BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রমের সিলেবাস অনুযায়ী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটের
চতুর্থ পর্ব : সিভিল ও সিভিল (উড), পঞ্চম পর্ব : আর্কিটেকচার এবং আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইনটেরিয়র ডিজাইন
টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের জন্য প্রণীত

সার্ভেয়িং-২
Surveying-2

Subject Code : 6443

রচনায়

মোঃ আনোয়ার হোসেন
অধ্যক্ষ (অবঃ)
বিএস পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট
কাপ্তাই, রাঙ্গামাটি, পার্বত্য চট্টগ্রাম

হক পাবলিকেশনস্
HAQUE PUBLICATIONS
৩৮ বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০

প্রকাশক ঃ হক পাবলিকেশনস্-এর পক্ষে
হাজী জাহানারা হক
৩৮ বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০
ফোন ঃ ৯৫৮০৩৭০

[প্রকাশক কর্তৃক সকল স্বত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম সংস্করণ ঃ ১ সেপ্টেম্বর ১৯৯৫
দ্বিতীয় সংস্করণ ঃ ১ আগস্ট ১৯৯৭
পঞ্চম প্রকাশ ঃ ১ এপ্রিল ২০১২
ষষ্ঠ প্রকাশ ঃ ১ সেপ্টেম্বর ২০১৪
সপ্তম প্রকাশ ঃ ১ জানুয়ারি ২০১৬
পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ ঃ
অষ্টম প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায় ঃ মোঃ নুরুল হক

চিত্রাঙ্কনে ঃ জি. মাওলা কম্পিউটার

বর্ণবিন্যাসে ঃ জি. মাওলা কম্পিউটার

মুদ্রণে ঃ জি. মাওলা প্রিন্টিং প্রেস
৩৪ শ্রীস দাস লেন, বাংলাবাজার, ঢাকা-১১০০

মূল্য ঃ ২৬০.০০ টাকা মাত্র

ভূমিকা

সকল প্রশংসা বিশ্বজগতের প্রতিপালকের। ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রমের সিভিল, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার, আর্কিকেচার অ্যান্ড ইনটেরিয়র ডিজাইন টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের শিখনের সুবিধার্থে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রমের নতুন সিলেবাস অনুযায়ী **"সার্ভেয়িং-২ (৬৪৪৩)"** বইখানা প্রণয়ন করেছি। এতে প্রতিটি অধ্যায়ে শিখনের সাধারণ উদ্দেশ্যাবলি সামনে রেখে বিশেষ উদ্দেশ্যাবলির উপর সহজ সরল ও সাবলীল ভাষায় আলোচনা করা হয়েছে।

বইটি প্রণয়নে বিভিন্ন গুণীজন ও প্রতিষ্ঠানের বইপত্র, হ্যান্ড আউট ইত্যাদি অনুসরণ করেছি। আমি তাঁদের সকলে নিকট ঋণী। বিভিন্ন জটিলতায় অকৃত্রিম সহযোগিতার হাত বাড়িয়ে দিয়ে আমাকে কৃতজ্ঞতা পাশে আবদ্ধ করেছেন বাবু মৃণাল কান্তি সাহা, জনাব আব্দুর রহমান মোল্লা ও অন্যান্য সহকর্মীবৃন্দ। আমি তাঁদের সকলের সর্বাঙ্গীণ উন্নতি ও সুস্বাস্থ্য কামনা করি। হক পাবলিকেশনস-এর স্বত্বাধিকারিণী হাজী জাহানারা হক স্বল্প সময়ে বইখানা প্রকাশ করে যে আন্তরিকতার পরিচয় দিয়েছেন, এজন্য তাঁকে জানাই আন্তরিক মোবারকবাদ।

পরিশেষে অনিচ্ছাকৃত ভুলত্রুটি ও মুদ্রণ ভ্রান্তির কথা অকপটে স্বীকার করে গুণীজন ও পাঠককুলের নিকট গঠনমূলক পরামর্শ কামনা করি। তাঁদের পরামর্শ সাদরে গ্রহণ করব এবং পরবর্তী সংস্করণে সংশোধনের জন্য সচেষ্ট থাকব। এ বইখানা ছাত্রছাত্রী ও পাঠককুলের সামান্যতম উপকারে আসলেও আমার শ্রম সার্থক মনে করব।

ধন্যবাদান্তে

মোঃ আনোয়ার হোসেন

উৎসর্গ

১৯৭১ সালে

বাংলাদেশের

মুক্তির সংগ্রামে

নিবেদিত বীর

যোদ্ধাদের

— লেখক

Syllabus

Subject code	Name of the subject	T	P	C	MARKS				
					Theory		Practical		Total
					Cont. assess	Final exam.	Cont. assess	Final exam.	
6443	SURVEYING-II	2	6	4	20	80	25	25	150

AIMS

- Able to use level, theodolite and tachometer.
- Able to conduct leveling work.
- To perform ability to conduct traversing with theodolite.
- To perform ability to determine horizontal and vertical distances of inaccessible points.

SHORT DESCRIPTION

Leveling; Contouring; Theodolite surveying; Traversing, Tachometric surveying, and Topographic surveying,

DETAIL DESCRIPTION

Theory :

1. **Understand the concept of leveling.**
   - 1.1 Define Level and Leveling.
   - 1.2 Describe the purpose of leveling.
   - 1.3 State the term surface.
   - 1.4 Explain the following terms in leveling :
     - (a) Level surface (b) Level line
     - (c) Horizontal surface (d) Horizontal line
     - (e) Vertical plane (f) Vertical line
     - (g) Datum surface (h) Datum
     - (i) Reduced level (j) Formation level.
2. **Understand the application of bench mark (BM).**
   - 2.1 State the meaning of bench mark.
   - 2.2 Mention the classification of bench marks.
   - 2.3 Describe different types of bench mark.
3. **Understand the features of leveling instruments.**
   - 3.1 List the equipment and accessories required for leveling.
   - 3.2 Identify the different types of level.
   - 3.3 Label the different parts of a level.
   - 3.4 Explain the following terms related to leveling:
     - (a) Line of collimation (b) Axis of telescope
     - (c) Axis of bubble tube (d) Vertical axis
     - (e) Height of instrument (f) Plane of collimation
     - (g) Focussing (h) Parallax.

4. Understand the application of leveling staff.

4.1 Mention the purposes of leveling staff.

4,2 Identify different types of leveling staff.

4.3 Mention the procedure of taking staff reading with the help of sopwith staff and meter staff.

4.4 Identify the positions of setting up leveling instruments.

4.5 Mention the procedure of holding a leveling staff.

4.6 Mention the procedure of taking staff reading.

5. Understand the adjustment of leveling instrument.

5.1 State the meaning of adjustment of leveling instruments.

5.2 Mention different kinds of adjustments of level.

5.3 State the different steps of temporary adjustment.

5.4 Identify the fundamental lines of leveling instrument.

5.5 Mention the relations among the fundamental lines.

5.6 Identify the permanent adjustments of auto set and digital level.

5.7 Solve problems on permanent adjustments of levels.

6. Understand booking of staff reading and reduction of level.

6.1 Explain the meaning of following terms as used in leveling:

(a) Back sight, foresight and intermediate sight reading

(b) Change point

(c) Station.

6.2 State the necessity of level book or field book.

6.3 Identify different kinds of level book or field book.

6.4 Describe the term reduction of leveling.

6.5 Mention the procedure of booking of staff reading into level book.

6.6 Compare different methods of reduction of leveling.

6.7 Solve problems on reduction of leveling.

6.8 Solve problems on calculation of missing data of old level book.

7. Understand various classification of leveling.

7.1 List different kinds of leveling.

7.2 Identify the different kinds of leveling.

7.3 Describe the procedure of fly leveling, profile leveling, cross sectioning and check leveling.

7.4 Solve different problems on fly leveling, profile leveling, cross sectioning and check leveling.

7.5 Sate the purposes of reciprocal leveling.

7.6 Describe the procedure of reciprocal leveling.

7.7 Solve problems on reciprocal leveling.

8. Understand the aspects of plotting level sections.

8.1 State the meaning of longitudinal profile and cross profile of a leveling work.

8.2 Mention the purposes of plotting long section and cross section of leveling works.

8.3 Explain the various elements of longitudinal section and cross section of leveling works.

8.4 Describe the procedure of plotting long and cross-section.

8.5 Prepare longitudinal profile and cross profile from given data.

9. Understand the difficulties and errors in leveling.

9.1 Identify difficulties in leveling.

9.2 Mention the procedure of leveling in the following cases :

(a) Ascending and descending a hill

(b) Staff too near the level

(c) Staff too low or too high

(d) Staff station above the line of collimation

(e) Board fence on the alignment

(f) Wall on the alignment.

9.3 List the instrumental and personal errors in leveling.

9.4 Explain the effects of earth's curvature and refraction of light on leveling.

9.5 Deduce the formula for earth curvature and refraction of light.

9.6 Solve problems on errors due to curvature and refraction.

9.7 Deduce the formula for distance to the visible horizon and dip of the horizon.

9.8 Solve problems on visible horizon and dip of the horizon.

9.9 List the common mistakes in leveling.

9.10 Specify the magnitude and permissible limits of closing error in leveling.

10. Understand the aspects of contouring.

10.1 Explain the terms contour, contouring, horizontal equivalent and vertical interval.

10.2 Mention the characteristics of contour.

10.3 List the uses of contour.

10.4 Mention the different methods of contouring .

10.5 State the procedure of differernt methods of contouring.

10.6 Explain interpolation of contour by estimation method only.

10.7 Mention the procedure of drawing contour map.

10.8 Draw contour maps of hill, reservoir, valley etc.

11. Understand the application of contour maps.

11.1 Identify the various uses of contour map.

11.2 State the procedure of locating the proposed route for a road, canal and drainage work.

11.3 Calculate the capacity of reservoir using contour map.

11.4 Calculate the quantity of earth in cutting and in filling by using contour map.

12. Understand the fundamentals of theodolite.

12.1 Distinguish between a transit and non-transit theodolite.

12.2 Identify the common parts of a transit (digital) theodolite.

12.3 Mention the functions of different parts of a transit (digital) theodolite.

12.4 State the meaning of diaphragm, lense, spherical aberration, chromatic aberration, centering and transiting, display board.

13. Understand the adjustment of transit(digital) theodolite .

13.1 Identify the different types of adjustment.

13.2 Explain the significance of temporary adjustment.

13.3 State different steps of temporary adjustment of theodolite.

13.4 Identify the fundamental lines of transit(digital) theodolite.

13.5 Mention the relations among the fundamental lines.

13.6 Identify the permanent adjustments of transit(digital) theodolite.

14. Understand the principles of measuring angles and bearing with theodolite.

14.1 Mention the procedure of measuring horizontal angles.

14.2 Mention the procedure of measuring vertical angles.

14.3 Mention the procedure of measuring magnetic bearing of a line.

14.4 Mention the procedure of determining true bearing of a line by observing pole star.

15. Understand the application of trigonometrical leveling.

15.1 Explain the basic principle of trigonometrical leveling.

15.2 Describe the method of measuring height when the object is accessible.

15.3 Express the deduction of the formula for measuring height and horizontal distance when the object is inaccessible in the case of object and the station are in different vertical plane and in different levels.

15.4 Express the deduction of the formula for measuring height and horizontal distance when the object is inaccessible in the case of object and the station are in different vertical plane and in different levels.

15.5 Solve problems on finding heights and distances.

16. Understand the principles of traverse survey.

16.1 Explain the meaning of traverse.

16.2 List the field works in theodolite traversing.

16.3 Describe the traversing by methods of included angles and direct angle.

16.4 Explain the term checking of traverse.

17. Apply the concept of plotting a traverse.

17.1 Explain the process of plotting a traverse.

17.2 Calculate the bearing from angles of traverse.

17.3 Compute the coordinates of a traverse.

17.4 Describe the Bowditch's rule and Transit rule.

17.5 Define Balancing of closed traverse.

18. Understand the concept of traverse in solving problems.

18.1 Describe different types of problems in traversing.

18.2 Calculate the length and bearing of a missing side and any included angle of a traverse.

18.3 Compute the area of closed traverse by coordinate, latitude and double meridian, departure and total latitude methods.

19. Understand the sources of errors in theodolite traversing.

19.1 Identify the sources of errors in theodolite work.

19.2 List the common mistakes in theodolite work.

19.3 Explain the way to avoid errors & mistakes in theodolite work.

20. Understand the principle of stadia or tachometric surveying.

20.1 State the meaning of stadia surveying.

20.2 Mention the necessity of stadia surveying.

20.3 Identify the instruments required for stadia surveying.

20.4 Express the derivation of the formula based on the principle of stadia surveying.

20.5 Explain the effect of anallatic lense.

20.6 Explain the methods of determining the tachometric constants.

21. Understand the concept of angular tachometry.

21.1 Describe angular tachometry.

21.2 Express the derivation of the formula to determine the horizontal distance and elevation when the staff is held in vertical position for both upward and downward sights.

21.3 Express the derivation of the formula to determine the horizontal distance and elevation when the staff is held perpendicular to the line of sight for both upward and downward sights.

21.4 Describe the procedure of stadia surveying.

21.5 Solve problems on stadia surveying.

22. Understand the concept of topographic surveying.

22.1 State the meaning of topographic survey and the relief.

22.2 Explain the methods of representation of relief.

22.3 Mention the procedure of topographic survey.

22.4 Explain the method of locating horizontal and vertical control.

22.5 Explain the method of locating contours.

22.6 Explain the method of locating details.

22.7 Describe the procedure of plotting a topographic map.

Practical :

1. Demonstrate the components of level.
2. Perform temporary adjustments of level.
3. Conduct fly leveling.
4. Conduct profile leveling, cross-sectioning and plot level sections.
5. Conduct reciprocal leveling.
6. Conduct check leveling.
7. Conduct contouring by direct method over a low lying/elevated area, prepare contour map and calculate the quantity of earth work in filling/cutting.
8. Determine horizontal angle using a transit(digital) theodolite.
9. Determine vertical angle using a transit(digital) theodolite.
10. Determine height and distance of a tower using a transit(digital) theodolite.
11. Conduct traversing with a theodolite and plot maps including computation of area.
12. Determine the tachometeric constant experimentally.
13. Determine horizontal and vertical distances with tachometer.

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ ঃ সমতলমিতির ধারণা

১.১ লেভেল ও লেভেলিং এর সংজ্ঞা ১৭
১.২ সমতলমিতির উদ্দেশ্য ১৮
১.৩ তল ১৯
১.৪ সমতলমিতিতে ব্যবহৃত পরিভাষা ২০
অনুশীলনী-১
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৪

অধ্যায়-২ ঃ বেঞ্চ মার্ক

২.১ বেঞ্চ মার্ক এর ব্যাখ্যা ২৫
২.২ বেঞ্চ মার্ক এর শ্রেণিভেদ ২৫
২.৩ বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক এর বর্ণনা ২৬
অনুশীলনী-২
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৮
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৮

অধ্যায়-৩ ঃ লেভেল যন্ত্র

৩.১ লেভেলিং কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও উপকরণাদির তালিকা ২৯
৩.২ বিভিন্ন ধরনের লেভেল যন্ত্রের পরিচিতি ২৯
৩.৩ লেভেল যন্ত্রের বিভিন্নাংশ ৩৫
৩.৪ সমতলমিতি সম্পর্কিত পরিভাষা ৪০
অনুশীলনী-৩
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪১
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ৪২
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৩

অধ্যায়-৪ ঃ লেভেলিং স্টাফ

৪.১ লেভেলিং স্টাফের উদ্দেশ্য ৪৪
৪.২ বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং স্টাফ ৪৪
৪.৩ সপউইথ স্টাফ এবং মিটার স্টাফের সাহায্যে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করার প্রক্রিয়া ৪৭
৪.৪ লেভেল যন্ত্র বসানোর স্থান ৪৮
৪.৫ লেভেলিং স্টাফ ধরার প্রক্রিয়া ৪৮

৪.৬ স্টাফ পাঠ নেয়ার প্রক্রিয়া ৪৯
৪.৭ লেভেলিং কাজের প্রক্রিয়া ৪৯
✪ অনুশীলনী-৪
➲ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫০
➲ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ৫১
➲ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫১

অধ্যায়-৫ ঃ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন

৫.১ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন ৫২
৫.২ লেভেল যন্ত্র সমন্বয়নের প্রকারভেদ ৫২
৫.৩ অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপসমূহ ৫২
৫.৪ লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাসমূহ ৫৩
৫.৫ মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে সম্পর্ক ৫৪
৫.৬ অটোসেট ও ডিজিটাল লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়নগুলোর পরিচিতি ৫৪
৫.৭ স্থায়ী সমন্বয়নে সমস্যাবলির সমাধান ৫৯
✪ অনুশীলনী-৫
➲ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭০
➲ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ৭১
➲ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭২
➲ গাণিতিক সমস্যা ৭২

অধ্যায়-৬ ঃ স্টাফ পাঠ লিখন ও সমতলমিতি লঘুকরণ

৬.১ লেভেলিং এ ব্যবহৃত কয়েকটি পরিভাষা ৭৩
৬.২ লেভেল বইয়ের প্রয়োজনীয়তা ৭৪
৬.৩ লেভেল বইয়ের প্রকারভেদ ৭৪
৬.৪ সমতলমিতি লঘুকরণ ৭৫
৬.৫ লেভেল বইয়ে স্টাফ পাঠ লিখন প্রক্রিয়া ৭৬
৬.৬ সমতলমিতি লঘুকরণ পদ্ধতি দু'টির তুলনা ৭৮
৬.৭ সমতলমিতি লঘুকরণের সমস্যাসহ সমাধান ৭৯
৬.৮ পুরাতন লেভেল বইয়ের মুছে যাওয়া তথ্য নিরূপণ ৯১
✪ অনুশীলনী-৬
➲ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৮
➲ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১০০
➲ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০০
➲ গাণিতিক সমস্যাবলি ১০০

অধ্যায়-৭ ঃ সমতলমিতির শ্রেণিবিভাগ

৭.১ বিভিন্ন প্রকার সমতলমিতির তালিকা ১০২
৭.২ বিভিন্ন প্রকার সমতলমিতির পরিচিতি ১০২
৭.৩ বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং এর কাজের ধারা ১০৪
৭.৪ সমাধানসহ সমস্যাবলি ১০৭
৭.৫ বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্য ১০৮

৭.৬ বিনিময়ক্রম লেভেলিং করার প্রক্রিয়া ১১৮
৭.৭ বিনিময়ক্রম লেভেলিং এ সমস্যা ও সমাধান ১২০
অনুশীলনী-৭
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৪
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১২৫
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২৫
গাণিতিক সমস্যাবলি ১২৫

অধ্যায়-৮ ঃ লেভেল সেকশন অঙ্কন

৮.১ লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল ১২৭
৮.২ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকনের উদ্দেশ্য ১২৭
৮.৩ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশানের বিভিন্ন উপাদান ১২৭
৮.৪ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকন প্রক্রিয়া ১২৮
৮.৫ লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল প্রস্তুতকরণ ১২৮
অনুশীলনী-৮
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩১
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১৩১
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩২
গাণিতিক সমস্যাবলি ১৩২

অধ্যায়-৯ ঃ লেভেলিং-এ অসুবিধাদি ও ভুলভ্রান্তি

৯.১ লেভেলিং-এ অসুবিধাদি ১৩৩
৯.২ বিবিধ অসুবিধার মধ্যে লেভেলিং করার প্রক্রিয়া ১৩৩
৯.৩ লেভেলিং এ যান্ত্রিক ত্রুটি ও ব্যবহারজনিত ব্যক্তিগত কারণে সৃষ্ট ত্রুটির তালিকা ১৩৬
৯.৪ লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব ১৩৬
৯.৫ লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনীর সূত্র ১৩৮
৯.৬ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তির সমস্যার সমাধান ১৩৯
৯.৭ দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব ও দিগন্ত আনতি কোণের সূত্র ১৪৪
৯.৮ দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব ও দিগন্ত আনতি কোণ সংক্রান্ত সমস্যার সমাধান ১৪৬
৯.৯ লেভেলিং এ সাধারণ ভুলভ্রান্তি ১৪৯
৯.১০ লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তির মান ও অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির সীমা ১৫০
অনুশীলনী-৯
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫১
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১৫২
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৫৩
গাণিতিক সমস্যাবলি ১৫৪

অধ্যায়-১০ ঃ কন্টুরিং এর বিভিন্ন দিক

১০.১ কন্টুর, কন্টুরিং, অনুভূমিক সমার্থক এবং সমোন্নতি ব্যবধান ১৫৫
১০.২ কন্টুর এর বৈশিষ্ট্য ১৫৬
১০.৩ কন্টুরের ব্যবহার ১৫৭
১০.৪ কন্টুর জরিপ পদ্ধতি ১৫৭

১০.৫ বিভিন্ন পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপের প্রক্রিয়া ১৫৮
১০.৬ কন্টুর প্রক্ষেপণের প্রাক্কলন পদ্ধতি ১৬১
১০.৭ কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন প্রক্রিয়া ১৬১
১০.৮ পাহাড়, জলাধার, উপত্যকা ইত্যাদির কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন ১৬১
অনুশীলনী-১০
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১৬৪
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৬৪

অধ্যায়-১১ ঃ কন্টুর ম্যাপের প্রয়োগ

১১.১ কন্টুর ম্যাপের বিবিধ ব্যবহার ১৬৫
১১.২ প্রস্তাবিত রাস্তা, খাল ও পানি নিষ্কাশন প্রকল্পের অবস্থান নির্বাচন করার প্রক্রিয়া ১৬৫
১১.৩ কন্টুর ম্যাপ ব্যবহার করে জলাধারের ধারণ ক্ষমতা নিরূপণ ১৬৬
১১.৪ কন্টুর ম্যাপ ব্যবহার করে মাটি কাটা ও মাটি ভরাটের পরিমাণ নির্ণয়করণ ১৬৮
অনুশীলনী-১১
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭৭
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১৭৮
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৭৮
গাণিতিক সমস্যাবলি ১৭৯

অধ্যায়-১২ ঃ থিওডোলাইটের মৌলিক নীতিমালা

১২.১ ট্রানজিট ও নন্‌ট্রানজিট থিওডোলাইট ১৮০
১২.২ ট্রানজিট থিওডোলাইট (ডিজিটাল) এর সাধারণ অঙ্গসমূহ ১৮৪
১২.৩ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের বিভিন্ন অঙ্গের কার্যাবলি ১৮৫
১২.৪ ডায়াফ্রাম, লেন্স, গোলকীয় পেরণ, বর্ণপেরণ, সেন্টারিং,ট্রানজিটিং, ডিসপ্লে বোর্ড ১৮৭
অনুশীলনী-১২
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮৯
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ১৯০
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৯১

অধ্যায়-১৩ ঃ ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ডিজিটাল) সমন্বয়ন

১৩.১ বিভিন্ন ধরনের সমন্বয়ন ১৯২
১৩.২ অস্থায়ী সমন্বয়নের তাৎপর্য ১৯২
১৩.৩ ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপসমূহ ১৯৯
১৩.৪ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাসমূহ ২০০
১৩.৫ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক ২০০
১৩.৬ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ের পরিচিতি ২০০
অনুশীলনী-১৩
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২০৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২০৪

অধ্যায়-১৪ ঃ থিওডোলাইটের সাহায্যে কোণ ও বিয়ারিং পরিমাপকরণ

১৪.১ অনুভূমিক কোণ পরিমাপন প্রক্রিয়া ২০৫
১৪.২ উল্লম্ব কোণ পরিমাপ প্রক্রিয়া ২০৮
১৪.৩ কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া ২১০
১৪.৪ ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণ ২১১
অনুশীলনী-১৪
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১৩
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২১৪
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২১৫

অধ্যায়-১৫ ঃ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং

১৫.১ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর মূলনীতি ২১৬
১৫.২ অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়করণ পদ্ধতি ২১৬
১৫.৩ অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র যখন বস্তু ও স্টেশন একই উল্লম্ব তলে কিন্তু যন্ত্রের উচ্চতা ভিন্ন ভিন্ন ২১৭
১৫.৪ অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র, যখন বস্তু ও স্টেশন ভিন্ন উল্লম্বতলে এবং ভিন্ন এলিভেশনে ২১৯
১৫.৫ দূরত্ব ও উচ্চতা নির্ণয়ের সমস্যাসহ সমাধান ২২০
অনুশীলনী-১৫
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩০
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৩০
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৩০

অধ্যায়-১৬ ঃ ঘের জরিপের নীতিমালা

১৬.১ ঘের ২৩২
১৬.২ থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং এ মাঠের কাজের (সরেজমিনের কাজ) তালিকা ২৩৩
১৬.৩ অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতি ও প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতির দ্বারা ঘের দেয়া ২৩৩
১৬.৪ ঘের নিরীক্ষাকরণ ২৩৪
অনুশীলনী-১৬
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩৫
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৩৫
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৩৫

অধ্যায়-১৭ ঃ ঘের অংকন

১৭.১ ঘের অংকন প্রক্রিয়া ২৩৬
১৭.২ ঘেরের কোণ হতে বিয়ারিং নিরূপণ ২৩৮
১৭.৩ ঘেরের স্থানাঙ্ক নিরূপণ ২৪২
১৭.৪ বৌডিচের নিয়ম, ট্রানজিট নিয়ম ২৪৪

১৭.৫ বদ্ধ ঘের সমতাকরণ ২৪৫

অনুশীলনী-১৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৪৮

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৪৯

অধ্যায়-১৮ ঃ সমস্যার সমাধানে ঘের জরিপের ধারণা

১৮.১ ঘের জরিপের বিভিন্ন ধরনের সমস্যা ২৫০

১৮.২ ঘেরের কোন একটি অজ্ঞাত বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং কোন একটি অজ্ঞাত অন্তঃস্থ কোণের পরিমাণ নিরূপণ .. ২৫২

১৮.৩ বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নিরূপণ ২৬৬

অনুশীলনী-১৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৭১

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৭২

অধ্যায়-১৯ ঃ থিওডোলাইট ঘের জরিপে ভ্রান্তির উৎস

১৯.১ থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎস ২৭৩

১৯.২ থিওডোলাইট জরিপে সাধারণ ভুলের তালিকা ২৭৪

১৯.৩ থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তি ও ভুল পরিহার করার উপায় ২৭৪

অনুশীলনী-১৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৭৭

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৭৮

অধ্যায়-২০ ঃ স্টেডিয়া বা টেকোমিটার জরিপের নীতি

২০.১ স্টেডিয়া জরিপের অর্থ ২৭৯

২০.২ স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা ২৭৯

২০.৩ স্টেডিয়া জরিপের জন্য দরকারি যন্ত্রপাতি ২৭৯

২০.৪ স্টেডিয়া জরিপের নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত সূত্র ২৮১

২০.৫ এনালেটিক লেন্সের প্রভাব ২৮২

২০.৬ টেকোমিটারের ধ্রুবক নির্ণয়করণের পদ্ধতি ২৮৩

অনুশীলনী-২০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ২৮৮

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৮৮

অধ্যায়-২১ ঃ কৌণিক টেকোমিটার জরিপের ধারণা

২১.১ কৌণিক টেকোমিটার জরিপ ২৮৯

২১.২ দৃষ্টি রেখার উর্ধ্বমুখী এবং নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্র ২৮৯

২১.৩ কলিমেশন রেখার উর্ধ্বমুখী এবং নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ দৃষ্টি রেখার সাথে লম্বভাবে ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্র ২৯১

২১.৪ স্টেডিয়া জরিপ প্রক্রিয়া ২৯২
২১.৫ স্টেডিয়া জরিপের সমস্যার সমাধান ২৯৪
অনুশীলনী-২১
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০৫
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ৩০৫
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩০৫

অধ্যায়-২২ ঃ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ

২২.১ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ ও রিলিফ ৩০৭
২২.২ রিলিফ উপস্থাপন পদ্ধতি ৩০৭
২২.৩ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ প্রক্রিয়া 308
২২.৪ অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক নির্ধারণ পদ্ধতি 308
২২.৫ সমোন্নতি রেখা নির্ধারণ পদ্ধতি ৩০৯
২২.৬ বিস্তারিত তথ্যাদি নির্ধারণ প্রক্রিয়া ৩১১
২২.৭ ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র অংকন প্রক্রিয়া ৩১১
অনুশীলনী-২২
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩১২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ৩১৪
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩১৪

ব্যবহারিক

জবের নাম-১ লেভেল এর বিভিন্নাংশ সরজমিনে প্রদর্শন করান ৩১৯
জবের নাম-২ লেভেল এর অস্থায়ী সমন্বয়ন ৩২১
জবের নাম-৩ ফ্লাই লেভেলিং সম্পাদন ৩২৩
জবের নাম-৪ প্রোফাইল লেভেলিং ও প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং সম্পাদন ৩২৫
জবের নাম-৫ বিনিময়ক্রম লেভেলিং সম্পাদন ৩২৭
জবের নাম-৬ নিরীক্ষা লেভেলিং সম্পাদন ৩২৮
জবের নাম-৭ প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপ সম্পাদন, কন্টুর ম্যাপ অংকন এবং মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ নির্ণয়করণ ৩২৮
জবের নাম-৮ ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোন মাপন ৩৩০
জবের নাম-৯ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপন ৩৩১
জবের নাম-১০ ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপন ৩৩২
জবের নাম-১১ ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপন ৩৩৩
জবের নাম-১২ ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ডিজিটাল বা ভার্নিয়ার) সাহায্যে টাওয়ারে অনুভূমিক দূরত্ব ও উচ্চতা নির্ণয়করণ ৩৩৪
জবের নাম-১৩ থিওডোলাইটের সাহায্যে ঘের দেয়া, ঘের এর নকশা আঁকা ও ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়করণ ৩৩৫
জবের নাম-১৪ টেকোমিটারের ধ্রুব নির্ণয়করণ ৩৩৬
জবের নাম-১৫ টেকোমিটারের সাহায্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়করণ ৩৩৭

সুপার সাজেশনস্ ৩৩৯
বাকাশিবো প্রশ্নাবলি ৩৬৯-৪০০

অধ্যায়-১ সমতলমিতির ধারণা (Concept of Levelling)

১.১ লেভেল ও লেভেলিং এর সংজ্ঞা (Definition of level and levelling) ঃ

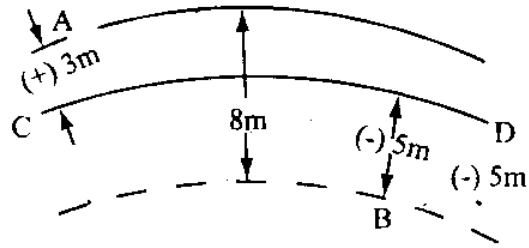
পৃথিবী উভয় প্রান্তে চাপা একটি বৃহৎ গোলক। এর পৃষ্ঠে আছে সাগর, মহাসাগর, নদী-নালা, পাহাড় পর্বত ইত্যাদি। ফলত এ গোলকের কেন্দ্র হতে এর পৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দু বা বস্তু সম-উল্লম্ব দূরত্বে অবস্থান করে না অর্থাৎ এর পৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন বিন্দু ভিন্ন ভিন্ন সমতলে অবস্থান করে। তাই এগুলোর আপেক্ষিক অবস্থান নির্ণয়ের দরকার হয়। আর লেভেলিং বা সমতলমিতি হল জরিপের এমন একটি পদ্ধতি, যা ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। এতে কোন স্মারক সমতলের সাপেক্ষে বিশেষ করে গড় সমুদ্রতলের সাপেক্ষে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয় করা হয়।

লেভেল (Level) ঃ লেভেলিং এর জন্য তথ্য সংগ্রহে স্টাফ পাঠ গ্রহণে প্রধান যন্ত্র হিসাবে ব্যবহৃত দুরবিন, ডায়াফ্রাম, ফোকাসিং স্ক্রু, বাবল ইত্যাদির সমন্বয়ে তৈরি যে যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয় তাই লেভেল বা লেভেলিং যন্ত্র (Level or levelling instrument)। যেমন– ডাম্পি লেভেল (dumpy level), ডিজিটাল লেভেল (digital level), অটোমেটিক লেভেল (automatic level) ইত্যাদি।

লেভেলিং (Levelling) ঃ যে কলাকৌশল বা প্রক্রিয়ায় ভূপৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন বস্তু বা বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা অর্থাৎ আপেক্ষিক এলিভেশন নির্ণয় করা হয়। এ প্রক্রিয়া বা কলাকৌশলকে লেভেলিং (levelling) বা সমতলমিতি বলা হয়। লেভেলিং বা সমতলমিতি মূলত উল্লম্ব তলের পরিমাপ নিয়ে আলোচনা করে, যেমন– ফ্লাই লেভেলিং (fly levelling), প্রোপাইল লেভেলিং (profile levelling), নিরীক্ষায়ন লেভেলিং (check levelling) ইত্যাদি।

উপরের আলোচনায় 'এলিভেশন' ও 'আপেক্ষিক এলিভেশন' শব্দ দুটি ব্যবহৃত হয়েছে। নিচে এ বিষয়ে সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

কোন নির্দিষ্ট উপাত্ত রেখা বা তল (datum line or datum surface) হতে কোন বস্তু বা বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতাকে ঐ বিন্দুর এলিভেশন এবং দুটি বিন্দুর বা বিন্দুদ্বয়গামী সমতল পৃষ্ঠ (level surface) দুটির তুলনামূলক উচ্চতা বা গভীরতাকে আপেক্ষিক এলিভেশন বলা হয়। ধরা যাক, (চিত্র ঃ ১.১) A বিন্দু CD উপাত্ত তলের 3 মিটার উপরে এবং B বিন্দু উক্ত উপাত্ত তলের 5 মিটার নিচে অবস্থিত। তাহলে A বিন্দুর এলিভেশন + 3 মিটার এবং B বিন্দুর এলিভেশন –5 মিটার। A বিন্দু হতে B বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন –8 মিটার এবং B বিন্দু হতে A বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন + 8 মিটার। মূলত কোন বিন্দুর এলিভেশনই ঐ বিন্দুর হ্রাসকৃত তল (R. L — Reduced Level)।



চিত্র ঃ ১.১

নিচের ছকে লেভেল ও লেভেলিং এর পার্থক্য দেওয়া হল ঃ

পার্থক্যের বিষয়	লেভেল	লেভেলিং
(ক) সংজ্ঞা	লেভেলিং এর জন্য তথ্যাদি সংগ্রহে প্রধান যন্ত্র হিসেবে ব্যবহৃত দুরবিন, ডায়াফ্রাম, ফোকাসিং স্ক্রু, বাবল, ইত্যাদির সমন্বয়ে তৈরি যন্ত্র- বিশেষ।	ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয়ের প্রক্রিয়া বা কলাকৌশল বিশেষ।
(খ) উদাহরণ	ডাম্পি লেভেল, ওয়াই লেভেল, টিলটিং লেভেল, অটোমোটিক লেভেল, ডিজিটাল লেভেল ইত্যাদি	ফ্লাই লেভেলিং, লম্বালম্বি লেভেলিং, আড়াআড়ি লেভেলিং, নিরীক্ষা লেভেলিং, বিনিময় ক্রম লেভেলিং ইত্যাদি।
(গ) উদ্দেশ্য	যথাযথ সমন্বয়নের পর অনুভূমিক তলে (কলিমেশন তলে) সুস্পষ্ট ও সুনির্দিষ্ট স্টাফ পাঠ প্রদর্শন করা।	বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করা।
(ঘ) কাজ	ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুতে কলিমেশন তলে সুস্পষ্ট স্টাফ পাঠ গ্রহণের সুবিধা দান করা।	ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা ও গভীরতা নির্ণয় করা।

এখানে প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, ব্যাপক অর্থে সমতলমিতি ও (levelling) জরিপের (surveying) আওতাভুক্ত। কিন্তু কার্যত সমতলমিতি ও জরিপের মধ্যে কিছু কিছু পার্থক্য বিদ্যমান। নিম্নে সমতলমিতি ও জরিপের মধ্যকার পার্থক্যগুলো উদ্ধৃত করা হলো ঃ

পার্থক্যের দিক	জরিপ (Surveying)	সমতলমিতি (Levelling)
১। উদ্দেশ্য	অনুভূমিক তলে বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক অবস্থান চিহ্নিতকরণ	উল্লম্ব তলে বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক অবস্থান চিহ্নিতকরণ।
২। পরিমাপ	অনুভূমিক তলে পরিমাপ নেয়া হয়	উল্লম্ব তলে পরিমাপ নেয়া হয়
৩। কার্যসম্পাদনকারী	জরিপকর (বিশেষভাবে)	প্রকৌশলী (বিশেষভাবে)
৪। প্রণয়নের বিষয়	নকশা বা মানচিত্র	ছেদিত দৃশ্য
৫। প্রদর্শনের বিষয়	ভূমির ক্ষেত্রফল, সীমানা	বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা, গভীরতা
৬। যন্ত্রপাতি (প্রধান)	শিকল, টেপ ইত্যাদি	লেভেল, স্টাফ ইত্যাদি
৭। ব্যবহার ক্ষেত্র	ভূমি সংক্রান্ত কাজে	প্রকৌশল কাজে

১.২ সমতলমিতির উদ্দেশ্য (Purpose of levelling) ঃ

নিম্নের উদ্দেশ্যাবলি সাধনে সমতলমিতি (Levelling) করা হয়–

(ক) বিভিন্ন বিন্দু বা বস্তুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা জানার উদ্দেশ্যে ।

(খ) বিভিন্ন প্রকল্পের জন্য – সড়ক, রেলপথ, সেচ খাল ইত্যাদির মাটিকাটা বা ভরাটের জন্য মাটির পরিমাণ নির্ণয়ের উদ্দেশ্যে।

(গ) বিভিন্ন প্রকল্প -- সড়ক, রেলপথ, সেচ খাল, পানি সরবরাহ লাইন, সিউয়ার লাইন ইত্যাদি বাস্তবায়নের উদ্দেশ্যে।

(ঘ) কনটুর নক্শা তৈরি, জলাধারের পানি ধারণক্ষমতা নির্ণয়, খাল, নদী ইত্যাদির ক্যাচেমেন্ট এলাকার পরিমাণ নির্ধারণ ইত্যাদি উদ্দেশ্যে।

(ঙ) পানি নিষ্কাশন ও পয়োনালীর ক্ষেত্রে উপত্যকা ও অধিত্যকার আয়তন নিরূপণের মাধ্যমে সিউয়ারের প্রয়োজনীয় আকৃতি নির্বাচন ও ডিজাইনের উদ্দেশ্যে।

(চ) রাস্তা, রেলপথ ইত্যাদির প্রস্তুতি তল (formation level) সংস্থাপন ও নিরীক্ষাকরণের উদ্দেশ্যে।

(ছ) কোন এলাকার সমতলমিতির কার্যসম্পাদনের জন্য স্থানীয়ভাবে বেঞ্চমার্ক (Benchmark) স্থাপনের উদ্দেশ্যে।

(জ) প্রস্তাবিত উচ্চতায় কোন এলাকার ভূমিকে সমতল পৃষ্ঠে (level surface) আনয়নের উদ্দেশ্যে।

(ঝ) সর্বোচ্চ বন্যা সীমা নির্ণয়ের উদ্দেশ্যে।

(ঞ) বিভিন্ন নির্মাণকার্য যেমন– সড়ক, রেলপথ, খাল, পানি সরবরাহ লাইন, পয়োনালী ইত্যাদি ঈপ্সিত ঢালে নির্মাণের উদ্দেশ্যে।

(ট) ভিত্তির মাটি খননে ভিত্তি তলের পৃষ্ঠকে সমতল পৃষ্ঠে আনয়নের উদ্দেশ্যে।

এতদভিন্ন উল্লম্ব তলে অন্যান্য পরিমাপ যেমন– ইমারতের প্লিনথ্ লেভেল, ছাদ, মেঝে ইত্যাদি নির্ণয়করণের উদ্দেশ্যেও সমতলমিতি ব্যবহৃত হয়।

১.৩ তল (Surface) ঃ

সহজ কথায় বস্তুর পৃষ্ঠকে তল বলে। কিন্তু জরিপবিদ্যার পরিভাষায় এ 'তল' শব্দটি বিশেষ অর্থে ব্যবহৃত হয়। পৃথিবী একটি গোলকের মতো। এর উত্তর-দক্ষিণ কিছুটা চাপা। জরিপ বিজ্ঞানী ক্লার্ক (Clark) এর ১৮৬৬ সালের পরিমাপ অনুযায়ী পৃথিবীর মেরু অক্ষের দৈর্ঘ্য প্রায় 12717.68 কিলোমিটার এবং বিষুবীয় অক্ষের দৈর্ঘ্য প্রায় 12756.602 কিলোমিটার অর্থাৎ বিষুবীয় অক্ষ মেরু অক্ষের তুলনায় প্রায় 43.434 কিলোমিটার অধিক। পৃথিবীর ব্যাসের তুলনায় এ পার্থক্য খুবই নগণ্য বিধায় পৃথিবীকে একটি গোলক হিসাবে বিবেচনা করাই যুক্তিযুক্ত। আর গোলক পৃষ্ঠও একটি বক্র পৃষ্ঠ। কিন্তু পৃথিবী গোলকের পৃষ্ঠে কোথাও পাহাড়, কোথাও সমুদ্র কোথাও সমতল ভূমি, কোথাও বন্ধুর। কাজেই পৃথিবীর কেন্দ্র হতে ওলন রেখায় এর পৃষ্ঠ দূরত্ব সর্বত্র সমান নয়। কাজেই পৃথিবীকে একটি গড় গোলক বিবেচনা করে যে গোলক পৃষ্ঠ ধরা হয় তা একটি বক্রতল। এ বক্রতলের প্রত্যেকটি বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সমদূরত্বে অবস্থিত। এ তল বা এ তলের সমান্তরাল যে কোন তলই সমতল পৃষ্ঠ (level surface) নামে পরিচিত, যেমন– গড় সমুদ্র তল (M.S.L), ডেটাম বা উপাত্ত তল।

যেহেতু পৃথিবীর মতো একটি বৃহৎ বৃত্তের পরিধির একটি ছোট অংশ একটি সরল রেখা এবং ওলন রেখা (পৃথিবীর কেন্দ্রগামী রেখা) এর সাথে স্পর্শক অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠের স্বল্প পরিসর এলাকা ঐ স্থানের ওলন রেখার সাপেক্ষে অনুভূমিক তলে অবস্থান করে। তাই সমতলিক জরিপের (Plane surveying) ক্ষেত্রে পৃথিবীর বক্রতা বিবেচনা না করে শুধুমাত্র অনুভূমিক পরিমাপ গ্রহণ করে নকশা প্রণয়ন করা হয়। আবার বৃহৎ পরিসর জরিপের ক্ষেত্রে পৃথিবীর বক্রতা বিবেচনা করে জিওডেটিক জরিপ (Geodetic surveying) করা হয়।

পৃথিবীর পৃষ্ঠে পাহাড়, পর্বত, সাগর, মহাসাগর, উঁচু ভূমি, নদী-নালা ইত্যাদি বিদ্যমান বিধায় এর পৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সম দূরে নয়। তাই ভূমিরূপ (ভূ-সাংস্থানিক অবস্থান) প্রদর্শনে ওলন রেখাগামী তলে (উল্লম্ব তলে) বিভিন্ন বিন্দুর অবস্থিতি দেখাতে হয় এবং উল্লম্ব তলে এগুলোর পরিমাপ নিতে হয়। আর এ কাজটি সমতলমিতির (levelling) মাধ্যমে করা হয়।

জরিপ বিজ্ঞানের পরিভাষায় তলের সংজ্ঞা নিম্নরূপ–

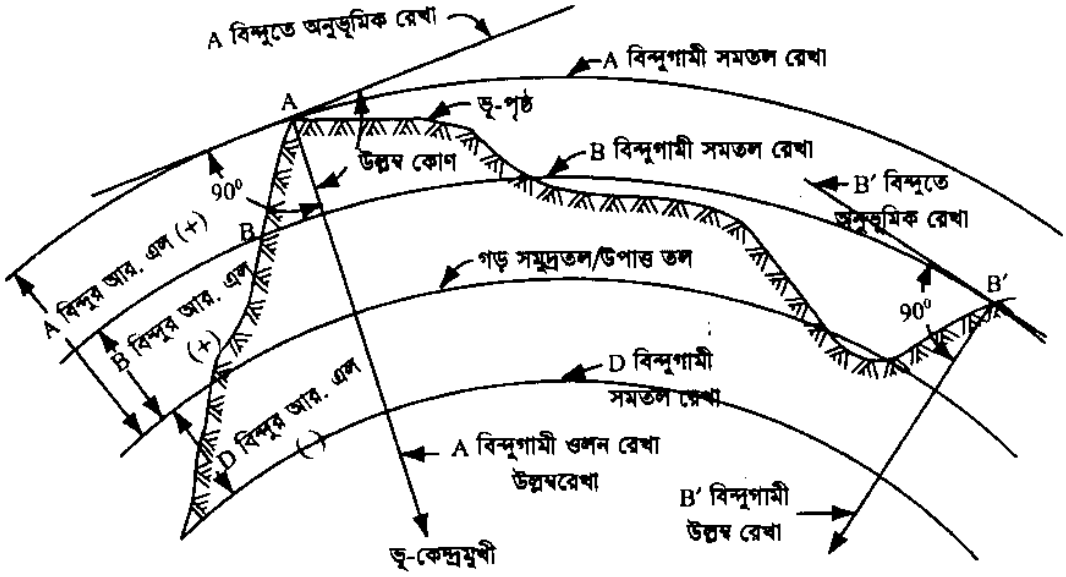
যে সকল পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বা যে সকল পৃষ্ঠের প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ পরিমাপ গ্রহণের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠের আকার, আয়তন, ভূমিরূপ প্রদর্শনের জন্য নকশা (Plan), মানচিত্র (Map), ছেদিত দৃশ্য (Section) ইত্যাদি অংকন করা হয়, ঐ সকল পৃষ্ঠকে তল (Surface) বলা হয়। যেমন– সমতল পৃষ্ঠ (Level surface) , অনুভূমিক তল, উল্লম্ব তল, উপাত্ত তল।

তলকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা– (ক) সরল তল (Straight surface)_ (i) অনুভূমিক তল, (ii) উল্লম্ব তল (iii) ঢালু তল (iv) কলিমেশন তল।

(খ) বক্রতল (Curve surface)– (i) গড় সমুদ্রতল (ii) উপাত্ত তল (iii) সমতল পৃষ্ঠ (level surface)।

১.৪ সমতলমিতিতে ব্যবহৃত পরিভাষা (Terms used in levelling) ঃ

(ক) সমতল পৃষ্ঠ (Level surface) ঃ পৃথিবী কমলালেবুর মতো গোল। এর উত্তর ও দক্ষিণ মেরু ঈষৎ চাপা। এ গড় গোলক (Mean spheroidal) পৃষ্ঠের সমান্তরাল যে কোন পৃষ্ঠকে সমতল পৃষ্ঠ (level surface) বলা হয়। শান্ত জলাশয়ের পানির উপরিতল এর একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ। পৃথিবী পৃষ্ঠের সর্বাংশ শান্ত হ্রদের পানির ন্যায় পানিতে নিমজ্জিত থাকলে পানির উপরিতল যে তল সৃষ্টি করত, তা অবশ্যই সমতল পৃষ্ঠ হতো। সমতল পৃষ্ঠের সব বিন্দুই ভূকেন্দ্র হতে সমদূরবর্তী এবং এটা একটা বক্র পৃষ্ঠ। এ পৃষ্ঠের যে কোন বিন্দুতে অংকিত স্পর্শক বা অনুভূমিক রেখা ঐ বিন্দুগামী ওলন রেখার সাথে সমকোণ উৎপন্ন করে। (চিত্র ঃ ১.২)।



চিত্র ঃ ১.২

(খ) সমতল রেখা (Level line) ঃ সমতল পৃষ্ঠে অবস্থিত যে কোন রেখাই সমতল রেখা। এগুলো সবই বক্ররেখা, কেননা সমতল পৃষ্ঠ একটা বক্র পৃষ্ঠ। এ রেখার সকল বিন্দু ভূকেন্দ্র হতে সমদূরবর্তী এবং এ রেখার যে কোন বিন্দুতে অংকিত স্পর্শক বা অনুভূমিক রেখা ঐ বিন্দুগামী ওলন রেখার সাথে সমকোণে অবস্থান করে। (চিত্র ঃ ১.২)

(গ) অনুভূমিক তল (Horizontal surface) ঃ সমতল পৃষ্ঠের বা সমতল রেখার যে কোন বিন্দুতে অংকিত স্পর্শকের তলই অনুভূমিক তল। এটা সরল তল এবং স্পর্শক বিন্দু হতে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে ভূকেন্দ্র হতে এর বিভিন্ন বিন্দুর দূরত্বও বৃদ্ধি পায় এবং এতে উল্লম্ব রেখা টানা যায় না। এ তল পৃথিবীর কেন্দ্রগামী নয়।

(ঘ) অনুভূমিক রেখা (Horizontal line) ঃ অনুভূমিক তলে অবস্থিত যে কোন রেখাই অনুভূমিক রেখা। এটা সরল রেখা এবং এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে ভূকেন্দ্র হতে এর বিভিন্ন বিন্দুর দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। এটা স্পর্শক বিন্দুতে ওলন রেখার সাথে সমকোণ সৃষ্টি করে।

(ঙ) উল্লম্ব তল (Vertical plane) ঃ উল্লম্ব রেখা যে তলে অবস্থান করে, ঐ তলই উল্লম্ব তল। যে কোন উল্লম্ব তল ভূকেন্দ্র বিন্দুগামী। উল্লম্ব তলে অনুভূমিক রেখা টানা যায়।

(চ) উল্লম্ব রেখা (Vertical line) ঃ কোন বিন্দুতে ওলন ঝুলালে যে বরাবর থাকে, তা ঐ বিন্দু দিয়ে অতিক্রান্ত উল্লম্ব রেখা। উল্লম্ব রেখাও ভূকেন্দ্র বিন্দুগামী। সমতল পৃষ্ঠের কোন বিন্দুতে অংকিত স্পর্শক বা অনুভূমিক রেখা ঐ বিন্দুগামী উল্লম্ব রেখার সাথে সমকোণ উৎপন্ন করে। উল্লম্ব তলে ওলন রেখাগামী অংকিত রেখাই উল্লম্ব রেখা। (চিত্র ঃ ১.২)

(ছ) উল্লম্ব কোণ (Vertical angle) ঃ উল্লম্ব তলে দুটি রেখা পরস্পরকে ছেদ করলে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে উল্লম্ব কোণ বলা হয়। কিন্তু জরিপ বিজ্ঞানে উল্লম্ব তলে কোন রেখা অনুভূমিক রেখার সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকেই উল্লম্ব কোণ বলা হয়।

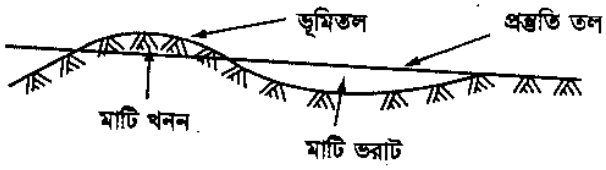
(জ) গড় সমুদ্রতল (MSL = Mean sea level) ঃ যদি সাগরের জোয়ারভাটা না থাকতো তাহলে সাগরের পানি পৃষ্ঠ ও একটি সমতল পৃষ্ঠ হতো। কোন স্থানে দীর্ঘকালব্যাপী (সাধারণত ১৯ বছর) অমাবস্যা, পূর্ণিমা, জোয়ারভাটা ইত্যাদিসহ সকল ক্ষেত্রে সাগরের পানির গড় উচ্চতা বরাবর সৃষ্ট পৃষ্ঠই গড় সমুদ্রতল (MSL)। এ গড় সমুদ্রতলকে স্মারক সমতল পৃষ্ঠ বা উপাত্ত তল হিসাবে ধরা যায়।

(ঝ) উপাত্ত তল (Datum surface) ঃ উপাত্ত তল একটি সমতল পৃষ্ঠ (Level surface)। এটা একটি ধার্যকৃত তল এবং এটাও বক্র তল। যে ধার্যকৃত সমতল পৃষ্ঠ হতে ভূপৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয় করা হয়, তাকেই উপাত্ত তল (Datum surface) বলা হয়। আমাদের দেশে কক্সবাজারের গড় সমুদ্রতলকে উপাত্ত তল হিসাবে ধরা হয়। এ ক্ষেত্রে উল্লেখ্য যে, সমতলমিতিতে কাজের সুবিধার জন্য গড় সমুদ্রতলের (Mean Sea Level = M. S. L.) উপরে বা নিচে গড় সমুদ্রতলের সমান্তরালে উপাত্ত তল ধরা যেতে পারে। কক্সবাজারের গড় সমুদ্রতল ব্যবহারের পূর্বে পাকিস্তানের করাচীর গড় সমুদ্রতলকে আমাদের দেশের জন্য উপাত্ত তল হিসাবে ব্যবহার করা হতো। (চিত্র ঃ ১.২)

(ঞ) উপাত্ত রেখা বা ডেটাম (Datum line or Datum) ঃ উপাত্ত তলের যে কোন রেখাকে উপাত্ত রেখা বা ডেটাম বলা হয়। এটা একটা ধার্যকৃত রেখা এবং উক্ত রেখাটিও বক্র রেখা। উক্ত রেখা হতে ভূপৃষ্ঠস্থ কোন বিন্দু বা বস্তুর দূরত্ব ওলন রেখা বরাবর মাপা হয়। এ রেখা হতে কোন বস্তু বা বিন্দুর এলিভেশন (Elevation)-ই হ্রাসকৃত তল (R. L = Reduced Level) নামে খ্যাত। শুধুমাত্র বিভিন্ন বস্তু বা বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা জানার জন্য যে কোন সমতল রেখাকে উপাত্ত রেখা বা ডেটাম হিসাবে ব্যবহার করা যায়। (চিত্র ঃ ১.২)

(ট) হ্রাসকৃত তল (Reduced Level) ঃ উপাত্ত রেখা হতে কোন বস্তু বা বিন্দুর লম্ব (ওলন রেখা বরাবর) দূরত্বকে হ্রাসকৃত তল (Reduced level = R. L) বলা হয়। বস্তু বা বিন্দু উপাত্ত রেখার নিচে হলে ঋণাত্মক হ্রাসকৃত তল (– R. L) এবং উপরে হলে ধনাত্মক হ্রাসকৃত তল (+ R. L) হয়। (চিত্র ঃ ১.২)

(ঠ) প্রস্তুতি তল (Formation Level) ঃ যে নির্দেশিত তলে কোন কাঠামো বা রাস্তা নির্মাণ করতে হয়, তাকে ঐ কাঠামো বা রাস্তার প্রস্তুতি তল (Formation level) বলা হয়। প্রস্তুতি তল ভূমিতলের (Ground Level) নিচে হলে মাটি কাটতে হবে এবং উপরে হলে মাটি ভরাট করতে হবে। (চিত্র ঃ ১.৩)



চিত্র ঃ ১.৩

নিচের ছকে সমতল রেখা ও অনুভূমিক রেখার পার্থক্য দেয়া হল ঃ

পার্থক্যের বিষয়	সমতল রেখা	অনুভূমিক রেখা
(ক) সংজ্ঞা	কোন সমতল পৃষ্ঠে অংকিত যে কোন রেখাই সমতল রেখা।	কোন সমতল রেখার কোন বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকই ঐ বিন্দুগামী অনুভূমিক রেখা।
(খ) ভূকেন্দ্রের দূরত্ব	একটি সমতল রেখার প্রত্যেকটি বিন্দু ভূকেন্দ্র হতে সমদূরে অবস্থিত।	স্পর্শক বিন্দু হতে এ রেখার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে ভূকেন্দ্র হতে এর দূরত্বও বৃদ্ধি পায়।
(গ) রেখার ধরন	বক্ররেখা।	সরল রেখা।
(ঘ) উদাহরণ	শান্ত পানি পৃষ্ঠ বরাবর অঙ্কিত রেখা।	যথাযথভাবে সমন্বিত লেভেল এর কলিমেশন রেখা।
(ঙ) লম্ব	সমতল রেখার সকল বিন্দুতেই ওলন রেখা ও সমতল রেখা পরস্পর লম্ব হয়।	স্পর্শক বিন্দু (সমতল রেখার) ছাড়া অন্য কোন বিন্দুতে ওলন রেখা অনুভূমিক রেখার সাথে লম্ব হয় না।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **জরিপ বিজ্ঞানের পরিভাষায় তল বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ জরিপ বিজ্ঞানের পরিভাষায় যে সকল পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বা যে সকল পৃষ্ঠে প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ পরিমাপ গ্রহণের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠের আকার, আয়তন, বা ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা প্রদর্শনের জন্য নকশা, মানচিত্র বা ছেদিত দৃশ্য অংকন করা হয়, ঐ সকল পৃষ্ঠকে তল বলা হয়।

২। **সমতলমিতি কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩, ১৪]

অথবা, সমতলমিতি বলতে কী বুঝায়?

অথবা, লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে প্রক্রিয়া বা কলাকৌশলের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দু বা বস্তুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয় করা যায়, তাকে সমতলমিতি বলে।

৩। **উল্লম্ব তল কী?**

উত্তর ঃ ওলন রেখাগামী তলই উল্লম্ব তল।

৪। **অনুভূমিক রেখা বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ ওলন রেখার কোন বিন্দুতে ওলন রেখার সাথে সমকোণে অংকিত রেখাই ঐ বিন্দুতে অংকিত অনুভূমিক রেখা।

৫। **সমতল পৃষ্ঠ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর ঃ সমতল পৃষ্ঠ একটি বক্র পৃষ্ঠ, যার প্রত্যেকটি বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সমদূরত্বে অবস্থিত। মূলত এটা একটা গোলক পৃষ্ঠ।

৬। **উপাত্ত তল কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫ ০৮, ০৯, ১৩, ১৪]

অথবা, উপাত্ত তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে ধার্যকৃত পৃষ্ঠ হতে ভূপৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয় করা হয়, তাকে উপাত্ত তল বলে। এটি একটি বক্র পৃষ্ঠ।

৭। **উপাত্ত রেখা বা ডেটাম লাইন কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯]

উত্তর ঃ উপাত্ত তলে যে কোন রেখাই উপাত্ত রেখা। এটা একটা বক্র রেখা। এ রেখা হতে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা, গভীরতা মাপা হয়।

৮। **আপেক্ষিক এলিভেশন কী?**

উত্তর ঃ দু'টি সমতল পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী লম্ব দূরত্বই এদের আপেক্ষিক এলিভেশন।

৯। **CD উপাত্ত তল হতে A ও B বিন্দুর এলিভেশন যথাক্রমে +3 মিঃ এবং –10 মিঃ। বিন্দুদ্বয়ের আপেক্ষিক এলিভেশন নির্ণয় কর।**

উত্তর ঃ B বিন্দু হতে A বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন + 13 মিঃ

A বিন্দু হতে B বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন – 13 মিঃ

১০। **হ্রাসকৃত তল (R.L) কী?** [বাকাশিবো-২০, ০৩, ০৬, ০৮, ১২]

অথবা, হ্রাসকৃত তল (R.L) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর ঃ উপাত্ত তল হতে ওলন রেখা বরাবর কোন বিন্দু বা বস্তুর উচ্চতা বা গভীরতাই হ্রাসকৃত তল বা আর এল।

১১। **(ক) H.F. L খ) F. L. গ) M.S.L. এর পুরো শব্দ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]

উত্তর (ক) H.F.L = Highest Flood Level.

(খ) F.L = Formation Level.

(গ) M.S.L = Mean Sea Level.

১২। **প্রস্তুতি তল কী?**

উত্তর যে নির্দেশিত তলে কোন কাঠামো বা রাস্তা নির্মাণ করতে হয়, তাকে ঐ কাঠামো বা রাস্তার প্রস্তুতি তল বলা হয়।

১৩। **গড় সমুদ্রতল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৫]

উত্তর যদি সাগরে জোয়ারভাটা না থাকত তাহলে সাগরের পানি পৃষ্ঠ একটি সমতল পৃষ্ঠ হতো। কোন স্থানে দীর্ঘকাল-ব্যাপী (সাধারণত ১৯ বছর) অমাবস্যা, পূর্ণিমা, জোয়ারভাটা ইত্যাদিসহ সকল ক্ষেত্রে সাগরের পানির গড় উচ্চতা বরাবর সৃষ্ট পানি পৃষ্ঠই গড় সমুদ্রতল (M.S.L)। এ গড় সমুদ্রতলকে স্মারক সমতল পৃষ্ঠ বা উপাত্ত তল হিসাবে ধরা হয়।

১৪। **লেভেল ও লেভেলিং এর মধ্যে পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর লেভেলিং করার জন্য দুরবিন, ফোকাসিং স্ক্রু, ডায়াফ্রাম, বাবল ইত্যাদির সমন্বয়ে গঠিত যন্ত্রের নাম লেভেল, যেমন–ডাম্পি লেভেল, ওয়াই লেভেল, টিলটিং লেভেল, ডিজিটাল লেভেল ইত্যাদি।

পক্ষান্তরে, ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা, গভীরতা নির্ণয়ের জন্য যে প্রক্রিয়া বা কলাকৌশল ব্যবহৃত হয়, তাকে লেভেলিং বলা হয়। যেমন– ফ্লাই লেভেলিং, লম্বালম্বি লেভেলিং, আড়াআড়ি লেভেলিং, বিনিময় ক্রম লেভেলিং, নিরীক্ষা লেভেলিং ইত্যাদি। লেভেলিং এর তথ্যাদি সংগ্রহে প্রধান যন্ত্র হিসাবে লেভেল ব্যবহৃত হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **এলিভেশন ও আপেক্ষিক এলিভেশনের মধ্যে পার্থক্য কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.১ দ্রষ্টব্য।

২। **সমতলমিতির উদ্দেশ্য কী? অথবা সমতলমিতির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **'অনুভূমিক রেখা একটি সরল রেখা' বুঝিয়ে লেখ।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। **'সমতল পৃষ্ঠ একটি বক্র পৃষ্ঠ' বুঝিয়ে লেখ।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। **আর.এল. এবং এফ.এল. এর মধ্যে পার্থক্য কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

৬। **'ক' বিন্দু উপাত্ত তলের 2.50 মিটার নিচে অবস্থিত। 'খ' বিন্দু উপাত্ত তলের 3.50 মিটার উপরে অবস্থিত। ক-বিন্দু থেকে খ-বিন্দুর এবং খ বিন্দু থেকে 'ক' বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন কত?** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর 'ক' বিন্দু থেকে 'খ' বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন (+) 6.00 মিটার এবং 'খ' বিন্দু থেকে 'ক' বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন (–) 6.00 মিটার।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। জরিপ ও সমতলমিতির মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.১ দ্রষ্টব্য।

২। সমতলমিতির উদ্দেশ্যগুলো আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.২ দ্রষ্টব্য।

৩। সমতলমিতিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের রেখার বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। সমতলমিতির পরিভাষায় ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের তলের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। চিত্রসহ আর.এল. এবং এফ.এল. সম্পর্কে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

৬। অনুভূমিক রেখা এবং সমতল রেখার মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো- ২০০৪ (প)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ দ্রষ্টব্য।

৭। সমতল রেখা ও সমতল পৃষ্ঠের মাঝে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

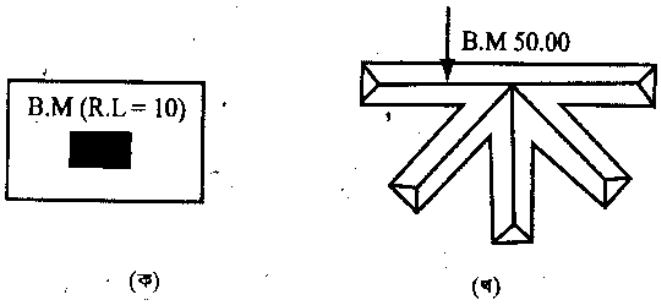
৮। সমতল পৃষ্ঠ ও উপাত্ত তলের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-২ বেঞ্চ মার্ক (Bench Mark)

২.১ বেঞ্চ মার্ক এর ব্যাখ্যা (Meaning of bench mark) ঃ

কোন নির্দিষ্ট উপাত্ত তলের সাপেক্ষে কোন নির্দিষ্ট বিন্দুর এলিভেশন (Elevation) সংবলিত অপেক্ষাকৃত স্থায়ী স্মারক ফলককে বেঞ্চ মার্ক (B.M – Bench Mark) বলা হয়। বেঞ্চ মার্কের এলিভেশন বা হ্রাসকৃত তল (R.L – Reduced Level) জানা থাকে। সাধারণত ইমারতের প্লিনথ, কালভার্ট বা ব্রীজের অ্যাবাটমেন্ট বা ফ্লোর, পিলার ইত্যাদির কোন নির্দিষ্ট বিন্দুর হ্রাসকৃত তল (R. L.) জানা থাকলে তাকে বেঞ্চ মার্ক (B.M) হিসাবে আখ্যায়িত করা হয়। সমতলমিতির (Levelling) ক্ষেত্রে সাধারণত এটা প্রারম্ভিক বিন্দু বা যাচাইয়ের ক্ষেত্রে সমাপ্তি বিন্দু হিসাবে ব্যবহৃত হয়। তবে বিশেষ ক্ষেত্রে লেভেল লাইনের যে কোন বিন্দুতেই বেঞ্চ মার্ক থাকতে পারে। সাধারণত স্মারক ফলকে কোন নির্দিষ্ট বিন্দু বা তলের হ্রাসকৃত তল (R. L.) লিখে রাখা হলে তা বেঞ্চ মার্ক হিসেবে বিবেচিত হয়। নিচে বেঞ্চ মার্কের চিত্র দেয়া হলো। (চিত্র ঃ ২.১) বেঞ্চ মার্ক স্থাপনের ক্ষেত্রে অনুভূমিক তলে আয়তাকার ক্ষেত্রের উপর (ক) কালো রং দিয়ে তার পাশে R. L. লেখা থাকে। উল্লম্ব তলে নিম্নরূপ চিত্র (খ) অবস্থায় R.L. দেখানো হয়।



চিত্র ঃ ২.১

ভবিষ্যতে সমতলমিতির কাজের সুবিধা এবং কোন স্থানের উচ্চতা বা গভীরতা সম্পর্কে অবহিত হওয়ার জন্যই মূলত বেঞ্চ মার্কের প্রয়োজন। সচরাচর সমতল রেখার (Level line) দিক পরিবর্তন বিন্দুতে, দিনের লেভেলিং (Levelling) কাজের সমাপ্তি বিন্দুতে বা পরবর্তী দিনের লেভেলিং কাজের প্রারম্ভিক বিন্দুতে এবং ভবিষ্যতে লেভেলিং কাজে ব্যবহারের জন্য গুরুত্বপূর্ণ বিন্দুতে বেঞ্চ মার্ক (B. M.) স্থাপন করা হয়। এটা ভূমিপৃষ্ঠেই (Ground level) স্থাপন করতে হবে এমন কোন বাধ্যবাধকতা নেই, তবে অপেক্ষাকৃত স্থায়ী স্মারক ফলকে স্থাপন করাই উত্তম।

২.২ বেঞ্চ মার্ক এর শ্রেণিভেদ (Classification of bench mark) ঃ

বেঞ্চ মার্ক প্রধানত চার ধরনের, যথা–

(ক) জি. টি. এস. বেঞ্চ মার্ক

(খ) স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক

(গ) ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক

(ঘ) অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক।

২.৩. বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক এর বর্ণনা (Description of different types of bench mark) ঃ

(ক) জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক (Great Trigonometrical Survey bench mark) ঃ গড় সমুদ্রতলের (M.S.L) সাপেক্ষে আন্তঃদেশীয় বা দেশীয় সরকার কর্তৃক অনুমোদিত জরিপ সংস্থা কর্তৃক নিখুঁত ত্রিভুজায়ন জরিপের মাধ্যমে সমগ্র অনুমোদিত এলাকার দূরবর্তী বিভিন্ন বিন্দুতে জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয় এবং উক্ত অনুমোদিত জরিপ সংস্থার প্রকাশিত তালিকায় এগুলোর অবস্থান, হ্রাসকৃত তল (R.L) প্রকাশ করা হয়। অবিভক্ত পাক-ভারত উপমহাদেশে করাচীর গড় সমুদ্রতলের সাপেক্ষে জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়েছিল।

(খ) স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক (Permanent bench mark) ঃ জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্কগুলোর মধ্যবর্তী অঞ্চলে বিভিন্ন সরকারি সংস্থার- গণপূর্ত বিভাগ (P.W.D) সড়ক ও জনপথ (R&H), পানি উন্নয়ন বোর্ড (W.D.B) ইত্যাদি - মাধ্যমে বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ ইমারতের প্লিন্থে, কালভার্ট বা ব্রীজের পেরাপেটে (Parapet), পিলারে, রাস্তার কিলোমিটার ফলকে বা কোন ফলক নির্মাণ করে এদের পৃষ্ঠে ইত্যাদিতে এ জাতীয় বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়। এগুলোর হ্রাসকৃত তল (R. L) জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক এর সাথে সমন্বয় রেখে নির্ধারণ করা হয়।

(গ) ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক (Arbitrary bench mark) ঃ এ জাতীয় বেঞ্চ মার্ক গড় সমুদ্রতলের (M. S. L) সাথে সম্পর্কিত নয়। এগুলো ছোটখাটো লেভেলিং কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। স্বল্প এলাকার ভূমিরূপ বা বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা জানার জন্য কোন একটি বিন্দুকে বেঞ্চ মার্ক ধরে হিসাবনিকাশ করা হয়। শুধুমাত্র লেভেলিং কাজের সুবিধার জন্য এ জাতীয় বেঞ্চ মার্ক ধরে নেয়া হয় বিধায় এগুলোকে ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক বলা হয়।

(ঘ) অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক (Temporary bench mark) ঃ লেভেলিং কাজ চলাকালে কাজের বিরতিতে বা দিনের কাজের সমাপ্তিতে কালভার্টে, পিলারে, ফ্লোরে, গাছের গোড়ায় স্পাইক পুঁতে বা শুধুমাত্র স্পাইক পুঁতে সতর্কতার সাথে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয় যেন বিরতির পর বা পরবর্তী দিনে উক্ত বেঞ্চ মার্ক হতে কাজ শুরু করা যায়। এ জাতীয় বেঞ্চ মার্ককে অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক বলা হয়।

● বিভিন্ন প্রকার বেঞ্চ মার্ক এর মধ্যে তুলনা (Comparison between different types of bench marks) ঃ

পার্থক্যের বিষয়	জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক	স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক	ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক	অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক
১। এলিভেশনের সম্পর্ক	১। গড় সমুদ্রতলের সাথে এগুলোর এলিভেশন সম্পর্কিত।	১। জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক এর সাথে এগুলোর এলিভেশন সম্পর্কিত।	১। ধরে নেয়া এলিভেশনের সাথে এগুলোর এলিভেশন সম্পর্কিত।	১। দিনের কাজের শেষে হিসাবে প্রাপ্ত এলিভেশনের সাথে এগুলোর এলিভেশন সম্পর্কিত।
২। এলিভেশন নির্ধারণ	২। নিখুঁত ত্রিভুজায়ন জরিপের মাধ্যমে এগুলোর এলিভেশন নির্ধারিত।	২। জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক হতে সমতলমিতির মাধ্যমে এগুলোর এলিভেশন নির্ধারিত।	২। সুবিধাজনকভাবে ধরে নেয়া এলিভেশনে এগুলো নির্ধারিত।	২। সমতলমিতির তথ্যাদির ভিত্তিতে এগুলোর এলিভেশন নির্ধারিত।
৩। স্থাপনের স্থান	৩। সুদূরবর্তী বিভিন্ন বিন্দুতে এগুলো স্থাপিত।	৩। জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্কগুলোর মধ্যবর্তী অঞ্চলে গুরুত্বপূর্ণ বিন্দুতে এগুলো স্থাপিত।	৩। স্বল্প এলাকায় সাধারণ কাজে ব্যবহারের জন্য সুবিধাজনক স্থানে এগুলো স্থাপিত।	৩। দিনের কাজের শেষ বিন্দু বা বিরতির বিন্দুতে এগুলো স্থাপিত।

পার্থক্যের বিষয়	জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক	স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক	ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক	অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক
৪। উদ্দেশ্য	৪। এগুলোর আওতাধীন অঞ্চলে স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপনের জন্য।	৪। বিভিন্ন প্রকৌশল প্রকল্প (রাস্তা-বাঁধ ইত্যাদি) বাস্তবায়নে প্রকৃত আরএল প্রদানের উদ্দেশ্যে।	৪। ছোটখাটো প্রকল্পে ভূমি সমতলকরণ, পানি সরবরাহ ইত্যাদির জন্য ভূমিরূপ জানার উদ্দেশ্যে।	৪। দিনের কাজ শেষে বা বিরতির পরে লেভেলিং কাজের ধারাবাহিকতা রক্ষার জন্য।
৫। অবস্থিতির তথ্য	৫। অনুমোদিত জরিপ সংস্থার প্রকাশনায় এগুলোর অবস্থান ও এলিভেশন প্রকাশ করা হয়।	৫। গুরুত্বপূর্ণ ইমারতের মেঝে, প্রিন্থে, পিলারে, কালভার্ট ইত্যাদিতে লেখা থাকে। সড়ক ও জনপথ বিভাগ, গণপূর্ত বিভাগ, পানি উন্নয়ন বোর্ড ইত্যাদি বিভাগে এগুলোর অবস্থিতির তথ্য পাওয়া যায়।	৫। এগুলোর জন্য সুবিধামতো এলিভেশন ধরে সংলগ্ন সুবিধাজনক স্থানে ও ব্যবহৃত লেভেল বইতে লিখে রাখা হয়।	৫। দিনের কাজের শেষ বিন্দুতে বা কাজের বিরতিতে পাথর পুঁতে, সুবিধাজনক ফলকে আরএল রেখা হয়। এ সংক্রান্ত তথ্যাদি ব্যবহৃত লেভেল বই-এ উদ্ধৃত থাকে।
৬। ধরন	৬। এগুলো স্থায়ী।	৬। এগুলো স্থায়ী।	৬। এগুলো অস্থায়ী।	৬। এগুলো অস্থায়ী।
৭। স্থাপনকারী সংস্থা	৭। দেশীয় বা আন্তঃ দেশীয় জরিপ সংস্থা এগুলো স্থাপন করে।	৭। সচরাচর প্রকৌশল কাজে জড়িত সংস্থা এগুলো স্থাপন করে।	৭। ব্যক্তি বা ছোটখাটো সংস্থা এগুলো স্থাপন করে।	৭। সমতলমিতির কাজে জড়িত জরিপ দল এগুলো স্থাপন করে।

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বেঞ্চ মার্ক কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৪]

অথবা, বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে?

উত্তর ঃ বেঞ্চ মার্ক একটি ফলক, যাতে স্মারক বিন্দুর আর.এল. লিপিবদ্ধ থাকে।

২। **অনুভূমিক তলে কীভাবে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়?**

উত্তর ঃ অনুভূমিক তলের ফলকে আয়তাকার পৃষ্ঠে কালো কালিতে চিহ্নিত করে পাশে আর.এল. লিখে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়।

৩। **উল্লম্ব তলে কীভাবে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়?**

উত্তর ঃ উল্লম্ব তলের ফলকে অনুভূমিক রেখা কালো কালিতে টেনে বা গ্রুভ করে স্মারক বিন্দুকে তীর চিহ্নে চিহ্নিত করে আর.এল. লিখে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়।

৪। **বৃহৎ ত্রিভুজায়ন জরিপের মাধ্যমে কোন ধরনের বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়?**

উত্তর ঃ বৃহৎ ত্রিভুজায়ন জরিপের মাধ্যমে জি.টি.এস বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয়।

৫। **কোন কোন সংস্থা স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে থাকে?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ বিভিন্ন সরকারি সংস্থা যেমন– গণপূর্ত বিভাগ (PWD), সড়ক ও জনপথ বিভাগ (R & H), পানি উন্নয়ন বোর্ড (W.D.B.) ইত্যাদি স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে থাকে।

৬। **সমতলমিতিতে দিনের কাজের সমাপ্তিতে কী ধরনের বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে?** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক কেন প্রদান করা হয়?

উত্তর ঃ দিনের কাজ শেষে বা বিরতিতে পাথর পুঁতে বা কাঠের গুঁড়িতে বা স্পাইক বসিয়ে অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা হয় যেন বিরতির পরে বা পরবর্তী দিনে লেভেলিং এর ধারাবাহিকতা রক্ষা করা যায়।

৭। **বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৩, ১৪]

অথবা, বেঞ্চ মার্ক কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর ঃ বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক এর নাম নিম্নে দেয়া হল–

(ক) জি.টি.এস বেঞ্চ মার্ক (খ) স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক (গ) অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক ও (ঘ) ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক।

৮। **(ক) B.M. (খ) G.T.S. গ) R.L.এর পুরো শব্দ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭]

উত্তর ঃ B.M = Bench Mark
G.T.S = Great Trigonometrical Survey
R.L = Reduced Level

৯। **স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ বিভিন্ন প্রকৌশল প্রকল্প বাস্তবায়ন ও প্রকৃত আর.এল. জ্ঞাতকরণের জন্য জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্কের সাপেক্ষে এগুলোর মাঝের এলাকার বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ ইমারতের প্লিথ, পিলার, কালভার্ট ইত্যাদিতে বিভিন্ন অনুমোদিত সংস্থা (পানি উন্নয়ন বোর্ড, সড়ক জনপথ বিভাগ, গণপূর্ত বিভাগ ইত্যাদি) কর্তৃক স্মারক বিন্দু চিহ্নিত করে স্মারক বিন্দুর আর.এল. লিখে দেয়া হয়। আর.এল. সম্বলিত এ ফলকগুলোকে স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক বলা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে এবং তা কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.১ ও ২.২ দ্রষ্টব্য।

২। **বেঞ্চ মার্ক স্থাপনের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.১ দ্রষ্টব্য।

৩। **স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। **জি.টি.এস. বেঞ্চ মার্ক সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। **ধার্যকৃত বেঞ্চ মার্ক কেন স্থাপন করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক সম্পর্কে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক এর মধ্যে তুলনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৩

লেভেল যন্ত্র
(Levelling Instruments)

৩.১ লেভেলিং কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও উপকরণাদির তালিকা (List of equipment and accessories required for levelling) ঃ

লেভেলিং কার্য সম্পাদনে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও উপকরণাদির তালিকা নিচে দেয়া হলো–

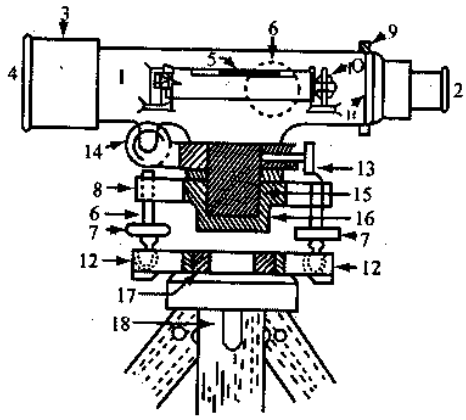
১। লেভেল যন্ত্র (Level)
২। লেভেলিং স্টাফ (Levelling staff)
৩। শিকল বা ফিতা (Chain or tape)
৪। লেভেল ফিল্ড বুক (Level field book)
৫। পেন্সিল, কলম ইত্যাদি।

৩.২ বিভিন্ন ধরনের লেভেল যন্ত্রের পরিচিতি (Identification of different types of level) ঃ

নিচে বিভিন্ন ধরনের লেভেল যন্ত্রের তালিকা দেয়া হলো–

১। ডাম্পি লেভেল (Dumpy level)
২। কুকস্ রিভারসিবল লেভেল (Cook's reversible level)
৩। কুশিং লেভেল (Cushing level)
৪। ওয়াই লেভেল (Wye level)
৫। আধুনিক (টিলটিং) লেভেল [Modern (tilting) level]
৬। অটোমেটিক লেভেল (Automatic level)
৭। ডিজিটাল লেভেল (Digital level)
৮। হ্যান্ড লেভেল (Hand level)।

(ক) ডাম্পি লেভেল (Dumpy level) ঃ ডাম্পি লেভেল মূলত গ্রাভাট (Gravatt) কর্তৃক প্রথম ডিজাইন করা হয়। এটা একটি সাধারণ, স্থায়ী ও সুদৃঢ় গঠনের লেভেল। এটাতে দুরবিন ও স্পিন্ডল (Spindle) একই সাথে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে এবং লম্বা বাবল টিউব দুরবিনের উপর স্থাপিত থাকে। এর দুরবিনকে এর লম্বালম্বি অক্ষে ঘুরানো যায় না। এর সমন্বয় সহজ এবং দীর্ঘস্থায়ী। চিত্র ঃ ৩.১-এ একটি ডাম্পি লেভেলের চিত্র দেখানো হলো ঃ



1. দুরবিন
2. অভিনেত্র
3. রে-শেড
4. অভিলক্ষ্য
5. লম্বালম্বি বাবল টিউব
6. ফোকাসিং স্ক্রু
7. ফুট স্ক্রু
8. ট্রাইব্রেস
9. ডায়াফ্রাম সমন্বয়নের স্ক্রু
10. বাবল টিউব সমন্বয়ের স্ক্রু
11. ডায়াফ্রাম
12. ফুট প্লেট (ট্রাইভিট)
13. ক্লাম্প স্ক্রু
14. স্লো মোশন স্ক্রু
15. ইনার কোণ
16. আউটার কোণ
17. ট্রাইপড্ হেড
18. ট্রাইপড্

চিত্র ঃ ৩.১ ডাম্পি লেভেলের উল্লম্বভাবে ছেদিত দৃশ্য

নির্মাতার ডিজাইন অনুসারে কোন কোন ডাম্পি লেভেলে বুলস্ আই বা স্পট বাবল, ম্যাগনেটিক কম্পাস ইত্যাদির সংযোজন থাকতে পারে।

ওয়াই লেভেলের তুলনায় ডাম্পি লেভেলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। গঠনগত দিক হতে মজবুত, সরল ও সুদৃঢ়;

২। অস্থায়ী যন্ত্রাংশের সংখ্যা কম;

৩। কম সংখ্যক সমন্বয়সাধন করতে হয়;

৪। সমন্বয় দীর্ঘস্থায়ী;

৫। ব্যবহারজনিত ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ নগণ্য;

৬। তৈরি ও মেরামত খরচ কম।

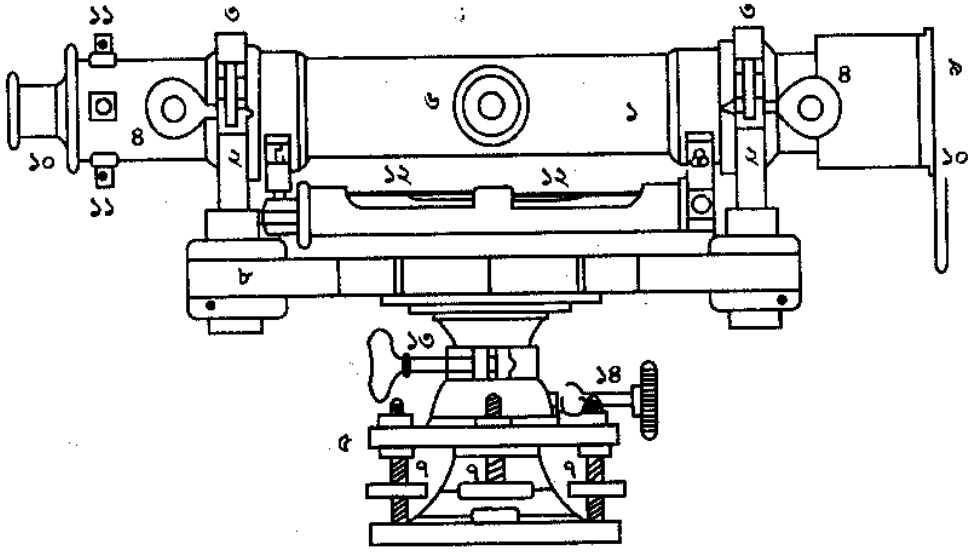
ওয়াই লেভেলের তুলনায় ডাম্পি লেভেলের অসুবিধা ঃ

১। দুরবিন আলাদা করা যায় না।

২। দুরবিন লম্বালম্বি অক্ষে ঘুরানো যায় না।

৩। পুনরায় সমন্বয়সাধন কষ্টসাধ্য।

(খ) ওয়াই লেভেল (Wye level) ঃ অনেকগুলো আলগা, খোলা যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে তৈরি ওয়াই লেভেল একটি হালকা লেভেল। এর দুরবিন দু'টি 'Y' সাপোর্টের উপর বসানো থাকে এবং এ সাপোর্টদ্বয় হতে দুরবিন খুলে সহজে বিপরীতমুখী করে পুনরায় স্থাপন করা যায়। এটাকে লম্বালম্বি অক্ষ বরাবর সাপোর্টদ্বয়ের উপরও ঘুরানো যায়। নিম্নের চিত্রে (চিত্র ৩.২) একটি ওয়াই লেভেলের বিভিন্নাংশ দেখানো হলো ঃ



১. দুরবিন
২. ওয়াই সাপোর্ট
৩. ক্লিপ
৪. পিন
৫. সমান্তরাল পাত
৬. ফোকাসিং স্ক্রু
৭. ফুট স্ক্রু
৮. রিজিড বার
৯. অভিলক্ষ্য কাচ
১০. অভিনেত্র
১১. ডায়াফ্রাম স্ক্রু
১২. স্পিরিট লেভেল
১৩. ক্লাম্প স্ক্রু
১৪. স্লো মোশন স্ক্রু

চিত্র ঃ ৩.২ ওয়াই লেভেল

ওয়াই লেভেলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। অভ্যন্তরীণভাবে সমন্বয়গুলো করা যায়।

২। সহজে দ্রুততার সাথে স্থায়ী সমন্বয়গুলো যাচাই করা যায়।

৩। 'Y' সাপোর্টকে উপরে-নিচে উঠানামা করিয়ে দূরবিনকে উপরে-নিচে উঠানামা করানো যায়।

ওয়াই লেভেলের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। স্থায়ী সমন্বয়গুলো দীর্ঘস্থায়ী হয় না।

২। সমন্বয়ের সংখ্যা অধিক।

৩। যন্ত্রাংশ অধিক বিধায় ব্যবহারজনিত ক্ষয়ক্ষতি অধিক।

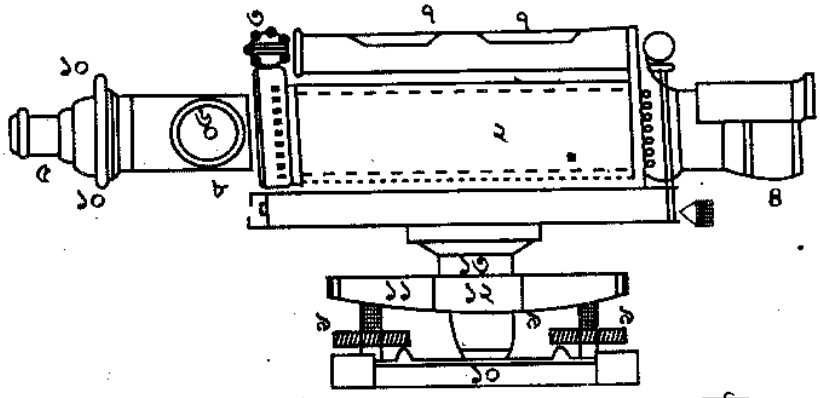
৪। এর অপটিক্যাল ক্ষমতা অন্যান্য লেভেলের তুলনায় কম।

ডাম্পি লেভেল ও ওয়াই লেভেলের মধ্যে পার্থক্য ঃ

পার্থক্যের দিক	ডাম্পি লেভেল	ওয়াই লেভেল
১। গঠন	(ক) শক্ত, মজবুত, দৃঢ়	(ক) হালকা
	(খ) দুরবিন ও স্পিন্ডল একত্রে ঢালাই করা।	(খ) দুরবিন 'Y' সাপোর্টের উপর অবস্থিত।
	(গ) দুরবিন আলাদা করা যায় না।	(গ) দুরবিন আলাদা করা যায়।
	(ঘ) দুরবিন উল্টিয়ে স্থাপন করা যায় না।	(ঘ) দুরবিন উল্টিয়ে স্থাপন করা যায়।
	(ঙ) লম্বালম্বি অক্ষের উপর দুরবিন ঘুরানো যায় না।	(ঙ) লম্বালম্বি অক্ষের উপর দুরবিন ঘুরানো যায়।
	(চ) দুরবিন উপর/নিচ করা যায় না।	(চ) 'Y' সাপোর্টের উচ্চতা কমিয়ে-বাড়িয়ে দুরবিন উপর/নিচ করা যায়।
২। যন্ত্রাংশের সংখ্যা	স্বল্পসংখ্যক	বহু সংখ্যক
৩। সমন্বয়	(ক) সমন্বয়ের সংখ্যা কম	(ক) সমন্বয়ের সংখ্যা অধিক
	(খ) সমন্বয় টিকে দীর্ঘ সময়	(খ) সমন্বয় দীর্ঘস্থায়ী হয় না
৪। অপটিক্যাল ক্ষমতা	ওয়াই লেভেল হতে অধিক	ডাম্পি লেভেল হতে কম
৫। ব্যবহারজনিত ক্ষয়ক্ষতি	কম	অধিক
৬। তৈরি ও মেরামত খরচ	অপেক্ষাকৃত কম	অপেক্ষাকৃত অধিক
৭। ব্যবহারে সুবিধা	অধিক	কম
৮। কাজের গতি	ওয়াই লেভেল হতে অধিক	ডাম্পি লেভেল হতে মন্থর
৯। ব্যবহার পরিসর	ওয়াই লেভেল হতে অধিক	ডাম্পি লেভেল হতে কম।

(গ) কুকস্ রিভারসিবল লেভেল (Cook's reversible level) ঃ

এটা এমনভাবে গঠিত যে, এটাতে ডাম্পি লেভেল ও ওয়াই লেভেলের সুবিধাগুলো পাওয়া যায় এবং এর স্টপ স্ক্রু খুলে দুরবিন আলাদা করা যায় এবং উল্টা করে বসানো যায়। তাছাড়াও এটাকে সকেটের মধ্যে এর লম্বালম্বি অক্ষে ঘুরানো যায়। (চিত্র ৩.৩)



১. কলার
২. দুরবিন
৩. বাবল টিউব সমন্বয়ন স্ক্রু
৪. অভিলক্ষ্য প্রান্ত
৫. অভিনেত্র প্রান্ত
৬. ফোকাসিং স্ক্রু
৭. বাবল টিউব
৮. কলার স্ক্রু
৯. ফুট স্ক্রু
১০. ডায়াফ্রাম স্ক্রু
১১. সমান্তরাল পাত
১২. লেভেল হেড
১৩. স্পিন্ডল

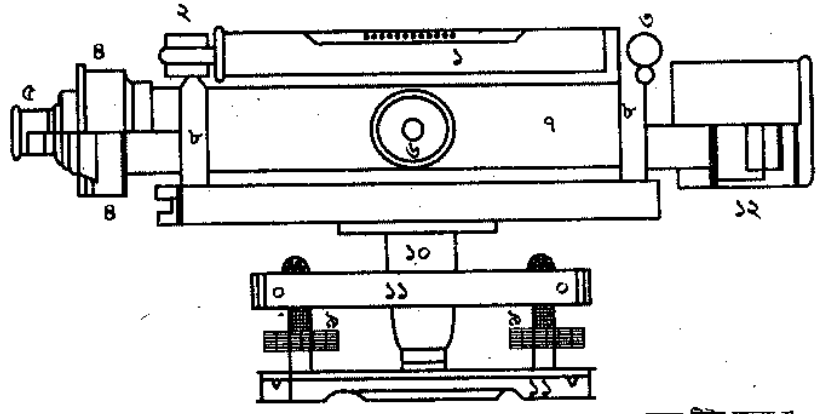
চিত্র ঃ ৩.৩ কুকস্ রিভারসিবল লেভেল

(ঘ) কুশিং লেভেল (Cushing level) ঃ Mr. Tho's Cushing কর্তৃক ডিজাইনকৃত এ লেভেলের নামকরণও তাঁর নাম অনুযায়ী করা হয়েছে। এর গড়ন বা গঠন নিম্নলিখিত ক্ষেত্রগুলো ব্যতীত প্রায় ডাম্পি লেভেল এর অনুরূপ। (চিত্র-৩.৪)

(i) এর দুরবিনের অভিনেত্র কাচ ও অভিলক্ষ্য পরস্পরের স্থানে বসানো যায়।

(ii) এর অভিনেত্র ও অভিলক্ষ্য উভয় প্রান্তই দুরবিন টিউব হতে কিঞ্চিৎ মোটা ফলে সহজে অভিনেত্র কাচ ও অভিলক্ষ্য কাচ সহজে সংযোগ দেয়া যায় এবং প্রয়োজনে স্বস্থানে সহজে ঘুরানো যায়।

(iii) এর অভিলক্ষ্য কাচ খুলে পরিষ্কার করে পুনরায় যথার্থভাবে সংযোগ দিলে এর সমন্বয়ে কোন ব্যাঘাত ঘটায় না।

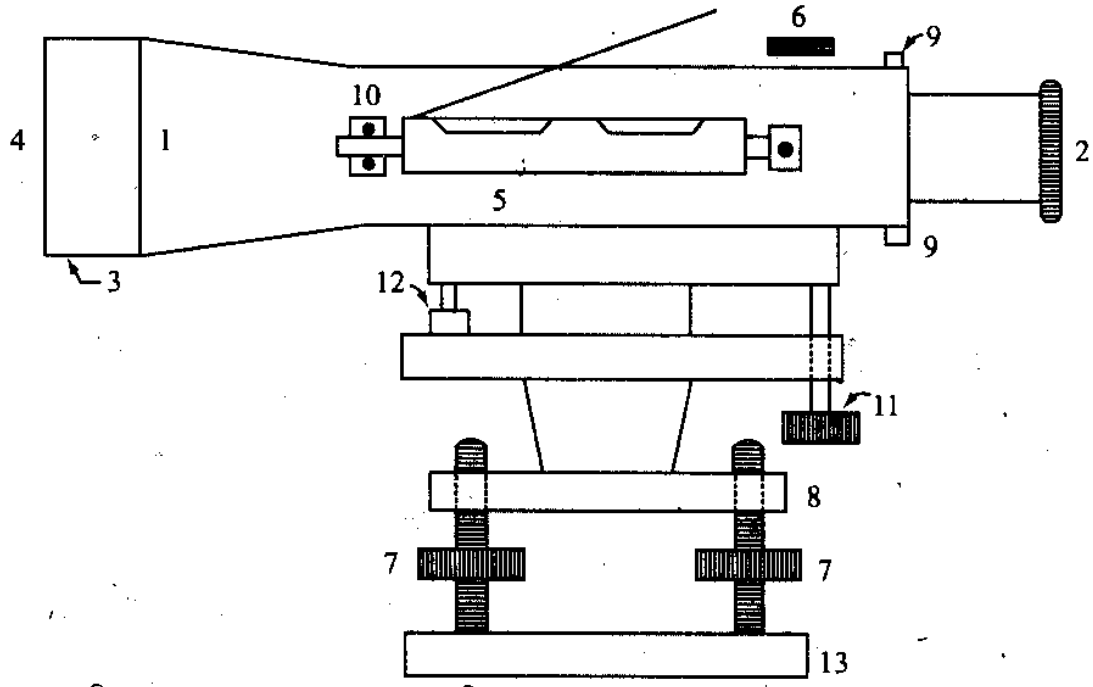


১. বাবল টিউব
২. বাবল টিউব সমন্বয় স্ক্রু
৩. আড়াআড়ি লেভেল টিউব
৪. ডায়াফ্রাম
৫. অভিনেত্র প্রান্ত
৬. ফোকাসিং স্ক্রু
৭. দুরবিন
৮. কলার
৯. ফুট স্ক্রু
১০. স্পিন্ডল
১১. সমান্তরাল পাত
১২. অভিলক্ষ্য প্রান্ত

চিত্র ঃ ৩.৪ কুশিং লেভেল

(ঙ) টিলটিং লেভেল (Tilting level) বা আধুনিক লেভেল (Modern level) ঃ

ডাম্পি লেভেল ও ওয়াই লেভেলের ক্ষেত্রে প্রধান দৃষ্টিরেখা ও যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ পরস্পর সমকোণে অবস্থান করে। উপরোক্ত লেভেল যন্ত্রদ্বয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রের সমন্বয়ের পর প্রধান দৃষ্টিরেখা প্রকৃত অনুভূমিক এবং যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ প্রকৃত উল্লম্ব অবস্থায় অবস্থান করে। কিন্তু টিলটিং লেভেলের ক্ষেত্রে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষের পরিবর্তন না ঘটিয়ে কিঞ্চিৎ পরিমাণ দৃষ্টিরেখার (অনুভূমিক) স্থানান্তর করা যায়। ফলত প্রধান দৃষ্টিরেখা ও যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ প্রকৃতভাবে পরস্পরের উপর লম্ব হয় না। এর ফলে যন্ত্র দ্রুত লেভেলিং করা যায়। এটাতে যন্ত্রকে ফুট স্ক্রু বা স্পট বাবলের সাপেক্ষে মোটামুটি লেভেলিং করে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ প্রায় উল্লম্ব তলে দ্রুত আনা হয় এবং বাবল টিউবের বুদবুদকে টিলটিং স্ক্রুর সাহায্যে টিউবের কেন্দ্রে রেখে প্রধান দৃষ্টিরেখাকে প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় আনা যায়। এখানে উল্লেখ্য যে, স্টাফে পাঠ নেয়া কালে বাবল টিউবের বুদবুদ অবশ্যই টিউবের কেন্দ্রে থাকতে হবে। নিচে (চিত্র ঃ ৩.৫) একটি টিলটিং লেভেলের চিত্র দেয়া হলো ঃ

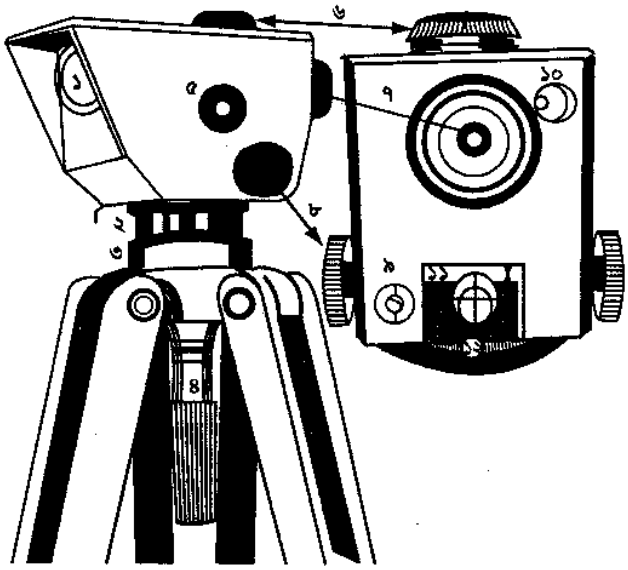


1. দুরবিন
2. অভিনেত্র
3. রে-সেড
4. অভিলক্ষ্য
5. লেভেল টিউব
6. ফোকাসিং স্ক্রু
7. ফুট স্ক্রু
8. ট্রাইব্রেস
9. ডায়াফ্রাম সমন্বয়ের স্ক্রু
10. বাবল টিউব আটকানো স্ক্রু
11. টিলটিং স্ক্রু
12. স্প্রিং লোডেড্ প্লাঞ্জার
13. ট্রাইভিট

চিত্র ঃ ৩.৫ টিলটিং লেভেল

এ ধরনের লেভেল যন্ত্র সূক্ষ্মতর লেভেলিং কাজে ব্যবহৃত হয়। এর প্রধান সুবিধা—১। এর সাহায্যে দ্রুত লেভেলিং কাজ করা যায়। ২। ফুট স্ক্রুর মাধ্যমে সমন্বয়ে সময়ের অপচয় হতে রক্ষা করে। অবশ্য যন্ত্রের একই অবস্থান হতে বহু সংখ্যক পাঠ গ্রহণ করতে হলে প্রতিবারই টিলটিং স্ক্রুর সাহায্যে বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে এনে প্রধান দৃষ্টিরেখা অনুভূমিক করে নিতে হয়।

(চ) অটোমেটিক লেভেল (Automatic level) ঃ এটা একটা উন্নতমানের লেভেল যন্ত্র। লেভেল টিউবের সাহায্য ছাড়াই স্বয়ংক্রিয়ভাবেই এটা অনুভূমিক হয়ে থাকে। 'টিল্ট কমপেন্সেটর' এর সাহায্যে সামান্য পরিমাণ উঁচু-নিচুর ক্ষেত্রে এটা অনুভূমিক হয়ে যায়।



১. অভিলক্ষ্য কাচ
২. ইন্সট্রুমেন্ট বেস
৩. ট্রাইপড হেড
৪. যন্ত্র আটকানোর স্ক্রু
৫. ট্রাভার্স ডায়াপটার
৬. ফোকাসিং নব
৭. অভিনেত্র
৮. স্লো-মোশন স্ক্রু (অনুভূমিক)
৯. অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু (স্লো-মোশন)
১০. বুলস্ আই
১১. সার্কেল রিডিং ম্যাগনিফায়ার
১২. বৃত্ত ওরিয়েন্টেশনের রিং

চিত্র ঃ ৩.৬ অটোমেটিক লেভেল

'টিল্ট কমপেনসেটর ডিভাইস্'টি অনেকটা সাধারণ দোলকের ন্যায় ঝুলে থাকে। এর সাথে সমান্তরাল পাত মাইক্রোমিটার সংযুক্ত করে সূক্ষ্ম লেভেল যন্ত্র তৈরি করা যায়। এ জাতীয় লেভেল যন্ত্র ব্যবহারে নিম্নের সুবিধাদি পাওয়া যায় ঃ

১। **ব্যবহারে স্বাচ্ছন্দ্য (Operational comfort) ঃ** এ লেভেল যন্ত্র ব্যবহারকালে অনুভূমিককরণের জন্য চক্ষু, হাত ইত্যাদির উপর কাজের চাপ পড়ে না বিধায় স্বস্তিসহকারে এটা ব্যবহার করা যায়। এ লেভেল যন্ত্র ব্যবহারকালে রোদের প্রখরতায় প্রতিরোধ ব্যবস্থা নিতে হয় না।

২। **উচ্চ মানের নির্খুঁততা (High precision) ঃ** ইনডার স্টাফে অগ্র ও পশ্চাৎ লেভেলিং এর ক্ষেত্রে প্রতি কিলোমিটারে ±0.5 মি.মি. হতে ± 0·8 মি.মি. এর অধিক পার্থক্য ঘটায় না।

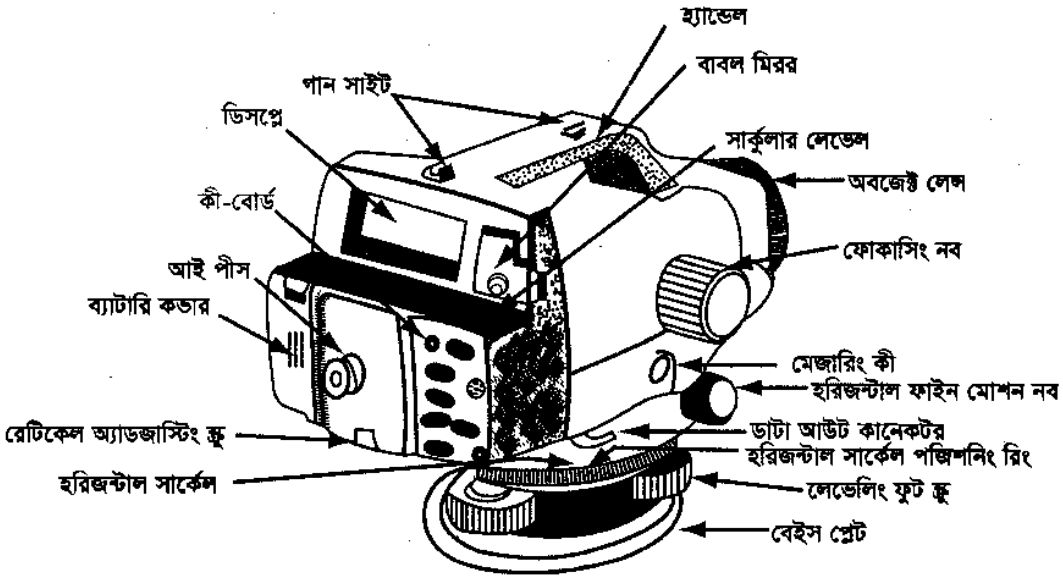
৩। **কাজের দ্রুততা (High speed) ঃ** এ লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে লেভেলিং কাজ সম্পাদনে সাধারণ লেভেল যন্ত্রের কাজের সময়ের তুলনায় 50% সময় কম লাগে। এটাতে কাজ দ্রুত ও সীমিত সময়ে শেষ করা যায়।

৪। **ত্রুটিমুক্ততা (Freedom for errors) ঃ** সাধারণ লেভেল যন্ত্রে প্রতিবার স্টাফ পাঠ নেয়ার কালে টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আনতে স্মরণ না থাকলে ভ্রান্তি সৃষ্টি করে। কিন্তু এ যন্ত্রে এ ধরনের ভ্রান্তির সম্ভাবনা থাকে না।

৫। **বাহ্যিক প্রভাবমুক্ততা (Freedom from external influences) ঃ** রোদ, বৃষ্টি, আলোর স্বল্পতা, চৌম্বকক্ষেত্র, ঝাঁকুনি, জলাভূমি ইত্যাদির দ্বারা এ লেভেল যন্ত্র আক্রান্ত হয় না এবং এগুলোর উপস্থিতিতেও এটা বিশুদ্ধভাবে কাজ করে।

৬। **ব্যবহারে ব্যাপকতা (Range of application) ঃ** এটা মাঝারি ও বৃহৎ উভয় ধরনের প্রকল্পের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় এবং বেঞ্চ মার্ক স্থাপনেও ব্যবহার করা যায়।

(ছ) ডিজিটাল লেভেল (Digital level) ঃ ডিজিটাল লেভেল এলসিডি (Liquid crystal diods) ডিসপ্লে ও কী-বোর্ড সমন্বিত আধুনিক প্রযুক্তিতে তৈরি একটি উন্নতমানের লেভেল যন্ত্র। যে কোন স্টেশনের স্টাফ পাঠ (RAB কোড স্টাফ) ইলেকট্রনিকস পদ্ধতিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে এর সাহায্যে নেয়া যায় এবং সাধারণ স্টাফেও পাঠ নেয়া যায়। বিভিন্ন জরিপ যন্ত্রপাতি নির্মাতা প্রতিষ্ঠান বিভিন্ন মডেলের ডিজিটাল লেভেল বাজারজাত করে থাকে এবং নির্মাতা প্রতিষ্ঠানের দেয়া 'অপারেশন ম্যানুয়েল' অনুযায়ী কার্যাদি করতে হয়। রিচার্জেবল ব্যাটারিতে চালিত লেভেলিং, অনুভূমিক দূরত্ব মাপন, অনুভূমিক কোণ মাপনে, ডাটা রেকর্ডিং ইত্যাদি কাজের উপযোগী SOKKIA নির্মিত SDL 30/SDL 50 মডেলের ডিজিটাল লেভেলে ব্যবহৃত হয়। নিম্নে একটি ডিজিটাল লেভেলের চিত্রে এর বিভিন্নাংশ দেখানো হল ঃ (চিত্র ৩.৭)



চিত্র ঃ ৩.৭ ডিজিটাল লেভেল এর বিভিন্নাংশ

ডিজিটাল লেভেলে নিম্নের সুবিধাগুলো পাওয়া যায় ঃ

(ক) এতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সূক্ষ্ম পরিমাপে (0.1 মিমি পর্যন্ত) দ্রুত পাঠ গ্রহণ করা যায়।

(খ) এতে আরএবি (RAB) কোর্ড স্টাফ বা সাধারণ স্টাফে পাঠ নেয়া যায়।

(গ) বিরূপ পরিবেশে বিশেষ করে প্রখর রৌদ্রে, অন্ধকারে, কম্পন অবস্থানেও এতে পাঠ গ্রহণ করা যায়।

(ঘ) এতে তথ্য রেকর্ডিং ও স্থানান্তরের ব্যবস্থা আছে।

(ঙ) এতে পরিমাপের ক্ষেত্রে (i) সিঙ্গেল (Single) (ii) পুনরাবৃত্তি (Repeat) (iii) গড় (Average) ও (iv) ট্রাকিং (Tracking) মোড ব্যবহার করা হয়।

(চ) এটির বহন, স্থাপন ও স্থানান্তর সহজ।

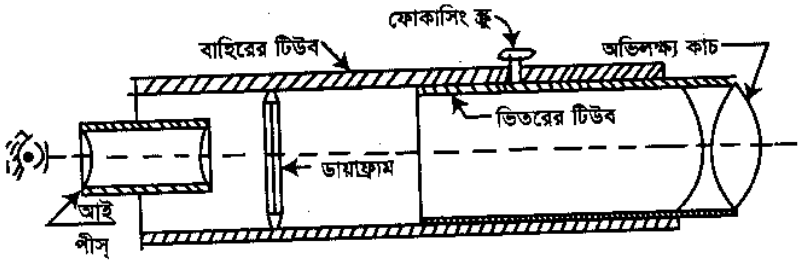
৩.৩ লেভেল যন্ত্রের বিভিন্নাংশ (Different parts of level) ঃ

অনুভূমিক দৃষ্টিরেখা প্রদানই লেভেল যন্ত্রের প্রধান উদ্দেশ্য। এ উদ্দেশ্য সাধনে একটি লেভেল যন্ত্রের নিম্নোক্ত অঙ্গগুলো থাকা আবশ্যক। তবে এক্ষেত্রে বিশেষভাবে স্মরণীয় যে, নির্মাতা প্রতিষ্ঠানের ডিজাইন, যন্ত্রের সমন্বয় ও সংস্থাপনে সুবিধা প্রদানের জন্য বিশেষ বিশেষ লেভেল যন্ত্রে আবশ্যকীয় অঙ্গগুলোর মধ্যে ভিন্নতা, এক বা একাধিক প্রাসঙ্গিক অঙ্গের সংযোজন থাকতে পারে।

দুরবিন (Telescope) ঃ দুরবিন একটি আলোক যন্ত্র। এটা দূরের লক্ষ্যবস্তুকে স্পষ্ট দৃষ্টিরেখায় আনয়ন করে। এটা মূলত বডি বা টিউব, অভিনেত্র (Eye piece), ডায়াফ্রাম (Diaphragm), ফোকাসিং স্ক্রু (Focussing screw), অভিলক্ষ্য কাচ (Object glass), পিনিয়ন ও র‍্যাক (Pinion and Rack) সংবলিত বিবর্ধক যন্ত্রবিশেষ।

দুরবিন দু' ধরনের, যথা– (i) বহিঃফোকাসিং দুরবিন ও ii) অন্তঃফোকাসিং দুরবিন।

(i) বহিঃফোকাসিং দুরবিন (External focussing telescope) ঃ এ ধরনের দুরবিনে অভিনেত্র ও অভিলক্ষ্য কাচ দু'টি পৃথক টিউবের প্রান্তে সংযুক্ত থাকে এবং একটি টিউব অপর টিউবটির ভিতর দিয়ে সামনে পিছনে আসা-যাওয়া করতে পারে (চিত্র ৩.৭)। তবে সাধারণত বাইরের টিউবের বাইরের প্রান্তে অভিনেত্র কাচ এবং ভিতরের টিউবের বাইরের প্রান্তে অভিলক্ষ্য কাচ সংযুক্ত থাকে। টিউবদ্বয়ে রেক ও পিনিয়ন ব্যবস্থা থাকে এবং বাইরের টিউবে সংযুক্ত ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে ডায়াফ্রামের সাপেক্ষে ভিতরের টিউবকে বাইরের টিউবের ভিতরে প্রবেশ বা ভিতর হতে বের করানো যায় এবং ফোকাসিং স্ক্রু সামনে-পিছনে ঘুরিয়ে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্বকে ক্রস হেয়ারে স্পষ্টভাবে পতিত করা যায়।



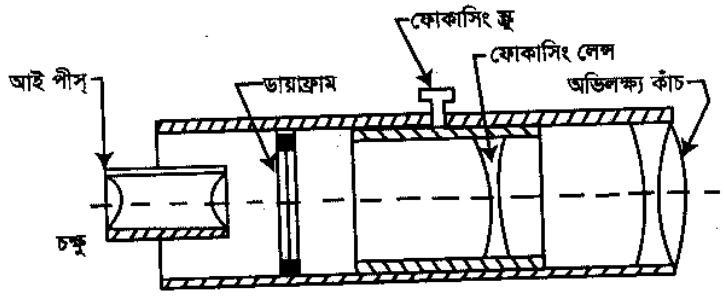
চিত্র ঃ ৩.৮

অভিলক্ষ্য কাচ ফোকাসিং এর পূর্বে অভিনেত্র কাচ এমনভাবে সমন্বয় করা যায় যেন ক্রস হেয়ার যথার্থভাবে পরিদৃশ্য হয়। অভিনেত্র কাচ দুরবিনে মূল টিউবের (বাইরের টিউবে) বাইরের দিকের প্রান্তের ভিতরে বা বাইরে রিং এর সাহায্যে আটকানো হয়। অভিনেত্র কাচ ফোকাসিং এর জন্য অভিলক্ষ্য কাচের সামনে একখণ্ড সাদা কাগজ ধরে বা দুরবিনকে আকাশমুখী করে ক্রস হেয়ার যথার্থভাবে পরিদৃশ্য হওয়া পর্যন্ত অভিনেত্র সংযোগকারী রিং ঘুরাতে হয়।

বহিঃফোকাসিং দুরবিনের সুবিধাসমূহ ঃ (১) এগুলোতে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের উজ্জ্বলতা অপেক্ষাকৃত বেশি এবং (২) এর ভিতরের অংশ সহজে পরিষ্কার ও মেরামত করা যায়।

বহিঃফোকাসিং দুরবিনের অসুবিধাসমূহ ঃ (১) এগুলোর ভিতরে জলীয় বাষ্প ও ধূলিকণা প্রবেশ করে ও সহজে এগুলো নষ্ট হয়। (২) এগুলোর গঠন ভারসাম্যহীন। (৩) এগুলো ব্যবহারে ভুলত্রুটি অধিক হয় (ত্রুটিপূর্ণ নির্মাণের জন্য)। (৪) এগুলোর দ্বারা স্টেডিয়া জরিপ কষ্টকর ও ত্রুটিপূর্ণ ফলাফল পাওয়া যায়। (৫) এগুলোর বিবর্ধন ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য অধিক দৈর্ঘ্যের টিউব ব্যবহার করতে হয়। (৬) ব্যবহার ক্ষেত্রে জটিলতা সৃষ্টি করে বিধায় বর্তমানে এগুলোর ব্যবহার সীমিত এবং (৭) বর্তমানে এগুলোর তেমন ব্যবহার পরিলক্ষিত হয় না।

(ii) অন্তঃফোকাসিং দুরবিন (Internal focussing telescope) ঃ এ ধরনের দুরবিনে একই টিউবে অভিনেত্র, ডায়াফ্রাম ও অভিলক্ষ্য কাচ স্থাপন করা হয় এবং ডায়াফ্রাম ও অভিলক্ষ্য কাচের মাঝে স্বল্পদৈর্ঘ্যের একটি টিউবের প্রান্তে ডাবল কনকেভ লেন্স (ফোকাসিং লেন্স) বসানো থাকে (চিত্র ৩.৮)। এ স্বল্পদৈর্ঘ্যের টিউবে রেক ও পিনিয়ন সংযুক্ত থাকে এবং এ টিউবকে মূল দুরবিনের টিউবে স্থাপিত ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে সামনে-পিছনে নেয়া যায়। ফলে ফোকাসিং লেন্সকে সামনে-পিছনে নিয়ে অভিলক্ষ্য কাচে সৃষ্ট লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্বকে যথার্থ ও সুস্পষ্টভাবে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারের উপর পতিত করা যায়।



চিত্র ঃ ৩.৯ অন্তঃফোকাসিং দুরবিন

অন্তঃফোকাসিং দুরবিনের সুবিধাসমূহ ঃ (১) এগুলোতে ব্যবহৃত দুরবিন টিউবের দৈর্ঘ্য বহিঃফোকসিং দুরবিনের চেয়ে ছোট ফলে এগুলো ওজনে হালকা । (২) এগুলোতে ফোকাসিং লেন্স সামনে/পিছনে আনা-নেয়ার ফলে এগুলোর ভারসাম্যতায় তেমন বিঘ্নতা ঘটায় না এবং লেভেল টিউবের বাবলেও তেমন বিঘ্নতা সৃষ্টি করে না। (৩) এগুলোর ভিতর বালিকণা ও জলীয় বাষ্প প্রবেশ করতে পারে না বিধায় এগুলো দীর্ঘদিন ব্যবহার করা যায়। (৪) স্বল্পদৈর্ঘ্যের টিউবের জন্য রেক ও পিনিয়ন ব্যবহৃত হয় বিধায় এগুলোর ক্ষয়ও কম হয়। (৫) এগুলো লক্ষ্যবস্তুর অপেক্ষাকৃত ভাল প্রতিচ্ছবি সৃষ্টি করে এবং এগুলোর আলোকীয় ধর্মাবলি অপেক্ষাকৃত উত্তম । (৬) এগুলোর ফোকাসিং কালে দৃষ্টিরেখার উপর বিশেষ কোন প্রভাব পড়ে না। (৭) এগুলোর ফোকাসিং কালে ফোকাসিং লেন্স ও অভিলক্ষ্য কাচ সম্মিলিতভাবে কার্যকরী ফোকাস দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে, ফলে লেন্সের শক্তি বৃদ্ধি পায়। (৮) টেকোমিটারে এ ধরনের দুরবিন ব্যবহার করলে যোগবোধক ধ্রুবের মান নগণ্য হয়ে যায়, ফলে হিসাবনিকাশ সহজতর হয়। (৯) যেহেতু এগুলোর দুরবিনের দৈর্ঘ্য ছোট তাই থিওডোলাইটে এগুলো অনুভূমিক অক্ষের সাপেক্ষে উল্লম্ব তলে ঘুরানো সহজতর।

অন্তঃফোকাসিং দুরবিনের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। যেহেতু এগুলোতে অভিনেত্র কাচ ও অভিলক্ষ্য কাচের মাঝে ফোকাসিং লেন্স ব্যবহৃত হয় তাই প্রতিবিম্বে উজ্জ্বলতা কিঞ্চিত কমে যায় (তবে ব্লুমড লেন্স ব্যবহার করে এ ত্রুটি দূর করা যায়)।

২। কার্যক্ষেত্রে এ দুরবিনের ভিতরের দিক পরিষ্কার বা মেরামত করা যায় না।

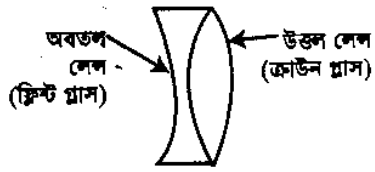
অন্তঃফোকাসিং ও বহিঃফোকাসিং দুরবিনের মধ্যে পার্থক্য ঃ

পার্থক্যের দিক	অন্তঃফোকাসিং	বহিঃফোকাসিং দুরবিন
গঠন	(ক) একই টিউবে অভিনেত্র কাচ, অভিলক্ষ্য কাচ ও ডায়াফ্রাম থাকে ।	(ক) দু'টি টিউব থাকে— বাইরের টিউবটিতে অভিনেত্র কাচ ও ডায়াফ্রাম এবং ভিতরে টিউবটির প্রান্তে অভিলক্ষ্য কাচ সংযুক্ত থাকে।
	(খ) ফোকাসিং এর জন্য ফোকাসিং লেন্স ব্যবহৃত হয়।	(খ) অভিলক্ষ্য কাচ সংযুক্ত টিউবটি সামনে-পিছনে করে ফোকাসিং করা হয়।
	(গ) টিউবের উভয় প্রান্ত বন্ধ থাকে।	(গ) বাইরের টিউবের প্রান্তে ভিতরের টিউব সামনে-পিছনে আসা-যাওয়া করতে পারে।
	(ঘ) টিউবের দৈর্ঘ্য অপেক্ষাকৃত ছোট।	(ঘ) টিউবের দৈর্ঘ্য অপেক্ষাকৃত লম্বা।
	(ঙ) সুষম ও ভারসাম্য গঠন।	(ঙ) গঠন সুষম ও ভারসাম্য নয়।
প্রতিবিম্বের উজ্জ্বলতা	প্রতিবিম্বের উজ্জ্বলতা অপেক্ষাকৃত কম।	প্রতিবিম্বের উজ্জ্বলতা অপেক্ষাকৃত অধিক।
পরিষ্কারকরণ ও মেরামত	(ক) জলীয় বাষ্প ও ধূলিকণা দুরবিনের ভিতরে প্রবেশ করে না বিধায় ভিতরে পরিষ্কারকরণের তেমন দরকার পড়ে না।	(ক) ধুলাবালি ও জলীয় বাষ্প দুরবিনের ভিতরে প্রবেশ করতে পারে বিধায় ভিতরে পরিষ্কার-করণের দরকার হয়।
	(খ) কার্যক্ষেত্রে মেরামত ও পরিষ্কার করা যায় না।	(খ) কার্যক্ষেত্রে পরিষ্কার ও মেরামত করা যায়।
ব্যবহার	(ক) বহুল ব্যবহৃত।	(ক) বর্তমানে প্রায় অপ্রচলিত।
	(খ) টেকোমিটারে ব্যবহার করলে হিসাবনিকাশ সহজতর হয়।	(খ) টেকোমিটারে ব্যবহার করলে হিসাবনিকাশ জটিলতর হয়।

সার্ভেপ্রো-১—১(ক)

অভিলক্ষ্য কাচ (objective or object glass) ঃ.

শক্ত ক্রাউন কাচের ডাবল কনভেক্স লেন্স ও ভারী (Dense) ফ্লিন্ট কাচের কনকেভ-কনভেক্স লেন্স এর সমন্বয়ে তৈরি একটি মিশ্র কাচে অভিলক্ষ্য কাচ তৈরি (চিত্র - ৩.৯)। ডাবল কনভেক্স লেন্সটি বাইরের দিকে এবং কনকেভ-কনভেক্স লেন্সটি ভিতরের দিকে রেখে দুরবিনে অভিলক্ষ্য কাচটি স্থাপন করা হয়।



চিত্র ঃ ৩.১০ অভিলক্ষ্য কাচ

এতে আলোকীয় দু'টি ত্রুটি– (ক) বর্ণ পেরন ও (খ) গোলকীয় পেরন হতে দুরবিন প্রায় মুক্ত থাকে। এ লেন্সকে ক্রোমেকিক লেন্স বলা হয়। এর সাহায্যে ক্রস হেয়ার তলে বাস্তব ও উল্টো প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় এবং অভিনেত্র কাচের মাধ্যমে প্রতিবিম্ব স্বাভাবিক বা উল্টা দেখার ব্যবস্থা নেয়া যায়।

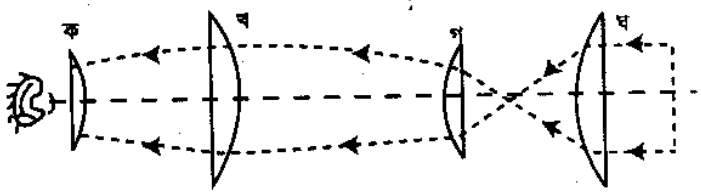
অভিনেত্র (Eye piece) ঃ দুরবিনের টিউবের দর্শক দিকের প্রান্তে অভিনেত্র স্থাপন করা হয়। এটা দু'টি সমান সমোত্তল লেন্সের সমন্বয়ে তৈরি এবং বিবর্ধনকারী হিসাবে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার ও অভিলক্ষ্য কাচ কর্তৃক প্রতিবিম্বকে স্পষ্ট করে দেখায়।

অভিনেত্র দু' ধরনের, যথা–

(i) খাড়া বা স্বাভাবিক অভিনেত্র (Erecting eye piece)

(ii) উল্টা অভিনেত্র (Inverting eye piece)।

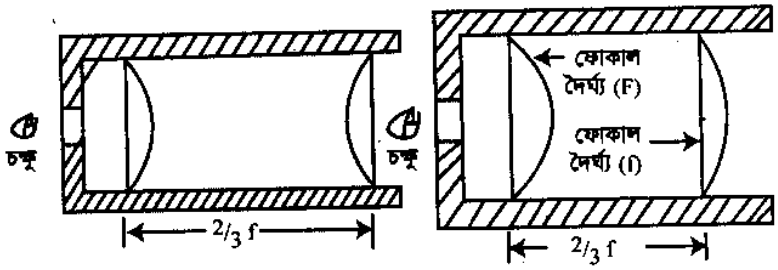
(i) খাড়া বা স্বাভাবিক অভিনেত্র ঃ চারটি লেন্স– (ক) একটি নেত্র লেন্স (Eye lens) (খ) একটি ফিল্ড লেন্স (গ) একটি বিবর্ধক লেন্স (ঘ) একটি অবজেক্ট লেন্স চিত্রানুরূপ (চিত্র - ৩.১০) সজ্জিত ও সমন্বয় করে এ ধরনের অভিনেত্র তৈরি করা হয়।



চিত্র ঃ ৩.১১ স্বাভাবিক অভিনেত্র

দুরবিনে এটা ব্যবহৃত হলে অভিলক্ষ্য কাচের সৃষ্ট ডায়াফ্রামে পতিত উল্টা প্রতিবিম্ব দর্শক স্বাভাবিক প্রতিবিম্ব হিসাবে দেখতে পায়। তবে এ ধরনের অভিনেত্র ব্যবহারে আলোর ঔজ্জ্বল্য কমে যায়।

(ii) উল্টা অভিনেত্র ঃ দু'টি সম প্লেনো কনভেক্স লেন্স– (ক) নেত্র লেন্স (Eye lens) ও (খ) ফিল্ড লেন্স চিত্রানুরূপ সজ্জিত ও সমন্বয় করে এ ধরনের অভিনেত্র তৈরি করা হয়। এ ধরনের অভিনেত্রের দুরবিনে দর্শক অভিলক্ষ্য কাচের সৃষ্ট ডায়াফ্রামে পতিত লক্ষ্যবস্তুর উল্টা প্রতিবিম্ব উল্টাই দেখতে পায়। তবে এ ধরনের দুরবিনে আলোর ঔজ্জ্বল্য স্বাভাবিক থাকে এবং দুরবিনের দৈর্ঘ্য কম হয়। উল্টা অভিনেত্র দু' ধরনের হয়ে থাকে, যথা– রামস্‌ডেন অভিনেত্র (Ramsden, চিত্র ৩.১১) ও হুইজেন অভিনেত্র (Huygen, চিত্র ৩.১২) তবে প্রথমোক্তটির ব্যবহারই অধিক দেখা যায়।



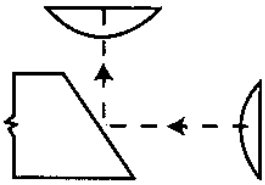
উল্টা অভিনেত্র (রামসডেন) উল্টা অভিনেত্র (হুইজেন)

চিত্র ঃ ৩.১২ ও ৩.১৩

খাড়া বা স্বাভাবিক অভিনেত্র এবং উল্টা অভিনেত্রের মধ্যে নিম্নের ছকে উদ্ধৃত পার্থক্যগুলো পরিলক্ষিত হয় ঃ

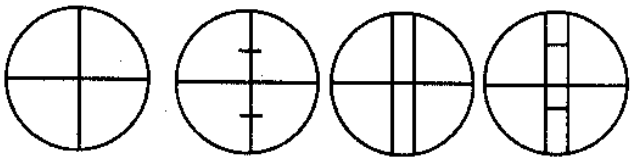
পার্থক্যের দিক	খাড়া বা স্বাভাবিক অভিনেত্র	উল্টা অভিনেত্র
ব্যবহৃত লেন্সের সংখ্যা	চারটি	দুটি
আলোর ঔজ্জ্বল্য	কমিয়ে দেয়	আলোর ঔজ্জ্বল্যে কোন প্রভাব পড়ে না
ব্যবহার	সীমিত ক্ষেত্রে	জরিপ যন্ত্রে বহুল ব্যবহার
দুরবিনের দৈর্ঘ্য	অপেক্ষাকৃত লম্বা	অপেক্ষাকৃত ছোট
প্রতিবিম্ব	দর্শক স্বাভাবিক প্রতিবিম্ব দেখে	দর্শক উল্টা প্রতিবিম্ব দেখে।

উপরিউক্ত ধরনের অভিনেত্র ছাড়াও জ্যোতির্ষীয় জরিপে বা যে সকল ক্ষেত্রে দুরবিন অধিক ঢালু অবস্থায় রেখে পর্যবেক্ষণ করতে হয় ঐ সকল ক্ষেত্রে ডায়াগোনাল অভিনেত্রের দুরবিন ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এ ধরনের অভিনেত্র চিত্রানুরূপে (চিত্র -৩.১৩) সজ্জিত দুটি প্লেনো কনভেক্স লেন্সের মাঝে দুরবিনের অনুভূমিক অক্ষের সাথে ৪৫ক্ক কোণে একটি আয়না বা প্রিজম বসিয়ে ডায়াফ্রামে পতিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্বকে দুরবিন অক্ষের সমকোণে প্রতিফলিত করা হয় এবং দর্শক লক্ষ্যবস্তুকে দুরবিন অক্ষের সমকোণ দেখতে পায়।



চিত্র ঃ ৩.১৪ ডায়াগোনাল অভিনেত্র

ডায়াফ্রাম (Diaphragm) ঃ এটা ব্রাস বা গান মেটালের রিং বিশেষ যাতে মাকড়সার আঁশ, সূক্ষ্ম প্লাটিনামের তার বা গ্লাসে সূক্ষ্ম দাগ কেটে ক্রস হেয়ার তৈরি করে চারটি কেপাসটেন হেডেড্ স্ক্রুর সাহায্যে আটকিয়ে দেয়া হয়। বিভিন্ন যন্ত্রে ক্রস হেয়ারের বিন্যাস ভিন্ন ভিন্ন হতে পারে। চিত্রে ক্রস হেয়ারের কয়েকটি বিন্যাস দেখানো হলো ঃ (চিত্র ৩. ১৪)।



চিত্র ঃ ৩.১৫

ডায়াফ্রাম স্ক্রু (Diaphragm screw) ঃ এগুলো কেপাসটেন হেডেড্ স্ক্রু । এগুলোর সাহায্যে ক্রস হেয়ারকে প্রয়োজনীয় সমন্বয়ের জন্য উপরে-নিচে এবং ডানে-বামে সরানো যায়।

ফোকাসিং স্ক্রু (Focussing screw) ঃ এর সাহায্যে প্রতিবিম্বকে ডায়াফ্রাম তলে আনয়ন করা যায় এবং দুরবিনে আলো প্রবেশকে নিয়ন্ত্রণ করে প্রতিবিম্ব দৃষ্টিগোচরে আনা যায়।

রে শেড (Ray shade) ঃ এর সাহায্যে অভিলক্ষ্য কাচের উপর পতিত অপ্রয়োজনীয় আলো প্রতিরোধ করা যায়।

লেভেল টিউব (Level tube) ঃ লেভেল টিউব বা বাবল টিউব জরিপ যন্ত্রের একটি অত্যাবশ্যকীয় অঙ্গ। যন্ত্র বা দৃষ্টিরেখাকে অনুভূমিককরণে এর প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য। এটা স্বচ্ছ কাচের টিউবে তৈরি। এর মধ্যে আংশিক ফাঁকা রেখে বাকি অংশ তরল পদার্থে পূর্ণ করা থাকে। এটাতে ব্যবহারিত তরল কম সান্দ্রতার ও স্বাভাবিক তাপমাত্রায় তরল অবস্থায় থাকার গুণসম্পন্ন হওয়া বাঞ্ছনীয়। এটাতে তরল পদার্থ হিসাবে অ্যালকোহল, ইথার বা ক্লোরোফর্ম ব্যবহৃত হয়। যন্ত্র বা দৃষ্টিরেখা অনুভূমিক হওয়ার জন্য বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে (টিউবের ফাঁকা অংশ) থাকা আবশ্যক।

লেভেলিং হেড (Levelling head) ঃ এটা ট্রাইব্রেস (Tribrach) ও ট্রাইভিট (Trivet) সমন্বয়ে লেভেল টিউবের বুদবুদকে টিউবের কেন্দ্রে আনার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ত্রেপায়া (Tripoid) ঃ এটা লেভেল যন্ত্রকে ধারণ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩.৪ সমতলমিতি সম্পর্কিত পরিভাষা (Term related of levelling) ঃ

(ক) কলিমেশন রেখা (Line of collimation) ঃ ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারের ছেদবিন্দু এবং অভিলক্ষ্য কাচের আলোক কেন্দ্র সংযোগকারী কাল্পনিক রেখা এবং এ রেখার পরিবর্ধককে কলিমেশন রেখা বলা হয়। এ রেখাকে প্রধান দৃষ্টিরেখা (Principal line of sight)-ও বলা হয়। দর্শক দুরবিন দিয়ে তাকালে প্রান্তীয় দৃষ্টিরেখাদ্বয় দর্শকের চোখে যে কোণ সৃষ্টি করে, তাকে দুরবিনের মেঠো দৃশ্য (Field of view of telescope) বলে।

(খ) দুরবিনের অক্ষ (Axis of telescope) ঃ অভিলক্ষ্য কাচের আলোক কেন্দ্র এবং অভিনেত্রের কেন্দ্রের সংযোগকারী কাল্পনিক রেখাকে দুরবিনের অক্ষ বলা হয়।

(গ) বাবল টিউবের অক্ষ (Axis of bubble tube) ঃ বাবল টিউবের লম্বালম্বি বাঁকের মধ্যবিন্দুতে যে কাল্পনিক স্পর্শক কল্পনা করা যায়, তাকে বাবল টিউবের অক্ষ বা বাবল অক্ষ বলা হয়। বাবল টিউবের বুদবুদ বাবল টিউবের কেন্দ্রে থাকলে বাবল অক্ষ প্রকৃত অনুভূমিক রেখা সৃষ্টি করে।

(ঘ) উল্লম্ব অক্ষ (Vertical axis) ঃ ঘূর্ণন অক্ষের কেন্দ্রীয় রেখাকে উল্লম্ব অক্ষ বলা হয় অর্থাৎ যন্ত্রটি যে অক্ষকে কেন্দ্র করে অনুভূমিক তলে ঘুরে ঐ অক্ষকে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ বলা হয়।

(ঙ) যন্ত্রের উচ্চতা (Height of instrument) ঃ লেভেল যন্ত্রকে যথার্থভাবে সমন্বয় করার পর কলিমেশন তলের হ্রাসকৃত তল (Reduced level = R. L) বা এলিভেশনকে যন্ত্রের উচ্চতা বলা হয়।

(চ) কলিমেশন তল (Plane of collimation) ঃ যথার্থভাবে সমন্বিত যন্ত্রকে সঠিকভাবে সমতল (Levelled) করার পর যন্ত্রটি ঘুরালে কলিমেশন রেখা যে অনুভূমিক তলে ঘুরে, তাকে কলিমেশন তল বলা হয়। এটাকে দৃষ্টিতল (Plane of sight)-ও বলা হয়।

(ছ) ফোকাসিং (Focussing) ঃ লক্ষ্যবস্তুকে (লক্ষ্যবস্তুর প্রতিচ্ছবিকে) স্পষ্ট পরিষ্কারভাবে দেখার জন্য অভিনেত্র লেন্স ও অভিলক্ষ্য লেন্সকে সঠিক দূরত্বে স্থাপন করাকেই ফোকাসিং বলা হয়। উপরিউক্ত লেন্সদ্বয়ের ফোকাস অবশ্যই ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারের ছেদবিন্দুতে মিলবে তাই উভয়ের যৌথ ফোকাস বিন্দুতে ডায়াফ্রাম স্থাপন করা হয়। এক্ষেত্রে প্রথমে অভিনেত্র লেন্সের ফোকাসিং কাজ করার পর অভিলক্ষ্য লেন্সের ফোকাসিং করা হয়।

(i) **অভিনেত্রের ফোকাসিং ঃ** ডায়াফ্রামের 'ক্রস হেয়ারক' স্পষ্ট পরিষ্কার পরিদৃশ্য না হওয়া পর্যন্ত অভিনেত্র লেন্সকে (আই পিচ স্ক্রু ঘুরিয়ে) ডায়াফ্রামের সাপেক্ষে সামনে পিছনে নিয়ে অভিনেত্র লেন্সকে স্থাপন করে অভিনেত্রের ফোকাসিং করা হয়। এ দূরত্বের পরিমাণ দর্শকের দৃষ্টিশক্তির (Eye sight) উপর নির্ভর করে।

(ii) **অভিলক্ষ্যের ফোকাসিং ঃ** লক্ষ্যবস্তুর প্রতিচ্ছবিকে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার তলে পতিত করাই অভিলক্ষ্য ফোকাসিং এর মূল উদ্দেশ্য যেন লক্ষ্যবস্তু অভিনেত্র লেন্সের সাহায্যে স্পষ্ট দৃষ্টিগোচর হয়।

(জ) প্যারালাক্স (Parallax) ঃ যদি অভিলক্ষ্য লেন্সের মাধ্যমে সৃষ্ট প্রতিচ্ছবি ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার তলে পতিত না হয়ে উক্ত তলের সামনে বা পিছনে পতিত হয় তবে অভিনেত্রে দর্শকের চোখ উঠানামা করলে প্রতিচ্ছবি ক্রস হেয়ারের সাপেক্ষে উঠানামা করে। দুরবিনের এ ত্রুটিকে প্যারালাক্স বলা হয়। অভিলক্ষ্য লেন্সের প্রকৃত ফোকাসিং না হওয়ার দরুনই এরূপ হয়ে থাকে। যদি দর্শকের চোখ উপরে উঠালে প্রতিচ্ছবি উপরে উঠে এবং চোখ নিচে নামালে প্রতিচ্ছবি নিচে নামে অর্থাৎ চোখের উঠানামার সাথে প্রতিচ্ছবির উঠানামার দিক সমধর্মী হয় তবে বুঝা যাবে প্রতিচ্ছবি ডায়াফ্রামের সামনে পড়েছে। এ অবস্থায় ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে অভিলক্ষ্য লেন্স ভিতরের দিকে আনতে হবে। আর ব্যতিক্রম হলে অর্থাৎ চোখের উঠানামার সাথে প্রতিচ্ছবি উঠানামা বিপরীতমুখী হলে বুঝা যাবে প্রতিচ্ছবি ডায়াফ্রামের পিছনে পড়েছে। এক্ষেত্রে ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে অভিলক্ষ্য লেন্সকে বাইরের দিকে নিতে হবে। প্যারালাক্স লেভেলিং এর ক্ষেত্রে ভ্রান্তির একটি অন্যতম উৎস এবং অভিলক্ষ্য লেন্সের যথার্থ ফোকাসিং এর মাধ্যমে এর পুরোপুরি দূরীকরণ সম্ভব। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, অভিনেত্র একবার কোন নির্দিষ্ট দর্শকের জন্য সমন্বয় করলে ঐ ব্যক্তির জন্য পুনঃঅভিনেত্রের সমন্বয়ের দরকার পড়ে না। কিন্তু অভিলক্ষ্যের ক্ষেত্রে স্টাফের দূরত্বের প্রতিটি পরিবর্তনেই যথার্থ ফোকাসিং করে পাঠ নিতে হয়।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বর্তমানে বহুল ব্যবহৃত তিনটি লেভেল যন্ত্রের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ (ক) ডাম্পি লেভেল (খ) টিলটিং লেভেল ও (গ) অটোমেটিক লেভেল বর্তমানে বহুল ব্যবহৃত হয়।

২। **লেভেলিং কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ লেভেলিং কাজে (ক) লেভেল যন্ত্র (খ) লেভেলিং স্টাফ (গ) শিকল বা ফিতা (ঘ) লেভেল বই ও (ঙ) পেন্সিল/কলম ব্যবহৃত হয়।

৩। **দুরবিনের অঙ্গ গুলোর নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ দুরবিন (ক) বডি বা টিউব (খ) অভিনেত্র (গ) অভিলক্ষ্য কাচ (ঘ) ডায়াফ্রাম (ঙ) ডায়াফ্রাম স্ক্রু (চ) ফোকাসিং স্ক্রুর সমন্বয়ে গঠিত।

৪। **প্যারালাক্স কী?** [বাকাশিবো-২০০৫ (আ), ০৮, ০৯, ১৩]

অথবা, প্যারালাক্স বলতে কী বোঝায়?

উত্তর ঃ প্যারালাক্স এক ধরনের যান্ত্রিক ত্রুটি। এ ত্রুটি লেভেল যন্ত্রে দেখা দিলে সঠিক পাঠ পাওয়া যায় না।

৫। **লেভেল যন্ত্রের প্যারালাক্স কীভাবে বুঝা যায়?** [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের অভিনেত্রে দর্শকের চক্ষু উপর নিচ করলে যদি স্টাফ পাঠ কমবেশি হয়, তখনই বুঝা যায় যে, যন্ত্রে প্যারালাক্স দেখা দিয়েছে।

৬। **লেভেল যন্ত্রের প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১৩]

উত্তর ঃ অভিনেত্র ও ফোকসিং স্ক্রু ঘুরিয়ে সঠিকভাবে ফোকাস করে প্যারালাক্স ত্রুটি দূর করা যায়।

৭। **যন্ত্রের উচ্চতা কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪ (প), ০৫, ১১]

অথবা, যন্ত্রের উচ্চতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর ঃ যথার্থভাবে সমন্বিত লেভেল যন্ত্রের কলিমেশন রেখার হ্রাসকৃত তলই (R.L) যন্ত্রের উচ্চতা।

৮। **কলিমেশন তল কী?**

উত্তর ঃ যথাযথভাবে সমন্বিত লেভেল যন্ত্রের কলিমেশন রেখা যে অনুভূমিক তলে অবস্থান করে, তা কলিমেশন তল।

৯। **টিলটিং লেভেলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী?**

উত্তর ঃ টিলটিং লেভেলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো– উল্লম্ব অক্ষ ও কলিমেশন রেখা পরস্পর সমকোণে না থাকলেও সঠিক স্টাফ পাঠ নেয়া যায়।

১০। **ফোকাসিং এর দিক হতে দুরবিনকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?**

উত্তর ঃ ফোকাসিং এর দিক হতে দুরবিনকে (ক) অন্তঃফোকাসিং ও (খ) বহিঃফোকাসিং এই দু' শ্রেণিতে ভাগ করা যায়।

১১। **দুরবিনের অক্ষ কী?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ অভিলক্ষ্য কাচের আলোক কেন্দ্র এবং অভিনেত্রের কেন্দ্রের সংযোগকারী কাল্পনিক রেখাই দুরবিনের অক্ষ।

১২। **দুরবিনের অভিনেত্র প্রধানত কী কী ধরনের হয়ে থাকে?**

উত্তর ঃ দুরবিনের অভিনেত্র প্রধানত– (ক) খাড়া ও (খ) উল্টা এই দু'ধরনের হয়ে থাকে।

১৩। **জ্যোতিষীয় দুরবিনে কী ধরনের অভিনেত্র ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ জ্যোতিষীয় দুরবিনে ডায়াগোনাল অভিনেত্র ব্যবহার করা হয়।

১৪। **প্রধান দৃষ্টিরেখা কী?**

উত্তর দুরবিনের ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারে ছেদবিন্দু ও অভিলক্ষ্য কাচের আলোক কেন্দ্রগামী দৃষ্টিরেখাই প্রধান দৃষ্টিরেখা।

[বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৪]

১৫। **কলিমেশন রেখা কী?**

অথবা, লাইন অব কলিমেশন কাকে বলে?

উত্তর দুরবিনের অভিনেত্রের কেন্দ্রবিন্দু, ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারে ছেদবিন্দু ও অভিলক্ষ্য কাচের আলোক কেন্দ্র সংযোজিত কল্পিত সরল রেখাই কলিমেশন রেখা।

[বাকাশিবো-২০০৯]

১৬। **লেভেল যন্ত্রে ফোকাসিং স্ক্রু এর কাজ কী?**

উত্তর ফোকাসিং স্ক্রু প্রতিবিম্বকে ডায়াফ্রাম তলে আনয়নে সাহায্য করে, দুরবিনে আলো প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে এবং প্রতিবিম্ব দৃষ্টিগোচর করে।

[বাকাশিবো-২০০৪ (প)]

১৭। **রে-শেড এর কাজ কী?**

উত্তর রে-শেড অভিলক্ষ্য কাচের উপর পতিত অপ্রয়োজনীয় আলো প্রতিরোধ করে।

১৮। **দুরবিনের ফোকাসিং কী? অথবা ফোকাসিং বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর দুরবিন টিউবে অভিলক্ষ্য লেন্স ও অভিনেত্র লেন্স যথাযথ দূরত্বে স্থাপন করে লক্ষ্যবস্তুকে স্পষ্ট পরিষ্কার দেখার উপযোগী করার প্রক্রিয়াই দুরবিনের ফোকাসিং।

১৯। **ডিজিটাল লেভেল বলতে বুঝায়?**

উত্তর যে কোন স্টেশনে স্থাপিত আরএবি (RAB) স্টাফ এর পাঠমান সরাসরি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইলেকট্রনিক পদ্ধতি যে লেভেল স্বীয় ডিসপ্লেতে প্রদর্শন করে, তাকে ডিজিটাল লেভেল বলা হয়। এর সাহায্যে সাধারণ স্টাফের পাঠমানও পড়া যায়।

২০। **যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ কী?**

উত্তর যন্ত্রের বাবল টিউবের বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় অনুভূমিক তলে ঘুরালে যন্ত্রটি যে অক্ষের উপর ঘুরে, তাকে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ বলা হয়।

২১। **যন্ত্রের বাবল অক্ষ কী?**

উত্তর যন্ত্রের বাবল টিউবের লম্বালম্বি বাঁকের শীর্ষবিন্দুতে অঙ্কিত কাল্পনিক স্পর্শকই যন্ত্রের বাবল অক্ষ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বিভিন্ন ধরনের লেভেল যন্ত্রের নাম লেখ।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

২। **ওয়াই লেভেলের তুলনায় ডাম্পি লেভেলের সুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **ওয়াই লেভেলের তুলনায় ডাম্পি লেভেলের অসুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **ওয়াই লেভেলের অসুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৫। **ওয়াই লেভেলের সুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৬। কুকস্ রিভারসিবল লেভেলের সংক্ষিপ্ত পরিচিতি দাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৭। কুশিং লেভেল ও ডাম্পি লেভেলের মধ্যে পার্থক্যগুলো উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৮। খাড়া ও উল্টা অভিনেত্রের পার্থক্য উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৯। অটোমেটিক লেভেলের বিভিন্নাংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

১০। প্যারালাক্স কেন হয় এবং ইহা দূর করার উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৪ দ্রষ্টব্য।

১১। ডিজিটাল লেভেল এর বিভিন্নাংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ চিত্র ৩.২ দ্রষ্টব্য।

১২। ডায়াফ্রাম কী? বিভিন্ন প্রকার ক্রস হেয়ারের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ এবং চিত্র ৩.১৫ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। বিভিন্ন ধরনের লেভেলের পরিচিতি উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

২। পার্থক্যের দিক উল্লেখপূর্বক ডাম্পি লেভেল ও ওয়াই লেভেলের পার্থক্য একটি ছকে প্রদর্শন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৩। দুরবিনের বিভিন্নাংশের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। অন্তঃফোকাসিং দুরবিনের সুবিধা-অসুবিধাগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। বহিঃফোকাসিং দুরবিনের সুবিধা অসুবিধাগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৬। অন্তঃফোকাসিং ও বহিঃফোকাসিং দুরবিনের পার্থক্যগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৭। বিভিন্ন ধরনের অভিনেত্রের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৮। অটোমেটিক লেভেলের সুবিধাগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

৯। ডায়াফ্রামের সংজ্ঞাসহ ক্রস হেয়ারের বিভিন্ন ধরনের বিন্যাসের চিত্র আঁক। [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ দ্রষ্টব্য।

১০। ডাম্পি লেভেল ও টিলটিং লেভেলের গঠনপ্রণালি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৪ লেভেলিং স্টাফ (Levelling Staff)

৪.১ লেভেলিং স্টাফের উদ্দেশ্য (Purpose of levelling staff) ঃ

লেভেলিং স্টাফ 3 হতে 4 মিটার দৈর্ঘ্যের 75 মিমি × 18 মিমি প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট কাঠের তৈরি সোজা দণ্ড বিশেষ। এর নিম্ন প্রান্ত বিন্দুকে শূন্য ধরে এতে মিটার, মিটারের দশমাংশ ও শতাংশের দাগ কাটা থাকে। লেভেল যন্ত্রের মূল উদ্দেশ্য অনুভূমিক দৃষ্টি রেখা নির্দেশ করা। আর লেভেলিং স্টাফের মূল উদ্দেশ্য স্টেশন বিন্দু দৃষ্টি রেখা হতে কতটুকু উচ্চতায় বা গভীরতায় আছে তার পরিমাণ নির্দেশ করা।

ধরা যাক, 'ক' বিন্দুতে (স্টেশনে) স্টাফ খাড়া অবস্থায় ধরে লেভেল যন্ত্রের (যথার্থ সমন্বিত) সাহায্যে 1.05 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। এতে বুঝা যায় যে উক্ত অবস্থানে যন্ত্রের অনুভূমিক দৃষ্টি রেখা হতে 'ক' বিন্দু 1.05 মিটার নিচে আছে।

৪.২ বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং স্টাফ (Different types of levelling staff) ঃ

লেভেলিং স্টাফ প্রধানত দু' শ্রেণির, যথা–

(ক) স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ (Self reading staff)

(খ) চাঁদমারী স্টাফ (Target staff)

যে সকল স্টাফের পাঠ টেলিস্কোপের ভিতর দিয়ে লেভেল যন্ত্র চালনাকারী ব্যক্তি সরাসরি গ্রহণ করে, এ জাতীয় স্টাফকে স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ বলা হয়। অপরপক্ষে যে সকল স্টাফে ভার্নিয়ার যুক্ত চলনযোগ্য টার্গেটের মাধ্যমে যন্ত্র চালনাকারীর নির্দেশমত স্টাফ পাঠ স্টাফ ম্যান (Staff man) নিজেই গ্রহণ করে, এ জাতীয় স্টাফকে চাঁদমারী স্টাফ বলা হয়। উপর্যুক্ত উভয় ধরনের স্টাফই বিভিন্ন নির্মাতা প্রতিষ্ঠান বিভিন্ন প্যাটার্নে তৈরি করে থাকেন।

স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ সাধারণত চার ধরনের, যথা–

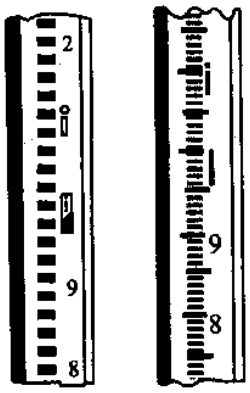
(ক) সলিড স্টাফ (Solid staff)

(খ) ফোল্ডিং স্টাফ (Folding staff)

(গ) টেলিস্কোপিক স্টাফ (Telescopic staff) (সপউইথ প্যাটার্ন স্টাফ/মিটার স্টাফ)

(ঘ) আর.এ.বি কোড (RAB = Random Bidirectional Code) স্টাফ (শুধুমাত্র ডিজিটাল লেভেলে পঠনযোগ্য)।

❑ **সলিড স্টাফ ঃ** চিত্র ঃ ৪.১ (ক-খ) তে 'সলিড স্টাফের নমুনা (মেট্রিক এককে) দেখানো হলো।

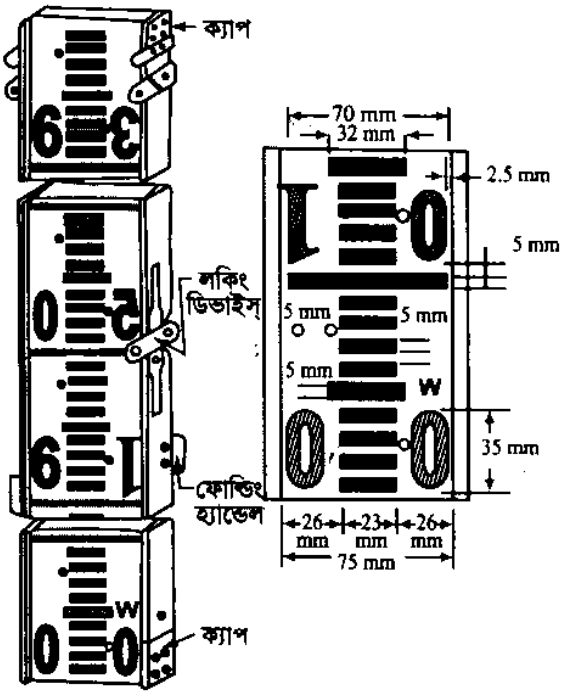


সলিড স্টাফ

চিত্র ঃ ৪.১ (ক-খ)

এগুলো সাধারণ ধরনের স্টাফ। সচরাচর এক দণ্ডে 3 মিটার (10 ফুট) দৈর্ঘ্যের এবং এগুলোর ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য 5 মি.মি. (0.01ফুট) হয়ে থাকে। এগুলো উত্তমরূপে সিজন করা কাঠের তৈরি।

❑ **ফোল্ডিং স্টাফ (4 মিটার) ঃ** চিত্র ঃ ৪.১ (গ-ঘ) তে একটি 4 মিটার দৈর্ঘ্যের লেভেলিং স্টাফের নমুনা দেখানো হলো। এ স্টাফ সিজন করা উত্তম মানের কাঠের তৈরি। সাধারণত পাইন, দেওদার, সেগুন কাঠ দিয়েই স্টাফ তৈরি করা হয়। এটা প্রতিটি দু' মিটার দৈর্ঘ্যের দুখণ্ড কাঠকে বিশেষ ধরনের সংযোগ জোড়া দিয়ে তৈরি এবং সংযোগ বরাবর ভাঁজ করে রাখা যায়। প্রতি দু' মিটারের খণ্ডে জোড়হীন কাঠ ব্যবহার করা হয়। এর প্রস্থ 75 মিমি এবং পুরুত্ব 18 মিমি হয়ে থাকে। ফোল্ডিং জোড়া এমন যে, খণ্ডদ্বয়কে আলাদাও করা যায় এবং এগুলোর পিছন দিকে সংযোগ দেয়ার ব্যবস্থা থাকে। সংযোগ দেয়ার পর খণ্ডদ্বয় সোজা শক্ত একক দণ্ডে পরিণত হয়। এর উভয় প্রান্তে পিতলের ক্যাপ লাগানো থাকে এবং এগুলোর পিছনে ফোল্ডিং হ্যান্ডেল এবং পরস্পরকে আটকানোর জন্য স্প্রিং ডিভাইস্ সংযুক্ত থাকে। এগুলোতে (25 মিনিট অনুভূতিপ্রবণ) বৃত্তাকার বাবলও সংযুক্ত থাকতে পারে।



ফোল্ডিং স্টাফ

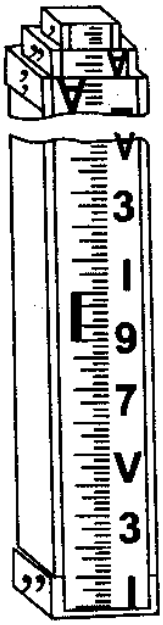
চিত্র ঃ ৪.১ (গ-ঘ)

এগুলোতে প্রতি মিটারকে 200 ভাগে ভাগ করা থাকে। প্রতি ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য 5 মিমি। মিটার লাল রঙে এবং অন্যান্য দাগগুলো কালো রঙে চিহ্নিত করা হয়। পুরো ব্যাক গ্রাউন্ড সাদা বিধায় কালো সাদা কালো এভাবে ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে। মিটার জ্ঞাপক সংখ্যাটি লাল রঙের এবং বাম পাশে লেখা থাকে। ডেসিমিটারে মান জ্ঞাপক সংখ্যাগুলো ডান পাশে কালো রঙে লেখা থাকে। ক্ষুদ্রতম ভাগের দাগ অপেক্ষা ডেসিমিটারের দাগগুলো কিঞ্চিৎ লম্বা। স্টাফের লেখাগুলো সাধারণত উল্টো করে লেখা থাকে এবং দুরবিনের ভিতর দিয়ে পড়াকালে এগুলো স্বাভাবিক সংখ্যার মতো দেখায়। কোন কোন স্টাফে লেখাগুলো স্বাভাবিক থাকে স্টাফ দূরবিনের ভিতর দিয়ে উল্টা দেখায় বিধায় উপরের দিক হতে স্টাফ পাঠ পড়তে হয়। এ জাতীয় স্টাফগুলো আন্তর্জাতিক পরিমাপের (S.I. Unit) লেভেলিং স্টাফ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

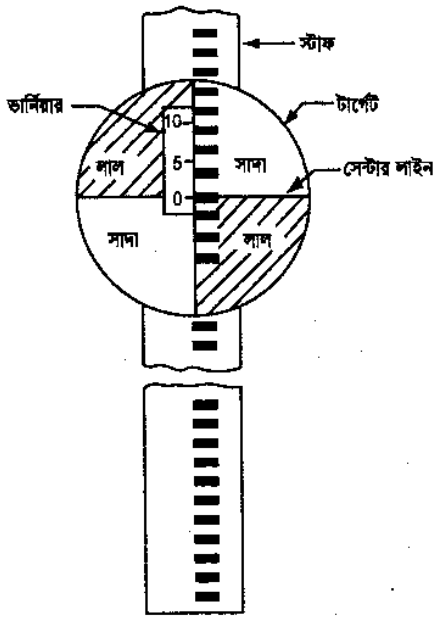
❑ **ইনভার লেভেলিং স্টাফ (3 মিটার) ঃ** খুবই সূক্ষ্ম লেভেলিং কাজে এ ধরনের স্টাফ ব্যবহৃত হয়। কাঠের দণ্ডের পিঠে 1 মিলিমিটারের দাগকাটা ইনভারের ফিতা দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে এ স্টাফ তৈরি করা হয়। ফলে কাঠের দণ্ডের প্রসারণ ও সংকোচন এ স্টাফ পাঠে ভ্রান্তি ঘটাতে পারে না।

টেলিস্কোপিক স্টাফ (সপউইথ প্যাটার্ন) ঃ এ জাতীয় স্টাফগুলো স্বয়ং গঠনশীল স্টাফ। এগুলো সাধারণত প্রস্থে 75 মিলিমিটার পুরুত্ব 18 মিলিমিটার এবং মোট 4.00 মিটার দৈর্ঘ্যের হয়ে থাকে। এগুলোতে মিটার, মিটারের দশমাংশে ও মিটারের শতাংশে দাগকাটা থাকে। এগুলো 4 মিটার লম্বা হলে (1.5 মিটার + 1.25 মিটার + 1.25 মিটার) সাধারণত তিন ভাগে বিভক্ত থাকে এবং এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যেন সর্ব উপরের অংশ (1.25 মি.) মাঝের অংশের (1.25 মি.) ভিতরে এবং উভয়কে নিচের (1.5 মিটার) অংশের ভিতরে প্রবেশ করানো যায়। প্রয়োজনে সকল অংশ বর্ধিত করলে একটি শক্ত সোজা একক স্টাফে পরিণত হয়। তাই এটাকে সপউইথ প্যাটার্ন স্টাফ নামে আখ্যায়িত করা হয়। এগুলোর উপরের দু'খণ্ডের প্রত্যেকটির নিম্নপ্রান্তের পিছনের দিকে ব্রাসের ফ্লাট স্প্রিং ক্লাম্প লাগানো থাকে বিধায় লম্বা করার সাথে সাথে যথাস্থানে আটকে একক স্টাফে পরিণত হয় এবং ঘুটানো কালে উপর্যুক্ত স্প্রিং এ চাপ দিয়ে নিম্নাংশের ভিতর পর্যায়ক্রমে উপরের অংশদ্বয় ঘুটাতে হয়। এ জাতীয় স্টাফের কোন কোনটিতে পরিমাপ জ্ঞাপক সংখ্যামান স্বাভাবিক নিয়মে এবং কোন কোনটিতে উল্টা করে লেখা থাকে। চিত্র ঃ ৪.১(ঙ) তে একটি টেলিস্কোপিক (সপউইথ প্যাটার্ন) স্টাফ দেখানো হলো। এগুলো ব্যবহারে সতর্ক থাকতে হয় কেননা এগুলো পূর্ণভাবে না খুললে ভুল স্টাফ পাঠ পাওয়ার সম্ভাবনা থেকে যায়।

❑ **চাঁদমারী স্টাফ ঃ** এ ধরনের স্টাফ খুবই সূক্ষ্ম কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলো সাধারণত 4 মিটার দৈর্ঘ্যের এবং দু' অংশে বিভক্ত এবং এক অংশের উপর দিয়ে অপরাংশ স্লাইডিং (Sliding) করে নেয়া যায়। স্টাফটি পুরোপুরি দৈর্ঘ্যে নেয়ার পর উভয় অংশ আটকিয়ে দেয়া যায়। এ ধরনের স্টাফে একটি ভার্নিয়ার যুক্ত চাঁদমারী (Target) লাগনো থাকে। স্টাফ ম্যান কর্তৃক চাঁদমারীটি লেভেল যন্ত্রের পরিচালকের (Instrument man) নির্দেশমতো স্টাফে স্থাপনের পর যথার্থভাবে আটকিয়ে দেয় এবং স্টাফ পাঠ স্টাফম্যান গ্রহণ করে। এটাতে ভার্নিয়ার সংযুক্ত থাকায় এবং স্টাফের ক্ষুদ্রতম পাঠ 0.005 মিটার হওয়ায় 0.0005 মিটার পর্যন্ত পাঠ গ্রহণ করা যায়। চিত্র ঃ ৪.১(চ)। এর বিশেষ সুবিধা–(ক) অধিক সূক্ষ্ম মাপ নেয়া যায় তবে সতর্ক ও মাপ গ্রহণে প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত স্টাফম্যানের দরকার হয় এবং অসুবিধা– (ক) কাজের গতি মন্থর হয় (খ) যন্ত্র পরিচালকের নির্দেশমতো টার্গেট স্থাপন করা বেশ কষ্টকর এবং বাস্তবে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই ত্রুটি দেখা যায়।



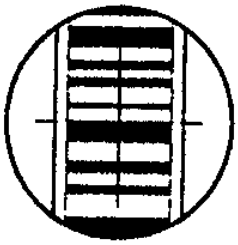
টেলিস্কোপিক স্টাফ (সপউইথ প্যাটার্ন)



চাঁদমারী স্টাফ

চিত্র ঃ ৪.১ (ঙ-চ)

❑ **আরএবি (RAB= Random Bidirectional) কোড স্টাফ ঃ** আরএবি কোড স্টাফ এক বিশেষ ধরনের স্টাফ। এর দৈর্ঘ্য তিন মিটার এবং তিনটি সমান ভাগে বিভক্ত। এর উপরের তৃতীয়াংশ মাঝের অংশের ভিতর এবং উপরের দু'অংশ নিচের অংশের ভিতরে সপউইথ স্টাফের ন্যায় প্রবেশ করানো। এটি ব্যবহারকালে সকল অংশ বর্ধিত করে একটি শক্ত একক স্টাফ হিসাবে ব্যবহার করা যায়। এর এক পিঠে বিভিন্ন পুরুত্বের কালো দাগে বার কোড (Bar code) এবং অপর পিঠে সাধারণ স্টাফের মতো সেন্টিমিটাব, মিটার এর দাগ থাকে। বার কোড এর পিঠ হতে শুধুমাত্র ডিজিটাল লেভেলেই পাঠ মান ডিজিটাল মানে পড়া যায় আর অপর পিঠ যে কোন লেভেল যন্ত্রেই সাধারণ স্টাফের ন্যায় পড়া যায়। (চিত্র ৪.১ (ছ)।



চিত্র ঃ ৪.১ (ছ) আরএবি কোড স্টাফের একাংশ

৪.৩ সপউইথ স্টাফ এবং মিটার স্টাফের সাহায্যে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করার প্রক্রিয়া (Procedure of taking staff reading with the help of sopwith staff and meter staff) ঃ

সপউইথ লেভেলিং স্টাফ বা মিটার স্টাফের পাঠ সরাসরি লেভেল যন্ত্র পরিচালনাকারীই গ্রহণ করে থাকে। স্টাফ পাঠ নেয়ার পদ্ধতি নিম্নে দেয়া হলো। নিম্নে উদ্ধৃত কার্যাদি পর্যায়ক্রমে সম্পাদন করত স্টাফ পাঠ নিতে হয় ঃ

১। যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়করণের পর স্টাফ স্টেশনের উপর উল্লম্বভাবে স্টাফ ধরতে হবে। স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরার জন্য স্টাফম্যান স্টেশনের উপর দাঁড়িয়ে পায়ের গোড়ালি একত্র করে দু'পায়ের বৃদ্ধাঙ্গুলির সাহায্যে স্টাফের নিম্নপ্রান্ত চেপে রেখে যন্ত্রের দিকে তাক করে দু'হাতের তালু দ্বারা নাক বরাবর স্টাফ খাড়া করে ধরতে হবে। সূক্ষ্ম নিখুঁত কাজের ক্ষেত্রে বৃত্তাকার বাবলের বুদবুদ কেন্দ্রে রাখতে হবে বা ওলন সজ্জিত স্টাফ ব্যবহার করতে হবে। মনে রাখতে হবে, ন্যূনতম স্টাফ পাঠই স্টাফ উল্লম্ব নির্দেশ করে কিনা। এক্ষেত্রে স্টাফের উপরের প্রান্ত সামনে-পিছনে নিয়ে ন্যূনতম পাঠই গ্রহণ করতে হবে। কোন বিন্দুর অবস্থান কলিমেশন রেখার উপরে হলে স্টাফ উপড় করে উল্লম্বভাবে ধরতে হবে। (যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়করণ প্রক্রিয়া পরবর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।)

২। স্টেশনের স্টাফের দিকে দুরবিন তাক করে ফোকাস করতে হবে এবং ডায়ফ্রামের ক্রস হেয়ার স্টাফের মাঝখানে ফেলে দুরবিনের ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিতে হবে এবং ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে ক্রস হেয়ার স্টাফের ঠিক মাঝ বরাবর আনতে হবে।

৩। দুরবিনের বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আছে কি না দেখতে হবে। যদি না থাকে তবে টিল্টিং স্ক্রুর সাহায্যে বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আনতে হবে (প্রয়োজনে দুরবিনের অবস্থান বরাবর ফুট স্ক্রুর যে কোন একটির সাহায্যে বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আনা যেতে পারে)।

৪। দুরবিন প্যারালাক্স আক্রান্ত কি না নিখুঁতভাবে দেখে নিয়ে প্যারালাক্সমুক্ত অবস্থায় বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে রেখে অনুভূমিক হেয়ার বরাবর স্টাফ পাঠ পড়তে হবে এবং ফিল্ড বুকের যথার্থ কলামে লেখতে হবে।

৫। আরএবি কোড স্টাফ ব্যবহার করলে ডিজিটাল লেভেল ব্যবহার করতে হবে এবং যন্ত্রের Measure কী চাপলে ডিসপ্লেতে এ স্টাফ পাঠ মান পাওয়া যাবে।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, যদি স্টাফের লেখা উল্টা করে লেখা থাকে তবে স্টাফ পাঠ উপর হতে নিচের দিকে আর যদি স্টাফের লেখা স্বাভাবিকভাবে লেখা থাকে তবে নিচ হতে উপরের দিকে স্টাফ পাঠ পড়তে হবে।

৪.৪ লেভেল যন্ত্র বসানোর স্থান (Positions of setting up levelling instrument) ঃ

লেভেলিং এর ক্ষেত্রে লেভেল যন্ত্র কোথায় বসানো হবে তা বড় কথা নয় বরং স্টাফ স্টেশনই প্রতিপাদ্য বিষয়। লেভেল যন্ত্র সুবিধামতো শক্ত মাটিতে যে কোন স্থানে বসানো যেতে পারে। তবে লক্ষ রাখতে হবে, যেখানে যন্ত্র বসালে বেশি সংখ্যক স্টাফ পাঠ নেয়া যায় সেখানে যন্ত্র বসানো উত্তম। দু'পরিবর্তন বিন্দুর-মাঝামাঝি যে স্থান হতে পরিষ্কারভাবে স্টাফ পাঠ পড়া যায় এমন স্থানে যন্ত্র বসাতে হবে। এ দূরত্বের পরিমাণ মোটামুটি 100 মিটার হতে পারে। যন্ত্রের উচ্চতা খুব কম বা খুব বেশি করা উচিত নয়। লেভেল যন্ত্র বসানোর সময় শিকল রেখার উপর বসানোর ক্ষেত্রে সতর্ক থাকা আবশ্যক। এটাতে শিকল টানাকালে তেপায়ায় আটকে যন্ত্র উল্টে পড়তে পারে। তাই সুবিধাজনক যন্ত্র বসানোর স্থান পাওয়া গেলে শিকল রেখার উপর যন্ত্র না বসানোই অধিক যুক্তিযুক্ত।

এখানে অনুসরণীয় যে, যদি অগ্রবর্তী পাঠ ও পশ্চাৎ পাঠ যন্ত্রের অবস্থান হতে সমদূরবর্তী স্টেশনে নেয়া হয় তবে যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় বাবল অক্ষের সমান্তরাল না থাকলেও আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতার পরিমাণে কোনরূপ পার্থক্য ঘটায় না। এমনকি পৃথিবীর বক্রতাজনিত ত্রুটি ও যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ের জন্য ত্রুটি থাকলে আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতার পরিমাণে প্রভাব ফেলে না। এরূপ সমদূরত্বে স্টাফ পাঠ গ্রহণকে 'ব্যালেন্সিং ব্যাক সাইটস্ অ্যান্ড ফোর সাইটস্ (Balancing Back Sights and Fore Sights) বলা হয়। কাজেই বিভিন্ন ত্রুটির বিবেচনায় যন্ত্রের অবস্থান যতদূর সম্ভব পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী স্টেশনের মাঝামাঝি নেয়াই শ্রেয়। উপরোক্ত আলোচনার আলোকে লেভেল যন্ত্র বসানোর স্থান নির্বাচনে নিম্নের বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয় ঃ

(ক) লেভেল যন্ত্রের তেপায়া যেন ডেবে বা পিছলিয়ে না যায়, তার জন্য দৃঢ় মাটিতে যন্ত্র বসাতে হবে।

(খ) যন্ত্রের পায়াত্রয়ের দৈর্ঘ্যের সাম্যতা রক্ষায় মোটামুটি সমতল স্থানে যন্ত্র বসাতে হবে।

(গ) যন্ত্রের সমন্বয়, পৃথিবীর বক্রতা, বায়ুর প্রতিসরণ ভ্রান্তির প্রভাব পরিহারের জন্য অগ্রবর্তী পাঠ ও পশ্চাৎ পাঠ হতে সমদূরত্বে যন্ত্র বসাতে হবে।

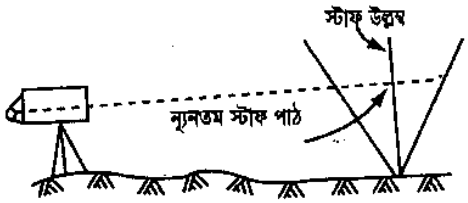
(ঘ) অ্যালাইমেন্ট এর উপর যন্ত্র না বসিয়ে নিকটবর্তী আশপাশে যন্ত্র বসানোই উত্তম। (তবে অ্যালাইনমেন্ট এর উপর যদি বসাতেই হয় তবে শিকল বা ফিতায় মাপ নেয়া কালে সতর্ক থাকতে হবে।

(ঙ) যন্ত্র হতে স্টাফ স্টেশনের দূরত্ব অনধিক 100 হওয়া উত্তম।

(চ) যন্ত্রের অবস্থান এমনভাবে নির্বাচন করা উচিত যেন যন্ত্রের একই অবস্থান হতে অধিক সংখ্যক স্টাফ পাঠ (চাহিদার উপর নির্ভর করে) নেয়া যায়।

৪.৫ লেভেলিং স্টাফ ধরার প্রক্রিয়া (Procedure of holding a levelling staff) ঃ

লেভেলিং স্টাফে পাঠ নেয়ার কালে স্টাফ প্রকৃত উল্লম্বভাবে ধরতে হবে। নতুবা প্রকৃত পাঠ অপেক্ষা অধিক পাঠ পাওয়া যাবে। স্টাফ ধরার জন্য স্টাফম্যান স্টাফের পিছনে দু'পায়ের গোড়ালি একত্রে করে দাঁড়িয়ে দু'পায়ের বৃদ্ধাঙ্গুলির মধ্যে স্টাফের গোড়া চেপে ধরে যন্ত্রের দিকে তাক করে দু'হাতের তালু দ্বারা নাক বরাবর উল্লম্বভাবে স্টাফ ধরতে হবে। সূক্ষ্মতর লেভেলিং এর ক্ষেত্রে ফোল্ডিং বৃত্তাকার লেভেল সমেত স্টাফ বা ওলন সজ্জিত স্টাফ ব্যবহার করতে হবে। সাধারণ লেভেলিং এর ক্ষেত্রে স্টাফ সামনে- পিছনে করে ন্যূনতম স্টাফ পাঠ নিতে হবে। স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে হলে স্টাফ উল্টা করে ধরতে হবে। কলিমেশন রেখা হতে স্টেশনের দূরত্ব অধিক হলে প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যে স্টাফ খুলে নিতে হবে। এক্ষেত্রে অবশ্যই স্টাফের প্রতি অংশ সম্পূর্ণরূপে খুলতে হবে এবং আটকানোর স্ক্রু ভালভাবে এঁটে দিতে হবে।



চিত্র ঃ ৪.২

৪.৬ স্টাফ পাঠ নেয়ার প্রক্রিয়া (Procedure of taking staff reading) ঃ

নিম্নে বর্ণিত ধারাক্রম অনুসরণ করে স্টাফ পাঠ নেয়া হয় ঃ

১। লেভেল যন্ত্র অস্থায়ী সমন্বয়নের পর স্টেশনে উল্লম্বভাবে ধরা স্টাফের দিকে দুরবিন তাক করে যথার্থভাবে ফোকাসিং করতে হবে।

২। দুরবিনের ক্লাম্প স্ক্রু ঢিলা করে (loose) ডায়াফ্রামের উল্লম্ব হেয়ার স্টাফের প্রস্থের মাঝামাঝি এনে ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে স্লো মোশন ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে ঠিক মাঝখানে আনতে হবে।

৩। দুরবিনের বাবল কেন্দ্রে আছে কি না দেখতে হবে। যদি বাবল কেন্দ্রে না থাকে তবে টিলটিং স্ক্রু ঘুরিয়ে বা দুরবিনের নিচের যে কোন একটি ফুট স্ক্রু ঘুরিয়ে বাবল কেন্দ্রে আনতে হবে।

৪। এ অবস্থায় ডায়াফ্রামের অনুভূমিক হেয়ার উল্লম্বভাবে ধরা স্টাফের যে দাগে পড়ে তার পাঠ মান লিখে রাখতে হবে।

৫। যদি দুরবিনের ভিতর দিয়ে স্টাফ পাঠ স্বাভাবিক দেখা যায় তবে নিচ হতে উপরের দিকে আর যদি স্টাফ পাঠ উল্টা দেখা যায় তবে উপর হতে নিচের দিকে স্টাফ পাঠ পড়তে হবে।

৬। যদি স্টেশন কলিমেশন রেখার নিচে থাকে তবে স্টাফ পাঠ বোধক (+) হবে। আর স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে থাকে তবে স্টাফ পাঠ বোধক (−) হবে।

৭। যদি টার্গেট স্টাফ ব্যবহৃত হয় তবে লেভেল যন্ত্র পরিচালকের নির্দেশমতো স্টাফম্যানকে স্টাফে পাঠ পড়তে হবে।

৪.৭ লেভেলিং কাজের প্রক্রিয়া (Procedure of levelling work) ঃ

লেভেলিং কাজ সাধারণত দু'ধাপে সম্পন্ন করা হয়। ধাপদ্বয় হলো ক) বিভিন্ন স্টেশনে স্টাফ পাঠ গ্রহণ খ) স্টেশনগুলোর আর. এল. বা এলিভেশন নির্ণয়করণ।

(ক) ঈপ্সিত স্টেশনে স্টাফ পাঠ গ্রহণ ঃ যন্ত্রকে অস্থায়ী সমন্বয়ন করার পর যন্ত্রকে স্টেশনের দিকে ঘুরিয়ে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হবে। (এ সময় যন্ত্রটি উল্লম্ব অক্ষকে কেন্দ্র করে অনুভূমিক তলের উপর ঘুরে। এ অনুভূমিক তলকে কলিমেশন তল বলা হয়।) যে কোন স্টেশনে গৃহীত স্টাফ পাঠ ঐ স্টেশন বিন্দু হতে যন্ত্রের উক্ত যোজনার কলিমেশন তল পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব নির্দেশ করে। কাজেই যে কোন স্টেশনের আর.এল এর সাথে ঐ স্টেশনের গৃহীত স্টাফ পাঠ যোগ করলে যন্ত্রের ঐ যোজনার কলিমেশন তলের এলিভেশন পাওয়া যায়। সাধারণত যে কোন যোজনার প্রথম স্টাফ পাঠ বেঞ্চ মার্কের (B.M.) উপর নেয়া হয়। যে কোন যোজনার প্রথম স্টাফ পাঠ পশ্চাৎ পাঠ নামে পরিচিত। কাজেই পশ্চাৎ পাঠ ও বেঞ্চ মার্কের আর.এল. যোগ করলে যন্ত্রের উক্ত যোজনার কলিমেশন তলের এলিভেশন পাওয়া যায়।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, লেভেলিং এর মূলনীতির উপর ভিত্তি করে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হয়। এর জন্য সরল লেভেলিং বা যৌগিক লেভেলিং এর মূলনীতিদ্বয়ের অনুসরণ করতে হয়। যন্ত্রের কোন একক স্টেশন হতে দৃশ্যমান যে কোন দু'টি স্টেশনের এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয় করার জন্য উক্ত বিন্দুদ্বয় হতে মোটামুটি সমদূরত্বে যন্ত্র বসিয়ে উক্ত স্টেশনদ্বয়ের উপর স্টাফ পাঠ নেয়া হয়। এ প্রক্রিয়াকে সরল লেভেলিং বলা হয়। আর যখন দু'স্টেশনের দূরত্ব বা এলিভেশনের পার্থক্য খুব বেশি হয় অথবা কোন বাধা-বিপত্তির কারণে স্টেশনদ্বয় পরস্পর দৃশ্যমান না হয়, তখন লেভেল যন্ত্র বিভিন্ন বিন্দুতে বসিয়ে ধারাবাহিকভাবে প্রতি যোজনায় স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা হয়। এ প্রক্রিয়াকে যৌগিক বা ধারাবাহিক লেভেলিং বলা হয়।

(খ) স্টেশনগুলোর আর.এল. বা এলিভেশন নির্ণয়করণ ঃ প্রদত্ত বিন্দুর আর.এল. হতে অন্যান্য স্টেশন বিন্দুর আর.এল. বা এলিভেশন হিসাব করে নির্ণয় করতে হয়। এটাতে প্রতি যোজনার কলিমেশন তলের এলিভেশন (যন্ত্রের উচ্চতা) হতে নির্দিষ্ট স্টেশনের স্টাফ পাঠ বিয়োগ করলে ঐ স্টেশন বিন্দুর আর.এল. পাওয়া যায়।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কী উদ্দেশ্যে লেভেলিং স্টাফ ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, লেভেলিং স্টাফ এর উদ্দেশ্যেগুলো লেখ।
অথবা, লেভেলিং-এ কোন স্টাফ ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ অনুভূমিক দৃষ্টিরেখা হতে স্টেশন বিন্দু কী পরিমাণ উচ্চতা বা গভীরতায় আছে তার পরিমাপ জানার উদ্দেশ্যেই লেভেলিং স্টাফ ব্যবহার করা হয়।

২। **লেভেলিং স্টাফকে প্রধানত কী কী শ্রেণিতে ভাগ করা যায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৭]

উত্তর ঃ লেভেলিং স্টাফকে প্রধানত (ক) স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ (খ) চাঁদমারী স্টাফ এই দু'শ্রেণিতে ভাগ করা যায়।

৩। **স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ সচরাচর কী কী ধরনের হয়ে থাকে?**
অথবা, স্বয়ংক্রিয় পঠনশীল স্টাফ কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ সচরাচর (ক) সলিড স্টাফ (খ) ফোল্ডিং স্টাফ (গ) টেলিস্কোপিক স্টাফ এই তিন ধরনের হয়ে থাকে।

৪। **স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ ও চাঁদমারী স্টাফ কী?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১৪]

উত্তর ঃ যন্ত্র চালনাকারী দুরবিনের ভিতর দিয়ে নিজে যে সকল স্টাফের পাঠ গ্রহণ করে, এগুলো স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ এবং স্টাফম্যান যন্ত্র চালনাকারীর নির্দেশমতো চলমান টার্গেটের মাধ্যমে যে স্টাফে পাঠ গ্রহণ করে, সেগুলো চাঁদমারী স্টাফ।

৫। **সচরাচর ব্যবহৃত সলিড স্টাফের দৈর্ঘ্য ও ন্যূনতম পাঠমান কত?**

উত্তর ঃ সচরাচর ব্যবহৃত সলিড স্টাফের দৈর্ঘ্য 3 মিটার এবং এর ন্যূনতম পাঠমান 5 মিলিমিটার।

৬। **সপউইথ স্টাফের দৈর্ঘ্য সচরাচর কত?**

উত্তর ঃ সপউইথ স্টাফের দৈর্ঘ্য সচরাচর 10 ফুট হতে 14 ফুট হয়ে থাকে।

৭। **ইনভার স্টাফের দৈর্ঘ্য ও ক্ষুদ্রতম পাঠমান কত?**

উত্তর ঃ ইনভার স্টাফের দৈর্ঘ্য সচরাচর 3 মিটার এবং ক্ষুদ্রতম পাঠমান 1 মিলিমিটার হয়ে থাকে।

৮। **কখন স্টাফ পাঠ উপর হতে নিচের দিকে পড়তে হয়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ যখন স্টাফের পাঠমান উল্টা লেখা থাকে এবং দুরবিন স্বাভাবিক প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে, তখন পাঠ উপরের দিক হতে নিচের দিকে পড়তে হয়।

৯। **চাঁদমারী স্টাফ কখন ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো- ২০১৪

উত্তর ঃ চাঁদমারী স্টাফে ভার্নিয়ার স্কেল থাকে বিধায় অত্যন্ত সূক্ষ্ম ও নিখুঁত পাঠ নেয়ার জন্য এটি ব্যবহৃত হয় এবং স্টাফম্যান পাঠ গ্রহণ করে।

১০। **র‍্যাব কোড স্টাফ কী?**

উত্তর ঃ ডিজিটাল লেভেলে ব্যবহার উপযোগী সংখ্যামানের উদ্ধৃতিহীন বিভিন্ন পুরুত্বের রেখাঙ্কিত বিশেষ ধরনের স্টাফ যার পাঠমান ডিজিটাল লেভেল এর ডিসপ্লেতে প্রদর্শিত হয়। এগুলোকে র‍্যাব (RAB) কোড স্টাফ বলা হয়।

১১। **ব্যালেসিং ব্যাক সাইটস ও ফোর সাইটস এ কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ ব্যালেসিং ব্যাক সাইটস ও ফোর সাইটস্ এর জন্য (ক) যন্ত্রের সমন্বয়ের জন্য ভ্রান্তি (খ) পৃথিবীর বক্রতাজনিত ভ্রান্তি ও (গ) বায়ুর প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তির প্রভাব আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতায় কোনরূপ প্রভাব পড়ে না।

১২। **ইনভার স্টাফের বিশেষ সুবিধা কী?**

উত্তর ঃ এ স্টাফে সংকোচন ও সম্প্রসারণ ঘটে না এবং 1 মিমি পর্যন্ত পাঠ পড়া যায়।

১৩। **ফোল্ডিং স্টাফের প্রতি খণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রতি মিটারের ভাগ সংখ্যা ও ক্ষুদ্রতম পাঠমান কত?**

উত্তর ঃ ফোল্ডিং স্টাফের প্রতি খণ্ডের দৈর্ঘ্য 2 মিটার, প্রতি মিটারে ভাগ সংখ্যা 200 এবং ক্ষুদ্রতম পাঠমান 5 মিমি।

১৪। **লেভেলিং কাজের ধাপ কয়টি ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ লেভেলিং কাজের ধাপ দুটি, যথা–

(ক) স্টাফ পাঠ গ্রহণ ও (খ) স্টেশনগুলোর আরএল নির্ণয়করণ।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লেভেলিং স্টাফের উদ্দেশ্য সংক্ষেপে বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.১ দ্রষ্টব্য।

২। **লেভেলিং স্টাফের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **ইনভার স্টাফের পরিচিতি উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **যন্ত্র কীরূপ স্থানে বসাতে হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৪ দ্রষ্টব্য।

৫। **পাঠ গ্রহণকালে স্টাফ ধরার প্রক্রিয়া সংক্ষেপে বুঝিয়ে লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৫ দ্রষ্টব্য।

৬। **আর.এল. নির্ণয়ের ধাপগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৭ দ্রষ্টব্য।

▸▸ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং স্টাফের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.২ দ্রষ্টব্য।

২। **স্টাফ পাঠ নেয়ার প্রক্রিয়া আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **সমতলমিতিতে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করার প্রক্রিয়া আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, সঠিকভাবে স্টাফ পাঠ নেয়ার কলাকৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৬ দ্রষ্টব্য।

৪। **সমতলমিতির কাজের প্রক্রিয়া আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৭ দ্রষ্টব্য।

৫। **সমতলমিতিতে লেভেল যন্ত্র বসানোর স্থান নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৪ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৫ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন (Adjustment of Levelling Instrument)

৫.১ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন (Adjustment of levelling instrument) ঃ

লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে লেভেলিং করা হয়। লেভেলিং কার্যে লেভেল যন্ত্র গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা সম্পাদন করে। লেভেল যন্ত্রের সাহায্যেই প্রকৃত অনুভূমিক রেখা নির্ধারণ করে তা হতে বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা নিরূপণ করা হয়। তাই উক্ত যন্ত্রের বিভিন্নাংশের যথার্থ সন্নিবেশের উপরই এর কার্যোপযোগিতা নির্ভর করে। লেভেল যন্ত্র ব্যবহারের পূর্বে ও ব্যবহারকালে এটা যথার্থভাবে সমন্বিত আছে কি না তা দেখে যাচাই করে নিতে হয়। মূলত লেভেল যন্ত্রকে কোন স্থানে বসানোর পর এর সাহায্যে সঠিক স্টাফ পাঠ নেয়ার জন্য এর মৌলিক রেখাগুলোকে পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে সঠিকভাবে রাখা এবং কয়েকটি সম্পর্ককে সঠিক অবস্থায় আনয়ন করাকেই লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন (Adjustment of levelling instrument) বলা হয়। লেভেল যন্ত্র যথার্থ সমন্বয়নে না থাকলে স্টাফ পাঠ গ্রহণে বিভ্রান্তি ও ত্রুটি-বিচ্যুতি দেখা দেয়। ফলত কোন বিন্দু বা বস্তুর সঠিক এলিভেশন জানা সম্ভব হয় না।

৫.২ লেভেল যন্ত্র সমন্বয়নের প্রকারভেদ (Types of adjustments of level) ঃ

লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন দু' প্রকারের, যথা–

(ক) অস্থায়ী সমন্বয়ন (Temporary adjustment)

(খ) স্থায়ী সমন্বয়ন (Permanent adjustment)।

অস্থায়ী সমন্বয়ন (Temporary adjustment) ঃ যন্ত্রকে কোন স্থানে তেপায়ার উপর বসিয়ে লেভেলিং, ফোকাসিং ইত্যাদি করে পাঠ গ্রহণ উপযোগী করাকে অস্থায়ী সমন্বয়ন বলা হয়। যন্ত্রের প্রতিটি অবস্থানেই অস্থায়ী সমন্বয়ন করে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হয়। যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন যথার্থ হলেই শুধুমাত্র অস্থায়ী সমন্বয়নে সঠিক পাঠ গ্রহণ সম্ভব।

স্থায়ী সমন্বয়ন (Permanent adjustment) ঃ যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর স্থায়ী ও যথার্থ সম্পর্ক স্থাপন করার নামই স্থায়ী সমন্বয়ন। (পরবর্তী অধ্যায়ে স্থায়ী সমন্বয়নের উপর আলোচনা করা হবে।)

৫.৩ অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপসমূহ (Steps of temporary adjustment) ঃ

অস্থায়ী সমন্বয়ন পাঁচ ধাপে করা হয়, যথা–

(ক) তেপায়ায় যন্ত্র আটকানো (Fixing the instrument on the tripod)

(খ) তেপায়া সমন্বয়ন (Leg adjustment)

(গ) সমতলকরণ (Levelling up)

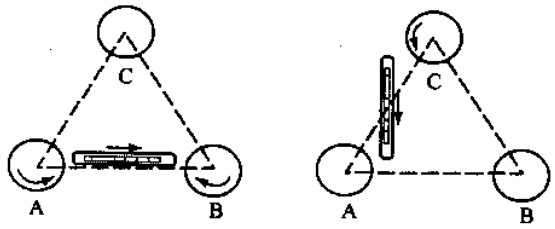
(ঘ) অভিনেত্র লেন্স ফোকাসকরণ (Focussing the eyepiece)

(ঙ) অভিলক্ষ্য লেন্স ফোকাসকরণ (Focussing the object glass)।

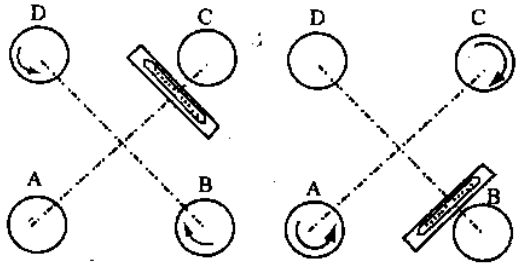
(ক) তেপায়ায় যন্ত্র আটকানো (Fixing the instrument on the tripod) ঃ যন্ত্রের ক্লাম্প স্ক্রু আলগা (Release) করে ডান হাতে যন্ত্র ধরে নিচের অংশ বাম হাতে ঘুরিয়ে তেপায়ার মাথায় যন্ত্র আটকাতে হবে। যন্ত্র উত্তমরূপে দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়েছে কি না ভালোভাবে দেখে নিতে হবে।

(খ) তেপায়া সমন্বয়ন (Leg adjustment) ঃ তেপায়ার পা তিনটি সমানভাবে ছড়িয়ে সুবিধামতো উচ্চতায় (বক্ষ উচ্চতায়) রেখে মোটামুটি সমতল করে নির্দিষ্ট স্থানে বসাতে হবে। সকল ফুট স্ক্রু (Foot screw) কে ঘুরিয়ে ঘূর্ণন দূরত্বের মাঝ বরাবর আনতে হবে। তেপায়ার দু'টি পা ঠিক রেখে তৃতীয় পা ডানে-বামে সরিয়ে প্রধান বাবল টিউবের বুদবুদ কেন্দ্রে আনতে হবে এবং উক্ত পা'কে ভিতর-বাহির করে ক্রস বাবলের বুদবুদকেও কেন্দ্রে আনতে হবে। তারপর বাবলদ্বয়ের বুদবুদকে কেন্দ্রে রেখে তেপায়ার পা তিনটিকে আটকিয়ে দিতে হবে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, তেপায়া দ্বারা যত নিখুঁতভাবে সমতলকরণের কাজ করা হবে পরবর্তীতে সমতলকরণে সময় তত কম লাগবে।

(গ) সমতলকরণ (Levelling up) ঃ দুরবিনকে যে কোন এক জোড়া ফুট স্ক্রুর উপর এনে উভয়কে সমতালে বাইরের দিকে অথবা উভয়কে সমতালে ভিতরের দিকে ঘুরিয়ে বাবল টিউবের বুদবুদকে কেন্দ্রে আনতে হবে। দুরবিনকে পূর্বের অবস্থানের সাথে লম্ব করে (90° ঘুরিয়ে) ৩য় ফুট স্ক্রুর উপর (3 ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের জন্য) বা অপর জোড়া ফুট স্ক্রুর উপর (4 ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের জন্য) আনতে হবে। তারপর ৩য় ফুট স্ক্রুকে বা অপর জোড়া ফুট স্ক্রুকে ঘুরিয়ে বুদবুদকে কেন্দ্রে আনতে হবে। বুদবুদকে কেন্দ্রে আনার পর দুরবিনকে প্রাথমিক অবস্থানে নিয়ে পর্যায়ক্রমে কয়েক বার বর্ণিত পদ্ধতিতে সমতলকরণের কার্যাদি সম্পাদন করলে দেখা যাবে দুরবিনের সকল অবস্থানেই বুদবুদ বাবল টিউবের কেন্দ্রেই থাকবে। চিত্র ৫.১ক (তিন ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের) ও ৫.১খ (চার ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের) সমতলকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হলো। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন থাকলেই যন্ত্রটি সমতলকরণ করা যাবে।



চিত্র ঃ ৫.১(ক) তিন ফুট স্ক্রু



চিত্র ঃ ৫.১(খ) চার ফুট স্ক্রুর লেভেল যন্ত্র

(ঘ) অভিনেত্র লেন্স ফোকাসকরণ (Focussing the eye piece) ঃ অভিলক্ষ্য লেন্সের ঢাকনা সরিয়ে এর সামনে সাদা কাগজ ধরে অভিনেত্রকে ডানে-বামে ঘুরিয়ে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার পরিষ্কার দৃশ্যমান করে নিতে হবে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, অভিনেত্র অধিক ঘুরানো যাবে না, যার দরুন এটা টিউব হতে বের হয়ে আসতে পারে।

(ঙ) অভিলক্ষ্য লেন্সের ফোকাসকরণ (Focussing the object glass) ঃ স্টাফের দিকে তাক করে দুরবিনের অভিনেত্রের ভিতর দিয়ে তাকিয়ে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার স্টাফের মাঝ বরাবর ফেলতে হবে এবং ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে প্রতিবিম্ব স্পষ্ট দৃশ্যমান করে প্যারালাক্স ত্রুটিমুক্ত করে নিতে হবে। দর্শকের চোখ উঁচু-নিচু করে স্টাফ পাঠের পরিবর্তন হয় কি না দেখতে হবে। যদি স্টাফ পাঠের পরিবর্তন না ঘটে তবে বুঝা যাবে যন্ত্রটি প্যারালাক্স মুক্ত এবং যন্ত্রটি সঠিক পাঠ গ্রহণের উপযোগী। এ অবস্থায় যন্ত্রটির অস্থায়ী সমন্বয়ন সমাপ্ত হলো।

৫.৪ লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাসমূহ (Fundamental lines of levelling instruments) ঃ

লেভেল যন্ত্রের বিভিন্ন প্রয়োজনীয় অংশগুলোর পারস্পরিক আপেক্ষিকতায় যথার্থ অবস্থানে স্থাপনকেই স্থায়ী সমন্বয়ন বলা হয়। এর নিম্নোক্ত মৌলিক রেখাগুলো থাকে ঃ

(ক) বাবল টিউবের অক্ষ বা বাবল অক্ষ (The axis of buble tube or the buble axis)

(খ) কলিমেশন রেখা (Line of collimation)

(গ) উল্লম্ব অক্ষ (Vertical axis)

(ঘ) দুরবিন অক্ষ (The axis of the telescope) ।

৫.৫ মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে সম্পর্ক (Relation among the fundamental lines) ঃ

লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক নিম্নরূপ ঃ

(ক) বাবল টিউবের বাবল অক্ষ কলিমেশন রেখার সাথে সমান্তরাল হবে।

(খ) কলিমেশন রেখা ও দুরবিনের অক্ষ একই রেখায় থাকবে।

(গ) বাবল অক্ষ ও উল্লম্ব অক্ষ পরস্পরের উপর লম্ব হবে।

৫.৬ অটোসেট ও ডিজিটাল লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়নগুলোর পরিচিতি (Identification of the permanent adjustment of autoset and digital level) ঃ

নিম্নে কয়েকটি লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়নের পরিচিতি দেয়া হল ঃ

১। **অটোসেট বা অটোমেটিক লেভেল (SOKKIA-$C3_{00}$/$C3_{10}$/$C3_{20}$)** ঃ এতে দুটি স্থায়ী সমন্বয়নের দরকার হতে পারে–

(ক) সার্কুলার লেভেলের সমন্বয়ন- এ সমন্বয়ন যথাযথভাবে করা থাকলে বৃত্তাকার অর্থাৎ সার্কুলার বাবল অক্ষের সাথে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ লম্ব হবে।

(খ) রেটিকেল ক্রস লাইন সমন্বয়ন– এ সমন্বয়ন যথাযথভাবে করা হলে কলিমেশন রেখা যথার্থভাবে অনুভূমিক হবে।

২। **ডিজিটাল লেভেল (SOKKIA-SDL 30/ SDL 50)** ঃ এতে দুটি স্থায়ী সমন্বয়নের দরকার হতে পারে–

(ক) সার্কুলার লেভেলের সমন্বয়ন

(খ) রেটিকুলের সমন্বয়ন।

উপরোক্ত ১ ও ২ এর সমন্বয়ন করার প্রক্রিয়া পরবর্তী অনুচ্ছেদের ডাম্পি লেভেলের অনুরূপ।

৩। **ডাম্পি লেভেল (Dumpy level)** ঃ ডাম্পি লেভেলের দুরবিনটি ধারকের সাথে আটকানো, তাই এর দু'টি স্থায়ী সমন্বয়নের দরকার হয়। স্থায়ী সমন্বয়ন দু'টি হলো–

(ক) বাবল অক্ষকে উল্লম্ব অক্ষের উপর লম্ব করা,

(খ) কলিমেশন রেখাকে বাবল অক্ষের সমান্তরাল করা।

৪। **টিল্‌টিং লেভেল (Tilting level)** ঃ টিল্‌টিং লেভেলের সুবিধা হলো এর টিল্‌টিং স্ক্রুর সাহায্যে বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আনা যায়। এক্ষেত্রে শুধুমাত্র ফুট স্ক্রু ব্যবহার করে বুদবুদ মোটামুটি টিউবের কেন্দ্রে এনে পরবর্তী অংশ টিল্‌টিং স্ক্রুর সাহায্যে করা যায়। তাই এক্ষেত্রে একটি স্থায়ী সমন্বয়ের দরকার পড়ে। নিচে স্থায়ী সমন্বয়টি দেয়া হলো– বাবল টিউবের বাবল অক্ষ কলিমেশন রেখার সাথে সমান্তরাল করা।

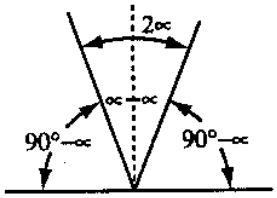
● **ডাম্পি লেভেল, টিল্‌টিং লেভেল ও স্বয়ংক্রিয় লেভেলের সমন্বয়নে বিভিন্ন ত্রুটি চিহ্নিতকরণ ও সংশোধন প্রক্রিয়া (Procedure of identifying and rectifying the various defects in adjusments of dumpy level, tilting level and auto level)** ঃ

লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন দু' ধাপে সম্পাদন করতে হয়। ধাপ দু'টি হলো–

(ক) ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষা

(খ) নির্ণীত ত্রুটি সংশোধন করা।

ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষার জন্য প্রধানত লেভেল যন্ত্র ও থিওডোলাইটের ক্ষেত্রে 'উভয় দিকে ব্যবহার নিয়ে বা উল্টানো নীতি (Principle of reversal)' ব্যবহৃত হয়। এতে কোন যন্ত্রের ত্রুটি থাকলে ত্রুটির পরিমাণ প্রকৃত ত্রুটির দ্বিগুণ হয়ে ধরা পড়ে। (চিত্র ঃ ৫.২ক)



চিত্র ঃ ৫.২ (ক)

যখন যন্ত্র সমন্বয়নহীন অবস্থায় থাকে, তখন দু'বারের অবজারবেশনের ফলাফলের গড় নিয়েও প্রকৃত ফলাফল পাওয়া যায়।

এখন আমরা বিভিন্ন ধরনের লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়নে ত্রুটি চিহ্নিতকরণ ও সংশোধন প্রক্রিয়া আলোচনা করব।

ডাম্পি লেভেল

১। বাবল টিউবের সমন্বয়ন ঃ

(ক) উক্ত সমন্বয়নে ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ যখন বাবল টিউবের কেন্দ্রে বুদবুদ অবস্থান করবে তখন বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের উপর লম্ব হবে।

(খ) উক্ত সমন্বয়নের উদ্দেশ্য ঃ একবার যন্ত্র সমতল করলে (অস্থায়ী সমন্বয়ন) ঐ অবস্থানে যন্ত্র যে কোন দিকে ঘুরালে যেন বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে অবস্থান করে।

(গ) উক্ত সমন্বয়ের প্রয়োজনীয়তা ঃ এতে যন্ত্র ব্যবহারে সুবিধা পাওয়া যায় এবং বার বার যন্ত্রকে সমতল (Levelled up) করতে হয় না।

(ঘ) ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষা ঃ

(i) শক্ত সমতল ভূমিতে যন্ত্র বসিয়ে অস্থায়ী সমন্বয় করতে হবে (৫.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য)।

(ii) অস্থায়ী সমন্বয়নের অবস্থান হতে দুরবিনকে অনুভূমিক তলে 180° ঘুরাতে হবে।

(iii) যদি বুদবুদ বাবল টিউবের কেন্দ্রেই অবস্থান করে তবে বুঝতে হবে বাবল টিউবের স্থায়ী সমন্বয়ন ঠিক আছে এবং এর সমন্বয়ের দরকার নেই। আর যদি বুদবুদ বাবল টিউবের কেন্দ্রে না থাকে তবে বাবল টিউবের সমন্বয়ন দরকার হবে।

(ঙ) সমন্বয়ন করা ঃ

(i) বাবল কেন্দ্র হতে যে পরিমাণ বিচ্যুত হয়েছে তার অর্ধেক ফুট স্ক্রুর সাহায্যে এবং বাকি অর্ধেক বাবল টিউবের প্রান্তের ক্যাপস্টান হেড স্ক্রুর সাহায্যে বাবলকে বাবল টিউবের কেন্দ্রে আনতে হবে।

(ii) এরপর দুরবিনকে 90° ঘুরিয়ে (৩য় ফুট স্ক্রু বা অপর জোড়া ফুট স্ক্রুর উপর আনতে হবে) নিতে হবে এবং ফুট স্ক্রু ঘুরিয়ে বাবল কেন্দ্রে আনতে হবে। তারপর আবার দুরবিনকে পূর্বের অবস্থান নিয়ে (i)-এ বর্ণিত উপায়ে বাবলকে কেন্দ্রে আনতে হবে। এভাবে কয়েক বার করার পর দেখা যাবে যে, দুরবিনের যে কোন অবস্থানেই বাবল কেন্দ্রে থাকে এবং বুঝতে হবে বাবল টিউবের সমন্বয়ন হয়েছে।

২। কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন ঃ

(ক) উক্ত সমন্বয়নের ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ কলিমেশন রেখা বাবল টিউবের বাবল অক্ষের সাথে সমান্তরাল হবে।

(খ) উক্ত সমন্বয়নের উদ্দেশ্য ঃ কলিমেশন রেখা প্রকৃত অনুভূমিক রেখা হবে এবং সঠিক ও যথার্থ স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে।

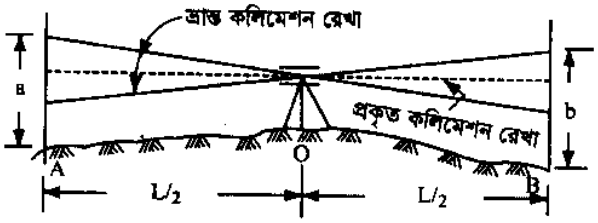
(গ) উক্ত সমন্বয়ের প্রয়োজনীয়তা ঃ এতে বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় প্রধান দৃষ্টিরেখা অনুভূমিক অবস্থায় পাওয়া যাবে এবং উক্ত রেখা উল্লম্ব অক্ষের সাথে লম্ব হবে। এটা খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রধান সমন্বয়ন কেননা লেভেল যন্ত্রের মূল কার্যই অনুভূমিক দৃষ্টিরেখা প্রদান করা।

(ঘ) ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষা (দুই খুঁটি পরীক্ষা) ঃ প্রত্যক্ষ পদ্ধতি বা দু'খুঁটি পরীক্ষা পদ্ধতিতে এ ত্রুটি নির্ণয় করা হয়ে থাকে। দু'খুঁটি পরীক্ষা (Two peg test) পদ্ধতি দু'ধরনের হতে পারে, যথা–

১ম পদ্ধতি ঃ

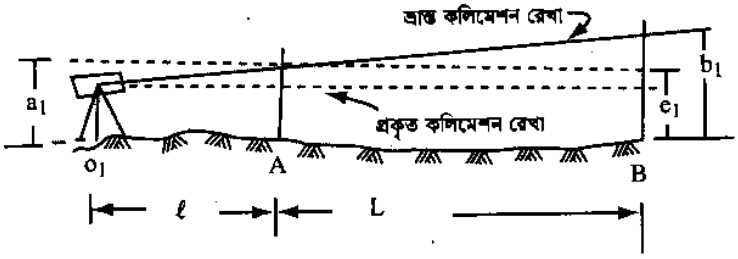
(ক) ত্রুটি নির্ণয়করণ ঃ

(i) সমতল ভূমিতে A ও B বিন্দু দু'টিতে দু'টি খুঁটি স্থাপন করতে হবে। এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব (L.) 60 মিটার হতে 100 মিটার হওয়াই উত্তম, বিন্দুদ্বয়ের ঠিক মধ্যবিন্দু O । (চিত্র ৫.২ খ)



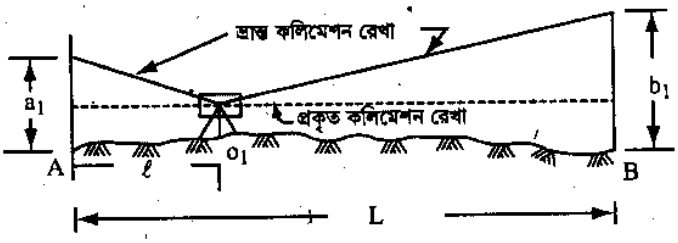
চিত্র ঃ ৫.২ (খ)

(ii) O বিন্দুতে যথার্থভাবে (অস্থায়ী সমন্বয়ন করে) লেভেল যন্ত্র স্থাপন করতে হবে এবং A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ নিতে হবে। ধরি, A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে a ও b স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল।



চিত্র ঃ ৫.২ (গ)

(iii) যন্ত্রটিকে সরিয়ে AB রেখার বর্ধিতাংশের উপর A বা B হতে ℓ(10 হতে 15 মিঃ) মিটার দূরে (চিত্র ঃ ৫.২ গ) O_1 বিন্দুতে যথার্থভাবে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে স্টাফ প্রকৃতভাবে উল্লম্ব করে ধরে স্টাফ পাঠ নিতে হবে (চিত্র ঃ ৫.২ ঘ এর মতো, A বিন্দু হতে ℓ দূরে যন্ত্র স্থাপন করা যেতে পারে)। ধরে নিই A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে a_1 ও b_1 ।



চিত্র ঃ ৫.২ (ঘ)

(iv) a ও b এর পার্থক্য এবং a_1 ও b_1 এর পার্থক্য হিসাব করতে হবে। a ও b এর পার্থক্য A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য। যদি a_1 ও b_1এর পার্থক্য প্রকৃত পার্থক্যের সমান হয় তবে যন্ত্রটি ত্রুটিমুক্ত আর যদি না হয় তবে যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা সমন্বয়ন করতে হবে।

(খ) ত্রুটি সংশোধন বা সমন্বয়ন ঃ মূলত ডায়াফ্রাম স্ক্রুর সাহায্যেই এ ত্রুটি সংশোধন করা হয়।

(i) এ ক্ষেত্রে প্রথমেই জানতে হবে কলিমেশন রেখার আনতি উর্ধ্বমুখী না নিম্নমুখী। এটা জানার জন্য যন্ত্রের প্রথম যোজনায় A ও B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের পার্থক্যই A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য। কেননা যন্ত্রের প্রথম অবস্থান A ও B বিন্দুর ঠিক মধ্যখানে। এখন নির্ধারণ করতে হবে প্রকৃত পার্থক্য কী ধরনের। এটা কি উঁচু না নিচু? (যদি a > b হয় তবে A বিন্দু B বিন্দু হতে নিচু এবং b > a হয় তবে B বিন্দু A বিন্দু হতে নিচু)।

(ii) a < b হলে (অর্থাৎ A বিন্দু উঁচু হলে) যন্ত্রের নিকটবর্তী A বিন্দুর স্টাফ পাঠের সাথে প্রকৃত পার্থক্য যোগ এবং a > b হলে (অর্থাৎ A বিন্দু নিচু হলে) যন্ত্রের নিকটবর্তী A বিন্দুর স্টাফ পাঠ হতে প্রকৃত পার্থক্য বিয়োগ করলে যন্ত্র হতে দূরবর্তী B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে।

(চিত্র ঃ ৫.২গ) $e_1 = a_1 \pm$ প্রকৃত পার্থক্য - - - -(1)

('+' যদি প্রকৃত পার্থক্য নিচু হয় এবং '–' যদি প্রকৃত পার্থক্য উঁচু হয়।)

(iii) e_1 ও b_1 পাঠদ্বয় তুলনা করলে যদি দেখা যায় যে, $b_1 > e_1$ হয় তবে বুঝা যাবে কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী এবং $b_1 < e_1$ হয় তবে বুঝা যাবে কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।

এক্ষেত্রে $(b_1 - e_1)$ হলো L দূরত্বের জন্য কলিমেশন ভ্রান্তি (Collimation error)।

(iv) এখন নিচের সূত্রগুলো ব্যবহার করে A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনী পাওয়া যাবে।

(*) যন্ত্রের নিকটবর্তী বিন্দুর (A) স্টাফ পাঠের সংশোধনী,

$$C_1 = \pm \frac{l}{L}(b_1 - e_1) \text{ ---------- } (2)$$

(*) যন্ত্র হতে দূরবর্তী বিন্দুর (B) স্টাফ পাঠের সংশোধনী,

$$C_2 = \pm \frac{l+L}{L}(b_1 - e_1) \text{ ---------- } (3)$$

(কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী হলে '+' এবং উর্ধ্বমুখী হলে '–')

অতএব যন্ত্রের নিকটবর্তী বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= a_1 \pm C_1$

যন্ত্রের দূরবর্তী বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= b_1 \pm C_2$

(v) সচরাচর দূরবর্তী বিন্দুর স্টাফ পাঠের জন্য সমন্বয় করে নিকটবর্তী বিন্দুর স্টাফ পাঠের যাচাই করা হয়।

(vi) দূরবর্তী বিন্দুতে স্টাফ ধরতে হবে এবং দুরবিনের ভিতর দিয়ে তাকিয়ে প্রকৃত পাঠে ক্রস হেয়ার পতিত করার জন্য ডায়াফ্রামের ক্যাপস্টান হেডেড স্ক্রুর একটিকে প্রয়োজন মতো ঢিলা (Loose) করে অপরটিকে টাইট (Tight) করতে হবে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী হলে ক্রস হেয়ারকে নিম্ন দিকে এবং নিম্নমুখী হলে উর্ধ্ব দিকে উঠাতে হবে। তারপর নিকটবর্তী বিন্দুতে স্টাফ ধরে নিকটবর্তী বিন্দুর প্রকৃত পাঠ পাওয়া যায় কি না দেখে নিতে হবে। দূরবর্তী বিন্দুতে প্রকৃত পাঠ পাওয়া গেলে নিকটবর্তী বিন্দুতে অবশ্যই প্রকৃত পাঠ পাওয়া যাবে। সমন্বয়ন শেষে ডায়াফ্রাম যথার্থভাবে আটকিয়ে দিতে হবে।

২য় পদ্ধতি ঃ

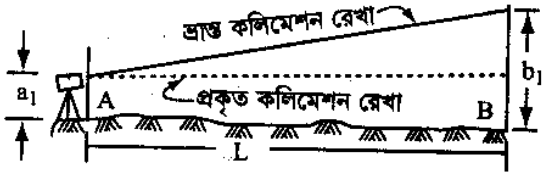
(ক) ত্রুটি নির্ণয়করণ ঃ

(i) সমতল ভূমিতে A ও B বিন্দু দু'টিতে দু'টি খুঁটি স্থাপন করতে হবে। এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব (L) 60 মিটার হতে 100 মিটার হওয়াই উত্তম। উক্ত বিন্দুদ্বয়ের ঠিক মধ্যবিন্দু O। (চিত্র ঃ ৫.২খ)

(ii) O বিন্দুতে যথার্থভাবে অস্থায়ী সমন্বয়ন করে লেভেল যন্ত্র স্থাপন করতে হবে এবং A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ নিতে হবে। ধরি, A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে a ও b স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল।

(iii) A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য (a – b) নির্ণয় করতে হবে। যদি (a > b) হয় তবে A বিন্দুর তুলনায় B বিন্দু উঁচু আর যদি (b > a) হয় তবে A এর তুলনায় B নিচু।

(iv) এরপর যন্ত্রটি A বিন্দুর খুবই নিকটে (অথবা B বিন্দুর খুবই নিকটে) স্থাপন করতে হবে। যথার্থভাবে লেভেলিং করে A ও B বিন্দুতে উল্লম্বভাবে স্টাফ ধরে স্টাফ পাঠ a_1 ও b_1 পাওয়া গেল। স্টাফ যেহেতু A বিন্দুর (বা B বিন্দুর) খুবই নিকটে তাই অভিলক্ষ্যে চোখ রেখে অভিনেত্র স্টাফের দিকে রেখে স্টাফ পাঠ পড়তে হবে। মূলত এ প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ A বিন্দুর উপর কলিমেশন রেখার উচ্চতা এবং এ পাঠ A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ। যদি B বিন্দুর নিকট যন্ত্র স্থাপন করে B বিন্দুতে উক্ত নিয়মে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা হয়ে থাকে, তবে প্রাপ্ত পাঠ B বিন্দুর উপর কলিমেশন রেখার উচ্চতা বা B বিন্দুর প্রকৃত পাঠ। (চিত্র ঃ ৫.২ঙ)



চিত্র ঃ ৫.২ (ঙ)

(খ) ত্রুটি সংশোধন ঃ

(i) এ ক্ষেত্রে প্রথমেই জানতে হবে কলিমেশন রেখার আনতি উর্ধ্বমুখী না নিম্নমুখী। এটা জানার জন্য যন্ত্রের প্রথম যোজনায় (চিত্রঃ ৫.২খ) প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের পার্থক্যই A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য। $a < b$ হলে দ্বিতীয় যোজনায় (চিত্র ঃ ৫.২ঙ) a_1 + প্রকৃত পার্থক্য = B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের (b_1) সমান হওয়া উচিত। যদি সমান না হয় তবে বুঝতে হবে কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অবস্থায় নেই। যদি প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ b_1 অপেক্ষা অধিক হয় তবে বুঝতে হবে কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী, আর কম হলে বুঝতে হবে কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।

(ii) এবার B বিন্দুতে স্টাফ উল্লম্ব করে ধরে A বিন্দুর নিকটে যন্ত্র স্থাপন করে ১নং পদ্ধতিতে বর্ণিত নিয়মে কলিমেশন রেখা সমন্বয় করতে হবে।

উপরোক্ত দু'খুঁটি পরীক্ষা দু'টির ক্ষেত্রে নিম্নে উদ্ধৃত বিষয়াদির প্রতি সতর্ক দৃষ্টি রাখতে হবে ঃ

(ক) স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরতে হবে।

(খ) প্রতিটি স্টাফ পাঠ বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় গ্রহণ করতে হবে।

(গ) প্রাপ্ত স্টাফ পাঠও প্রকৃত পার্থক্যের সাথে গাণিতিক হিসাবাদি নিরীক্ষা করে নিতে হবে।

(*) বিনিময় ক্রম লেভেলিং এর দ্বারা ও কলিমেশন রেখার আনতি উর্ধ্বমুখী না নিম্নমুখী তা জানা যায়। বিনিময় ক্রম লেভেলিং পাঠ্যাংশে এ বিষয়ে আলোচনা করা হবে।

টিল্‌টিং লেভেলের ত্রুটি শনাক্তকরণ ও সংশোধন (নন-রিভারসিবল টাইপ) ঃ

১। টিল্‌টিং লেভেলের বাবল অক্ষ ও দুরবিনের কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন।

(ক) উক্ত সমন্বয়নের ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ দুরবিনের কলিমেশন রেখা বাবল অক্ষের সমান্তরালে থাকবে।

(খ) উক্ত সমন্বয়নের উদ্দেশ্য ঃ এ সমন্বয়নের উদ্দেশ্য হলো প্রধান দৃষ্টিরেখা বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় অনুভূমিক তলে আনয়ন করা।

(গ) উক্ত সমন্বয়নের প্রয়োজনীয়তা ঃ বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় ডায়াফ্রামের অনুভূমিক ক্রস হেয়ার অনুভূমিক তলে রাখার জন্যই উক্ত সমন্বয়ের প্রয়োজন।

(ঘ) ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষা ঃ ডাম্পি লেভেলের (চিত্র ঃ ৫.২ খ-ঙ) পর্যন্ত চিত্র ও আলোচনার অনুরূপ।

(ঙ) ত্রুটি সংশোধন ঃ

(i) যদি যন্ত্র ১ম যোজনায় ঠিক মাঝখানে থাকা অবস্থায় দু' বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের পার্থক্যের সাথে ২য় যোজনায় (যন্ত্র কোন এক বিন্দুর নিকটবর্তী থাকা অবস্থায়) পূর্বের দু'বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের পার্থক্য সমান না হয় তবে ২য় যোজনার জন্য প্রকৃত স্টাফ পাঠ নির্ণয় করে নিতে হবে।

(ii) দুরবিনের ভিতর দিয়ে (২য় যোজনার) বাবল টিউবের প্রতি লক্ষ না রেখে শুধুমাত্র টিলটিং স্ক্রুর সাহায্যে দূরবর্তী স্টাফের প্রকৃত পাঠে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার ফেলতে হবে।

(iii) তারপর বাবলকে বাবল সমন্বয়কারী স্ক্রুর সাহায্যে কেন্দ্রে আনতে হবে।

(iv) এ প্রক্রিয়া কয়েকবার সম্পাদন করলেই বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় প্রকৃত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে।

স্বয়ংক্রিয় লেভেল (Ni_2 type) ঃ

এটাতে দু'টি সমন্বয়নের প্রয়োজন হতে পারে। ত্রুটি চিহ্নিতকরণ ও সংশোধন প্রক্রিয়া ডাম্পি লেভেলের অনুরূপ।

৫.৭ স্থায়ী সমন্বয়নে সমস্যাবলির সমাধান (Solution of problems on permanent adjustments) :

উদাহরণ-১ : 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মধ্যবিন্দু C তে ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B তে উল্লম্বভাবে স্থাপিত স্টাফে যথাক্রমে 2.250 ও 2.025 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটিকে সরিয়ে BA রেখার বর্ধিতাংশের উপর A হতে 20 মিটার দূরে D বিন্দুতে বসিয়ে A ও B বিন্দুতে উল্লম্বভাবে স্থাপিত স্টাফে যথাক্রমে 1.875 ও 1.670 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক অনুভূমিক আছে কি? যদি না থাকে তবে এটা কী অবস্থায় আছে? এটা কীভাবে সমন্বয় করা যায়? D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় যন্ত্র সমন্বয়নের পর A ও B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩ (পরি)]

সমাধান : যন্ত্র যখন C বিন্দুতে স্থাপিত

A ও B বিন্দুর প্রকৃত এলিভেশনের পার্থক্য =2.250 – 2.025= 0.225m (B উঁচু)।

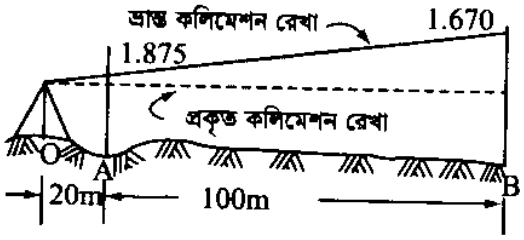
যন্ত্র যখন D বিন্দুতে স্থাপিত

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য= 1.875 – 1.670 =0.205m (B উঁচু)।

যেহেতু পার্থক্যদ্বয় পরস্পর সমান নয়, তাই কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অবস্থায় নেই।

D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ (1.875 – 0.225) =1.650 হওয়া উচিত ছিল। কিন্তু প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.670. অতএব কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী অবস্থায় আছে।

এক্ষেত্রে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারকে ডায়াফ্রামের ক্যাপস্টান হেডেড স্ক্রুর সাহায্যে B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ পাওয়া পর্যন্ত নিচে নামাতে হবে।



চিত্র : ৫.৩

A বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_A = -\frac{20}{100}(1.67 - 1.65)$

$= -0.004$m.

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠের সংশোধনী, $C_B = -\frac{20+100}{100}(1.67 - 1.65)$

$= -0.024$m

A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.875 – 0.004 =1.871m

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.670 – 0.024 = 1.646.

যাচাই :

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য

= 1.871 – 1.646 = 0.225 (ঠিক আছে)।

উত্তর : কলিমেশন রেখা ঠিক নেই/উর্ধ্বমুখী অবস্থায় আছে/ক্রস হেয়ার নিচের দিকে নামিয়ে/A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.871 ও 1.646

উদাহরণ-২। দু' খুঁটি পরীক্ষায় একটি ডাম্পি লেভেল যাচাই করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তবে এটা কোনদিকে আনত? প্রকৃত সমন্বয়নে থাকা অবস্থায় যন্ত্র D বিন্দুতে থাকাকালে A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে? যদি A বিন্দুর আর.এল. 432.055 হয় তবে B বিন্দুর আর. এল. কত হবে?

তথ্যাদি ঃ

(ক) AB = 150m

(খ) C বিন্দু AB এর মধ্যবিন্দু

C বিন্দুতে যন্ত্রের অবস্থান _____ | A তে স্টাফ পাঠ 1.702 | B তে স্টাফ পাঠ 2.422 |

(গ) D বিন্দু BA এর বর্ধিতাংশে

A হতে 30 মিটার দূরে,

D বিন্দুতে যন্ত্রের অবস্থান _____ | A তে স্টাফ পাঠ 2.146 | B তে স্টাফ পাঠ 2.466 |

সমাধান ঃ C তে যন্ত্র

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য

$= 2.422 - 1.702 = 0.720$ (A উঁচু)

যন্ত্র D তে

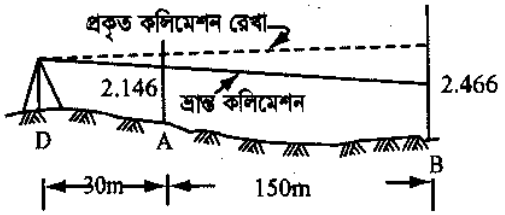
A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য

$= 2.466 - 2.146$

$= 0.320$ (A উঁচু)

এলিভেশনের পার্থক্যদ্বয় সমান নয়। তাই কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

যদি কলিমেশন রেখা প্রকৃত অনুভূমিক হতো তবে D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় A বিন্দুতে স্টাফ 2.146 পাঠ পাওয়া গেলে B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ (2.146 +0.72) = 2.866 হওয়া উচিত ছিল। কিন্তু B এর স্টাফ পাঠ 2.466 পাওয়া গেল। তাই কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।



চিত্র ঃ ৫.৪

A বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনী,

$C_A = +\frac{30}{150}(2.866 - 2.466)$

$= +0.080$

B বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনী,

$C_B = +\frac{180}{150}(2.866 - 2.466) = 0.480$

A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 2.146 + 0.080 = 2.226

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 2.466 + 0.480 = 2.946

যাচাই ঃ A ও B বিন্দুর উচ্চতায় পার্থক্য = 2.946 – 2.226

= 0.72 (ঠিক আছে)

A বিন্দুর প্রদত্ত আর.এল 432.055m এবং A বিন্দু B বিন্দু হতে 0.72m উঁচু।

অতএব B বিন্দুর আর.এল. = 432.055 – 0.72)= 431.335m.

উত্তর ঃ কলিমেশন রেখা ঠিক নেই/নিম্নমুখী আনত/A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.226 ও 2.946/ $RL_{(B)}$ = 431.335m.

উদাহরণ-৩। AB = 120 মিটার। AB রেখার মধ্যবিন্দু C। একটি লেভেল যন্ত্রের কলিমেশন রেখা যাচাই করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। উক্ত লেভেল যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তবে A তে যন্ত্র থাকা অবস্থায় B তে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে। A এর আর.এল. 10.00 মিটার হলে B এর আর.এল. কত হবে? কলিমেশন ভ্রান্তির পরিমাণ কত?

তথ্যাদি ঃ

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ	
	A বিন্দুর উপর	B বিন্দুর উপর
C	1.655	1.350
A	1.425	1.112

সমাধান ঃ যন্ত্র C বিন্দুর উপর

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য = 1.655 – 1.350

= 0.305 (B উঁচু)

যন্ত্র A বিন্দুতে

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ হওয়া উচিত = (1.425 – 0.305)= 1.120

B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.112 < 1.120

অতএব যন্ত্রটি কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।

যেহেতু যন্ত্র A বিন্দুতে অতএব A এর স্টাফ পাঠ সঠিক এবং B এর সঠিক স্টাফ পাঠ = 1.425 – 0.305 = 1.120 হবে।

B বিন্দুর আর.এল. হবে (10.00 + 0.305) = 10.305m

120 মিটারের জন্য কলিমেশন ভ্রান্তির পরিমাণ = 1.112 – 1.120 = – 0.008

অর্থাৎ 1 ঃ 15000 নিম্নমুখী

(কলিমেশন ভ্রান্তির হার = $\frac{0.008 \times 100}{120}$ = 0.0067% (প্রায়) নিম্নমুখী

উত্তর ঃ কলিমেশন রেখা ঠিক নেই/B তে স্টাফ পাঠ = 1.120/R.L.$_{(B)}$ = 10.305m, / 1 ঃ 15000 নিম্নমুখী।

উদাহরণ-৪। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মাঝখানে C বিন্দুতে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.414 ও 1.959। তারপর A ও C বিন্দুর ঠিক মাঝখানে D বিন্দুতে উক্ত লেভেল যন্ত্রটি বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.151 ও 2.296 পাওয়া যায়। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তবে D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় কলিমেশন রেখা সমন্বয়ন করার পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ পাওয়া যাবে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

সমাধান ঃ যন্ত্র C তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য = 1.959 – 1.414

= 0.545 (A উঁচু)

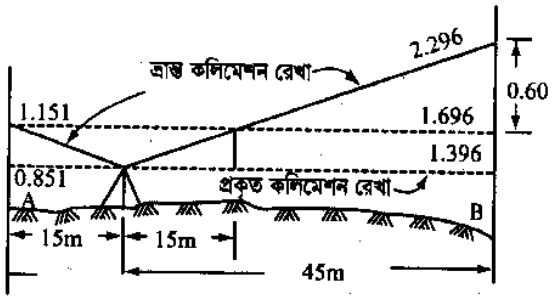
যন্ত্র D তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 2.296 – 1.151 = 1.145

= 1.145 (A উঁচু)

যেহেতু পার্থক্য দু'টি সমান নয়, কাজেই যন্ত্রের কলিমেশন রেখা সঠিক সমন্বয়নে নেই।

B তে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (1.151 + 0.545) = 1.696 হলে যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা অনুভূমিক হতো। কিন্তু B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 2.296। অতএব কলিমেশন রেখা ঊর্ধ্বমুখী ।



চিত্র ঃ ৫.৫

যদি A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ 1.151 হতো তবে B বিন্দুর স্টাফ পাঠ (1.151 + 0.545) = 1.696 পাওয়া যেত। কিন্তু B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 2.296, তাই দেখা যায় যে, 45 – 15 = 30 মিটার দূরত্বের জন্য কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী হওয়ায় 2.296 – 1.696 = 0.60 মিটার উপরে উঠে। [চিত্র ৫.৫]

অতএব, A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 1.151 - \frac{0.600 \times 15}{30} = 0.851$

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 2.296 - \frac{0.600 \times 45}{30} = 1.396$

যাচাই ঃ A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.396 – 0.851 = 0.545 (ঠিক আছে)।

উত্তর ঃ কলিমেশন রেখা ঠিক নেই/যন্ত্র Dতে থাকা অবস্থায় A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.851 ও 1.396।

উদাহরণ-৫। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সঠিক মধ্যবিন্দু C তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.402 ও 1.804 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। এরপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 20 মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.305 ও 1.407 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি ঠিক না থাকে তবে যথার্থ সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১২]

সমাধান ঃ যন্ত্র C তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য = 1.804 – 1.402

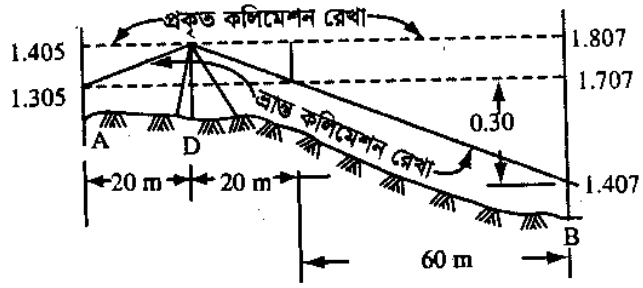
= 0.402 (A উঁচু)।

যন্ত্র D তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.407 – 1.305 = 0.102 (A উঁচু)।

যেহেতু পার্থক্য দু'টি সমান নয়, কাজেই যন্ত্রের কলিমেশনের রেখা সঠিক সমন্বয়ে নেই।

B তে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (1.305 + 0.402) = 1.707 হলে যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা অনুভূমিক হতো, কিন্তু B এর স্টাফ পাঠ 1.407। অতএব কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।



চিত্র ঃ ৫.৬

যদি A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ 1.305 হতো তবে B বিন্দুর স্টাফ পাঠ (1.305 + 0.402) = 1.707 পাওয়া যেত। কিন্তু B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.407, কাজেই দেখা যায় যে, 60 মিটার দূরত্বের জন্য কলিমেশন রেখা (1.707 – 1.407) = 0.300m নিচে নামে। (চিত্র ঃ ৫.৬)

অতএব A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 1.305 + \frac{0.300 \times 20}{60} = 1.405$

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 1.407 + \frac{0.300 \times 80}{60} = 1.807$

যাচাই ঃ A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.807 – 1.405

= 0.402 (ঠিক আছে)

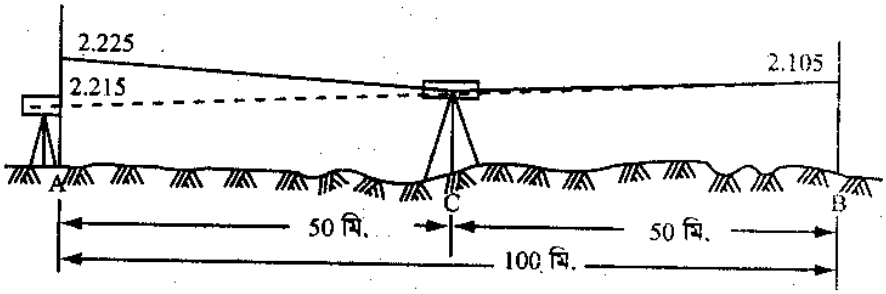
উত্তর ঃ ঠিক নেই (নিম্নমুখী)/ A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.405 ও 1.807।

উদাহরণ-৬। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সংযোগকারী রেখার মাঝবিন্দু C-তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.225 মিটার ও 2.105 মিটার। আবার A বিন্দুর নিকট যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.215 মিটার এবং 2.105 মিটার। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি ঠিক না থাকে তবে কোন অবস্থায় আছে? A-তে যন্ত্র থাকা অবস্থায় B তে সঠিক স্টাফ পাঠ কত হবে? যন্ত্র ঠিক থাকলে যন্ত্র C বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A ও B- তে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যেত?

[বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ যন্ত্র C-তে থাকা অবস্থায়–

A ও B এর স্টাফ পাঠের পার্থক্য = 2.225 – 2.105 = 0.120 মিটার B (উঁচু)।



চিত্র ঃ ৫.৭

যন্ত্র A-তে থাকা অবস্থা A ও B এর স্টাফ পাঠের পার্থক্য = 2.215 - 2.105 = 0.110 মিটার (B উঁচু)।

A ও B উচ্চতার সঠিক পার্থক্য = 0.120 মিটার

যেহেতু যন্ত্র A-তে থাকা অবস্থায় A ও B এর উচ্চতার পার্থক্য = 0.110

অতএব, যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

যেহেতু যন্ত্র A-তে থাকা অবস্থায় A-তে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ = 2.215 তাই এ পাঠটিতে কোন ভুল নেই।

তাই এ অবস্থায় B এর সঠিক স্টাফ পাঠ হওয়া উচিত = 2.215 – 0.120 = 2.095

কিন্তু B তে স্টাফ পাঠ পাওয়া যায় 2.105, যা 1.095 হতে অধিক।

অতএব, কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী।

100 মিটার দূরত্বের জন্য উর্ধ্বমুখীর পরিমাণ = 2.105 – 2.095 = 0.01 মিটার

যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক থাকলে C-তে যন্ত্র থাকা অবস্থায়–

A-তে সঠিক পাঠ হতো = $2.225 - \frac{0.01 \times 50}{100} = 2.220$ মি.

B তে সঠিক পাঠ হতো = $2.105 - \frac{0.01 \times 50}{10} = 2.100$ মি.

নিরীক্ষা 2.220 – 2.100 = 0.120 (সঠিক)

উত্তর ঃ ঠিক নেই/উর্ধ্বমুখী/যন্ত্র A বিন্দুতে B এর স্টাফ পাঠ = 2.095/যন্ত্র C বিন্দুতে A ও B এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.220 ও 2.100।

উদাহরণ-৭। বিনিময় ক্রম লেভেলিং-এ একটি ডাম্পি লেভেলের সমন্বয়ন নিরীক্ষা করা কালে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তবে কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী না নিম্নমুখী? যথার্থ সমন্বয়ের পর A বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় B বিন্দুতে সঠিক স্টাফ পাঠ কত হবে? B বিন্দুর আর.এল 39.68 মিটার হলে A এর আর.এল কত হবে?

তথ্যাদি ঃ

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ	
	A তে	B তে
A	1.404	1.714
B	1.223	1.553

সমাধান ঃ

যন্ত্র A তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.714 – 1.404 = 0.310 (A উঁচু)

যন্ত্র B তে

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য = 1.553 – 1.223 = 0.330 (A উঁচু)

পার্থক্যদ্বয় সমান নয়। অতএব যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য $= \frac{0.310 + 0.330}{2}$

= 0.320 (B এর তুলনায় A উঁচু)।

যন্ত্র A তে থাকা অবস্থায় A বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ সঠিক।

অতএব B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ =1.404+0.320=1.724 হওয়া উচিত।

কিন্তু B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ = 1.714 < 1.724

কাজেই যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।

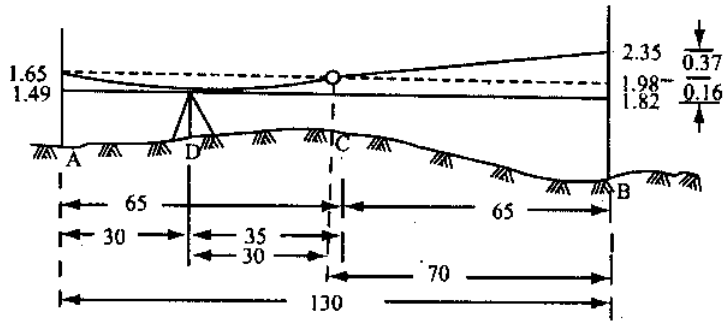
দেয়া আছে B এর আর.এল 39.68 মিটার,

সুতরাং A এর আর.এল = 39.68 + 0.320 = 40.00 মিটার।

উত্তর ঃ ঠিক নেই/নিম্নমুখী/B বিন্দুর স্টাফ পাঠ = 1.724/$RL_{(A)}$ = 40.00

উদাহরণ-৮। 130 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C তে একটি লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.53 মিটার এবং 2.86 মিটার। আবার যন্ত্রকে C হতে A এর দিকে 35 মিটার দূরে D বিন্দুতে বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.65 মিটার এবং 2.35 মিটার। যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তবে কী অবস্থায় আছে? যন্ত্র সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ কত হবে? B এর আর.এল 20.00 মিটার হলে A এর আর. এল কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৫.৮

যন্ত্র যখন AB এর ঠিক মধ্যবিন্দু C তে

A ও B বিন্দুর প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য = 2.86 – 2.53 = 0.33 মিটার

যন্ত্র যখন C হতে A এর দিকে 35 মিটার দূরে D বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.35 – 1.65 = 0.70 মিটার

যেহেতু উভয় যোজনায় A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য সমান হয়, তাই যন্ত্রটির লাইন অব কলিমেশন ঠিক অনুভূমিক অবস্থায় নেই।

যন্ত্র D তে থাকা অবস্থায় নিকটবর্তী স্টাফ রিডিং অর্থাৎ A বিন্দুর স্টাফ পাঠ 1.65 মিটার হলে B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ (1.65 + 0.33) = 1.98 মিটার হওয়া বাঞ্ছনীয়। কিন্তু B এর স্টাফ পাঠ 2.35 মিটার অর্থাৎ 2.35 > 1.98 অর্থাৎ লাইন অব কলিমেশন উর্ধ্বমুখী।

100 – 30 = 70 মিটার দূরত্বের জন্য উর্ধ্বগামীর পরিমাণ = 2.35 – 1.98 = 0.37 মিটার।

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠের সংশোধনী, $C_A = (-)\dfrac{0.37 \times 30}{70} = -0.16$ মিটার

B বিন্দুতে স্টাফ পাঠের সংশোধনী, $C_B = (-)\dfrac{0.37 \times 100}{70} = -0.53$ মিটার

যন্ত্র সমন্বয়ের পর (যন্ত্র D বিন্দুতে)

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠ = 1.65 – 0.16 = 1.49 মিটার

B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ = 2.35 – 0.53 = 1.82 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.82 – 1.49 = 0.33 মিটার (ঠিক আছে)

যন্ত্র সমন্বয়ের পর (যন্ত্র C বিন্দুতে)

সংশোধনী, $C_A = C_B = (-)\dfrac{0.37 \times 65}{70} = (-)\,0.34$ মিটার

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠ = 2.53 – 0.34 = 2.19 মিটার

B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ = 2.86 – 0.34 = 2.52 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 2.52 – 2.19 = 0.33 (ঠিক আছে)

উত্তর ঃ ঠিক নেই/নিম্ন দিকে/A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.628 ও 1.028।

উদাহরণ-৯। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি না, তা পরীক্ষা করার জন্য ৮০ মিটার দূরে দুটি বিন্দু ক এবং খ এর ঠিক মাঝখানে যন্ত্র বসিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ২.৬১৫ এবং ১.২০৫ মিটার পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি কখ রেখা বরাবর ক থেকে ২০ মিটার দূরে বসিয়ে ক ও খ এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ১.৬২৫ ও ০.৯৮৫ মিটার পাওয়া গেল।

নির্ণয় কর ঃ

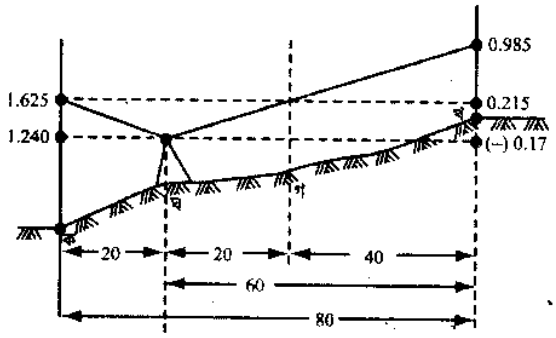
(ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি?

(খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত?

(গ) ক ও খ এর সংশোধনীর পরিমাণ।

(ঘ) ক ও খ এর প্রকৃত স্টাফ-পাঠ। [বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৫.৯

যন্ত্র যখন কখ রেখার ঠিক মাঝ বিন্দুতে (গ)

ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য = 2.615 – 1.205 = 1.410 মিটার (খ উঁচু)

যন্ত্র যখন কখ রেখার 'ক' হতে 20 মিটার দূরে (ঘ) বিন্দুতে

ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.625 – 0.985 = 0.640 মিটার

যেহেতু উভয় যোজনায় ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য সমান নয়, তাই কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

যন্ত্র ঘ বিন্দুতে থাকা অবস্থায় ক বিন্দুতে (নিকটবর্তী বিন্দু) স্টাফ পাঠ 1.625 মিটার। তাই খ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 1.625 – 1.410 মিটার = 0.215 মিটার হওয়া উচিত কিন্তু প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 0.985 মিটার।

যেহেতু 0.985 > 0.215 অতএব লাইন অব কলিমেশন উর্ধ্বমুখী।

40 মিটারের জন্য উর্ধ্বমুখী এর পরিমাণ = 0.985 – 0.215 = 0.77 মিটার

যন্ত্র ঘ বিন্দুতে থাকা অবস্থায় ঃ

ক বিন্দুতে সংশোধনীর পরিমাণ, $C_ক = (-)\dfrac{0.77 \times 20}{40} = (-)\ 0.385$ মিটার

খ বিন্দুতে সংশোধনীর পরিমাণ, $C_খ = (-)\dfrac{0.77 \times 60}{40} = (-)\ 1.155$ মিটার

ক বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.625 – 0.385 = 1.24 মিটার

খ বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 0.985 – 1.155 = – 0.17 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.24 – (– 0.17) = 1.4 মিটার (ঠিক আছে)

যন্ত্র 'গ' বিন্দুতে থাকা অবস্থায় ঃ

সংশোধনী, $C_ক = C_খ = \dfrac{0.77 \times 40}{40} = (-)\ 0.77$ মিটার

ক বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 2.615 – 0.77 = 1.845 মিটার

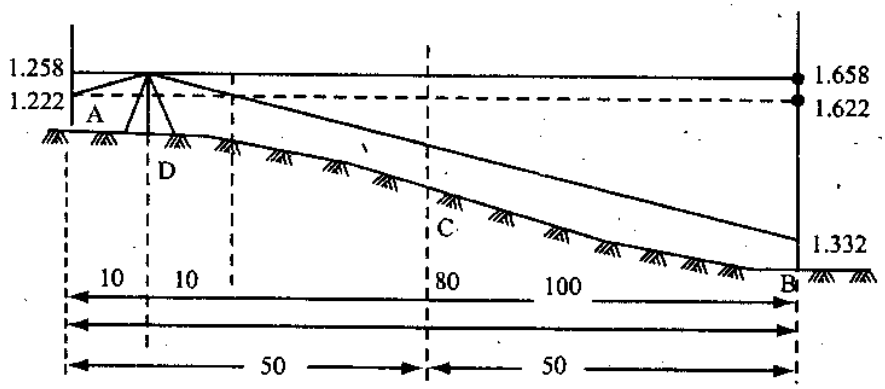
খ বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.205 – 0.77 = 0.435 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.845 – 0.435 = 1.410 মিটার (ঠিক আছে)

উত্তর ঃ (ক) ঠিক নেই **(খ)** উর্ধ্বমুখী **(গ)** ঘ বিন্দুতে ক (– 0.385), খ (– 1.155) সংশোধনী **(ঘ)** প্রকৃত স্টাফ পাঠ ক (1.24 খ (– 0.17)।

উদাহরণ-১০। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মাঝের বিন্দু C-তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B-তে যথাক্রমে 1.324 ও 1.724 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। তারপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 10 মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.222 ও 1.332 স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটি সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ-পাঠ পাওয়া যাবে? [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান



চিত্র ঃ ৫.১০

যন্ত্র C বিন্দুতে-

A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য = 1.724 – 1.324 = 0.400 মিটার। (A উঁচু)

যন্ত্র D বিন্দুতে-

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.332 – 1.222 = 0.110 মিটার।

যেহেতু উভয় ক্ষেত্রে পার্থক্য সমান নয়, তাই যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

যন্ত্রের D অবস্থানের নিকট A বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 1.222 মিটার। এ অবস্থায় B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 1.222 + 0.400 = 1.622 হওয়া উচিত। কিন্তু B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.332 মিটার। কাজেই কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী আনত।

80 মিটারের জন্য নতির পরিমাণ = 1.622 – 1.332 = 0.290 মিটার

এখন A বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_A = \frac{0.290 \times 10}{80} = 0.036$ মিটার

B বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_B = \frac{0.290 \times 90}{80} = 0.326$ মিটার

যন্ত্র সমন্বয়ের পর যন্ত্র D বিন্দুতে থাকা অবস্থায়-

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠ হবে 1.222 + 0.036 = 1.258 মিটার

B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ হবে 1.332 + 0.326 = 1.658 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.658 – 1.258 = 0.400 মিটার (ঠিক আছে)।

যন্ত্র সমন্বয়ের পর যন্ত্র C বিন্দুতে থাকা অবস্থায়-

A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_A = C_B = \frac{0.290 \times 50}{80} = 0.181$ মিটার

A বিন্দুতে স্টাফ পাঠ হবে 1.324 + 0.181 = 1.505 মিটার

B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ হবে 1.724 + 0.181 = 1.905 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.905 – 1.505 = 0.400 মিটার (ঠিক আছে)

উত্তর ঃ যন্ত্র D বিন্দুতে A(1.258) এবং B(1.658) যন্ত্র C বিন্দুতে A(1.505) এবং B(1.905)।

উদাহরণ-১১। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি না, তা পরীক্ষা করার জন্য 100 মি. দূরে দুটি বিন্দু A এবং B-এর ঠিক মাঝখানে যন্ত্র বসিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 2.615 এবং 1.205 মিঃ পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি AB রেখার বর্ধিতাংশে বরাবর A হতে 20 মিঃ দূরে বসিয়ে A ও B এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.625 এবং 0.985 মিঃ পাওয়া গেল।

নির্ণয় কর ঃ

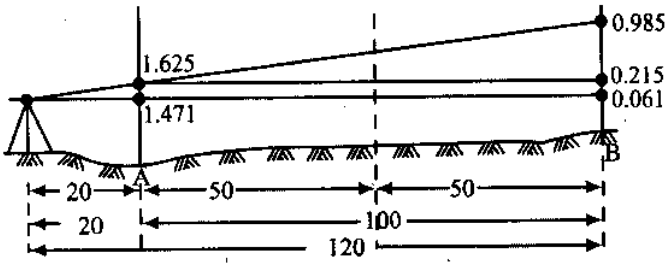
(ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি?

(খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত?

(গ) A ও B-এর সংশোধনীয় পরিমাপ।

(ঘ) A ও B-এর প্রকৃত স্টাফ পাঠ। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৫.১১

যন্ত্র যখন A ও B এর মাঝে মধ্যবিন্দুতে-

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 2.615 – 1.205 = 1.410 মিটার (B উঁচু)

যন্ত্র যখন AB এর বর্ধিতাংশে A হতে 20 মিটার দূরে–

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.625 – 0.985 = 0.640 মিটার

উভয় যোজনায় A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য সমান নয়, তাই কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

দ্বিতীয় যোজনায় নিকটের A বিন্দুর স্টাফ পাঠ 1.625 মিটার, তাই B এর স্টাফ পাঠ

1.625 – 1.410 = 0.215 হওয়া উচিত ছিল। কিন্তু B এর স্টাফ পাঠ 0.985 মিটার পাওয়া গেল। অতএব কলিমেশন রেখা ঊর্ধ্বমুখী।

100 মিটার এর জন্য ঊর্ধ্বমুখী এর পরিমাণ = 0.985 – 0.215 = 0.770 মিটার

A বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_A = (-)\frac{0.770 \times 20}{100} = (-)\ 0.154$ মিটার

B বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনী, $C_B = (-)\frac{0.770 \times 120}{100} = (-)\ 0.924$ মিটার

A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.625 – 0.154 = 1.471 মিটার

B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 0.985 – 0.924 = 0.061 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 1.471 – 0.061 = 1.410 মিটার (ঠিক আছে)

- যন্ত্র যখন A ও B বিন্দুর মাঝ বিন্দুতে

সংশোধনী, $C_A = C_B = (-)\frac{0.770 \times 50}{100} = (-)\ 0.385$ মিটার

A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 2.615 – 0.385 = 2.230 মিটার

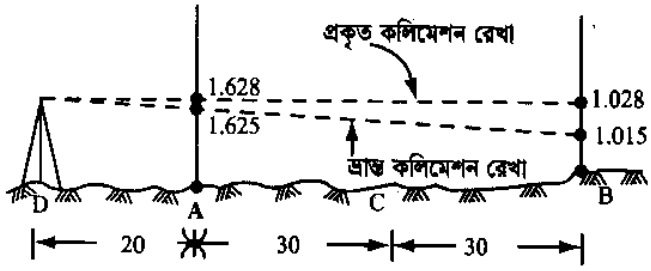
B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.205 – 0.385 = 0.820 মিটার

নিরীক্ষা ঃ 2.230 – 0.820 = 1.410 মিটার (ঠিক আছে)

উত্তর ঃ (ক) ঠিক নেই **(খ)** ঊর্ধ্বমুখী **(গ)** সংশোধনী (যন্ত্র দ্বিতীয় যোজনায়) A(– 0.154), B (– 0.92) **(ঘ)** A(1.471), B(0.061)

উদাহরণ-১২। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.125 মিটার ও 1.525 মিটার আবার BA রেখার বর্ধিতাংশের উপর A হতে 20 মিটার দূরে D তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.625 মিটার এবং 1.015 মিটার পাওয়া গেল। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তাহলে কোন দিকে আনত? দ্বিতীয় যোজনায় A ও B তে সঠিক স্টাফ পাঠ কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৫.১২

যন্ত্র A ও B এর দূরত্বের ঠিক মাঝখানে C বিন্দুতে থাকা অবস্থায়-

A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য = 2.125 – 1.525 = 0.60 মিটার (B উঁচু)

যন্ত্র BA এর বর্ধিতাংশে A হতে 20 মিটার দূরে D তে থাকা অবস্থায়

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.625 – 1.015 = 0.61 মিটার (B উঁচু)

উভয় ক্ষেত্রে উচ্চতার পার্থক্য সমান নয়, তাই কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

যন্ত্র D তে থাকা অবস্থায় A নিকটবর্তী এবং স্টাফ পাঠ 1.625 মিটার।

তাই এ অবস্থায় B স্টাফ পাঠ 1.625 – 0.60 = 1.025 হওয়া উচিত ছিল।

যেহেতু প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.015 অর্থাৎ 1.015 <1.025 তাই কলিমেশন রেখা নিম্ন দিকে আনত।

D তে যন্ত্র থাকা অবস্থায়-

60 মিটারের জন্য সংশোধনী = 0.61 – 0.60 = 0.01 মিটার (+)

20 মিটারের জন্য সংশোধনী = $\frac{0.01 \times 20}{60}$ = 0.003 মিটার (+)

80 মিটারের জন্য সংশোধনী = $\frac{0.01 \times 80}{60}$ = 0.013 মিটার (+)

D তে যন্ত্র থাকা অবস্থায়-

A এর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.625 + 0.003 = 1.628 মিটার

B এর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 1.015 + 0.013 = 1.028 মিটার

নিরীক্ষা ঃ

A ও B এর স্টাফ পাঠের পার্থক্য = 1.628 – 1.028 = 0.60 মিটার (নিরীক্ষিত)

উত্তর ঃ কলিমেশন রেখা ঠিক নেই/নিম্ন দিকে আনত/A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.628 ও 1.028।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪ (প), ০৯, ৯৮]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন বলতে এর মৌলিক রেখাগুলোকে পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে সঠিকভাবে রাখা এবং কয়েকটি সম্পর্ককে সঠিক অবস্থায় আনয়ন করাকে বুঝায়।

২। **লেভেল যন্ত্র সমন্বয়ের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।**
অথবা, লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়নগুলো কী কী?

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় দু' প্রকার, যথা–
(ক) স্থায়ী সমন্বয়ন ও (খ) অস্থায়ী সমন্বয়ন।

৩। **লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রে মৌলিক রেখাগুলোকে পারস্পরিক সম্পর্ক অনুযায়ী স্থাপন করাই লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন। কাজে ব্যবহারের পূর্বে যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন যাচাই করে নিতে হয়।

৪। **লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়ন কী?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৭, ০৯]
অথবা, লেভেলের অস্থায়ী সমন্বয় বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রকে তেপায়ার উপর বসিয়ে লেভেলিং, ফোকাসিং ইত্যাদি যথাযথভাবে সম্পাদন করে পাঠ গ্রহণ উপযোগী করাই লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়ন। লেভেল যন্ত্রের প্রতিটি অবস্থানেই অস্থায়ী সমন্বয়ন করতে হয়।

৫। **লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৯, ১৩]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো হলো (ক) তেপায়ায় যন্ত্র আটকানো (খ) তেপায়া সমন্বয়ন (গ) যন্ত্র সমতলকরণ (ঘ) অভিনেত্র লেন্স ফোকাসকরণ ও (ঙ) অভিলক্ষ্য লেন্স ফোকাসকরণ।

৬। **লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১১]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলো হলো– (ক) বাবল টিউবের অক্ষ (খ) কলিমেশন রেখা (গ) উল্লম্ব অক্ষ ও (ঘ) দুরবিন অক্ষ।

৭। **লেভেল যন্ত্রে বাবল অক্ষ ও উল্লম্ব অক্ষের মধ্যে সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রে বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের উপর লম্ব হবে।

৮। **লেভেল যন্ত্রে কলিমেশন রেখা ও দুরবিন অক্ষের মধ্যে সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রে কলিমেশন রেখা ও দুরবিন অক্ষ একই রেখায় থাকবে।

৯। **লেভেল যন্ত্রে বাবল অক্ষ ও কলিমেশন রেখার সাথে সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রে বাবল অক্ষ কলিমেশন রেখার সমান্তরাল হবে।

১০। **ডাম্পি লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়নগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ডাম্পি লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়নগুলো হলো–(১) বাবল অক্ষকে উল্লম্ব অক্ষের উপর লম্ব করা এবং (২) কলিমেশন রেখাকে বাবল অক্ষের সমান্তরাল করা।

১১। **টিল্টিং লেভেলে কী স্থায়ী সমন্বয়ন করতে হয়?**

উত্তর ঃ টিল্টিং লেভেলে বাবল অক্ষকে কলিমেশন রেখার সমান্তরাল করতে হয়।

১২। **স্বয়ংক্রিয় লেভেলের কী কী স্থায়ী সমন্বয়নের দরকার হয়?**

উত্তর ঃ স্বয়ংক্রিয় লেভেলে (১) বৃত্তাকার বাবল অক্ষের সাথে উল্লম্ব অক্ষকে লম্বভাবে স্থাপন ও (২) কলিমেশন রেখাকে প্রকৃত অনুভূমিকভাবে স্থাপন এই দু'টি স্থায়ী সমন্বয়ন করতে হয়।

১৩। **লেভেল যন্ত্র স্থায়ী সমন্বয়নে কী কী ধাপ অনুসরণ করতে হয়?**

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্র স্থায়ী সমন্বয়নে (ক) ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষা ও (খ) নির্ণীত ত্রুটি সংশোধনকরণ এই দু'টি ধাপ অনুসরণ করা হয়।

১৪। **দু'খুঁটি পরীক্ষা কখন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

অথবা, দুই খুঁটি পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তর ঃ কলিমেশন রেখা প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় আছে কি না তা যাচাই করার জন্য দুটি খুঁটি পরীক্ষা করা হয়।

১৫। **দু'খুঁটি পরীক্ষা কী?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]

উত্তর ঃ লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়নের ক্ষেত্রে যন্ত্রের কলিমেশন রেখা প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় আছে কি না যাচাই করার জন্য যে পরীক্ষায় নির্দিষ্ট দূরত্বে (60 মিটার হতে 100 মিটার) দু'টি খুঁটি পুঁতে খুঁটিদ্বয়ের দূরত্বের ঠিক মধ্যবিন্দুতে এবং যে কোন একটি খুঁটির স্টেশনে বা তার নিকট দূরত্বে (10 মিটার হতে 20 মিটার ভিতর বা বাইরের দিকে) লেভেল যন্ত্র বসিয়ে উভয় যোজনায় উভয় খুঁটির স্টেশনের স্টাফ পাঠ নিয়ে উভয় যোজনায় খুঁটি স্টেশনদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য সমান কি না যাচাই করা হয়, তাকে দু'খুঁটি পরীক্ষা বলা হয়। উভয় যোজনায় উভয় খুঁটি স্টেশনের উচ্চতার পার্থক্য সমান না হলে সমন্বয়নের দরকার হয়।

১৬। **অভিনেত্র লেন্স কীভাবে ফোকাস করতে হয়?**

উত্তর ঃ ডায়াফ্রামের 'ক্রস হেয়ার' স্পষ্ট পরিষ্কার পরিদৃশ্য না হওয়া পর্যন্ত অভিনেত্র লেন্সকে ডায়াফ্রামের সাপেক্ষে আই পিস স্ক্রু ঘুরিয়ে সামনে-পিছনে নিয়ে অভিনেত্র লেন্স ফোকাস করা হয়।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **অভিলক্ষ্য লেন্স ফোকাসকরণ প্রক্রিয়া বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **তেপায়ার সমন্বয়ন প্রক্রিয়া বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। **ডাম্পি লেভেল ও স্বয়ংক্রিয় লেভেলের স্থায়ী সমন্বয়গুলোর পরিচিতি উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৫। **দু' খুঁটি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৬। **ডাম্পি লেভেলের বাবল টিউবের সমন্বয়নে ত্রুটি নির্ণায়ক পরীক্ষার ধাপগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ দ্রষ্টব্য।

৭। **দু'খুঁটি পরীক্ষা কেন করা হয় এবং কীভাবে করা হয়?** [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৮। **ডাম্পি লেভেলে বাবল টিউবের সমন্বয় কীভাবে করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৯। **লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় বলতে কী বুঝায়? যন্ত্রের সমন্বয় কয় প্রকার কী কী?** [বাকাশিবো- ২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.১ ও ৫.২ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **ডাম্পি লেভেলের বাবল টিউবের সমন্বয়ন পদ্ধতি সবিস্তারে আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৩। **ডাম্পি লেভেলের কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন পদ্ধতি চিত্রসহ সবিস্তারে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

৪। **টিল্টিং লেভেলের ত্রুটি শনাক্তকরণ ও সংশোধন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 50 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মধ্যবিন্দু C তে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে উল্লম্বভাবে ধরা স্টাফে যথাক্রমে 1.61 ও 1.56 স্টাফ পাঠ পাওয়া যায়। এরপর B বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1. 30 ও 1.20 পাওয়া গেল। (i) যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা অনুভূমিক আছে কি? (ii) যদি না থাকে তবে কী অবস্থায় আছে? (iii) এটা কীভাবে সমন্বয়ন করা যাবে? (iv) সমন্বয়নের পর যন্ত্র B বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ কত হবে? (v) যদি B বিন্দুর আর.এল 30.00 হয় তবে A বিন্দুর এল কত হবে? (vi) কলিমেশন ভ্রান্তি আর. হার কত?

উত্তর ঃ (i) কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অবস্থায় নেই।

(ii) কলিমেশন রেখা ঊর্ধ্বমুখী অবস্থায় আছে।

(iii) A বিন্দুতে সঠিক পাঠ (1.25) পাওয়া পর্যন্ত ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারকে ক্যাপস্টান হেডেড স্ক্রুর সাহায্য নিচে নামাতে হবে।

(iv) A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ হবে 1.25

(v) A বিন্দুতে আর.এল হবে 29.95

(vi) কলিমেশন ভ্রান্তির হার (0.1%)

২। একটি লেভেল যন্ত্র যাচাইকালে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

(ক) যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা অনুভূমিক আছে কি? (খ) না থাকলে কী অবস্থায় আছে? (গ) যন্ত্রটি কীভাবে সমন্বয়ন করতে হবে? (ঘ) কলিমেশন ভ্রান্তির হার কত? (ঙ) D বিন্দুতে যন্ত্র (সমন্বয়নের পর) থাকা অবস্থায় A ও B বিন্দুতে স্টাফপাঠ কত হবে? (চ) B বিন্দুর আর.এল কত?

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	A তে	B তে	DACB একটি সরল রেখা
C	2.02	1.80	DA = 10 মিঃ
D	2.20	1.96	AC = CB = 50 মিঃ
			R.L (A) = 30.00 মিঃ

উত্তর ঃ (ক) অনুভূমিক অবস্থায় নেই।

(খ) নিম্নমুখী অবস্থায় আছে।

(গ) D তে যন্ত্র থাকা অবস্থায় ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার ক্যাপস্টান স্ক্রুর সাহায্যে A (2.202) এবং B (1.982) সঠিক পাঠ পাওয়া পর্যন্ত উপরে উঠাতে হবে।

(ঘ) 0.02% নিম্নমুখী

(ঙ) A তে প্রকৃত পাঠ 2.202 এবং B তে 1.982

(চ) B বিন্দুর আর এল 30.22 মি.

অধ্যায়-৬

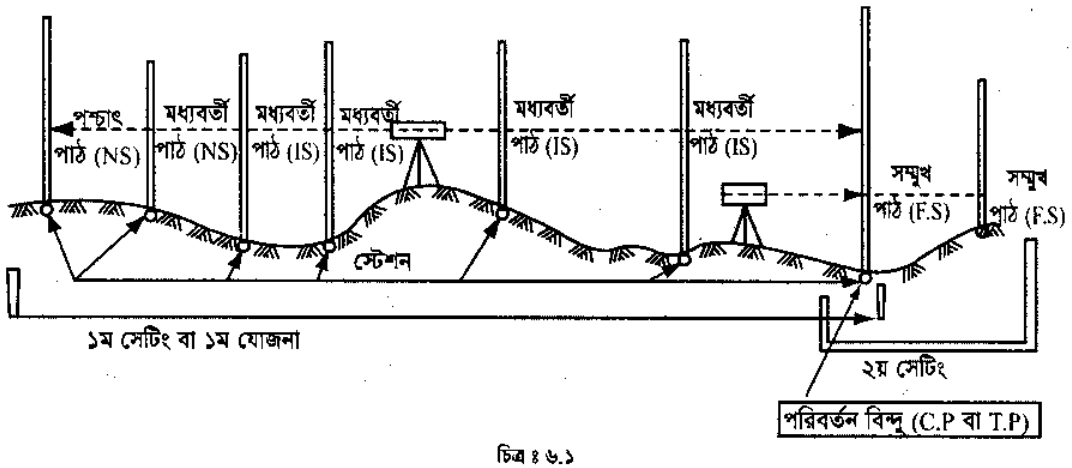
স্টাফ পাঠ লিখন ও সমতলমিতি লঘুকরণ
(Booking of Staff Reading & Reduction of Level)

৬.১ লেভেলিং এ ব্যবহৃত কয়েকটি পরিভাষা (Some terms used in levelling) ঃ

(ক) (i) পশ্চাৎ পাঠ (Back sight reading = B. S.) ঃ লেভেল যন্ত্রকে তেপায়ায় স্থাপন করে অস্থায়ী সমন্বয়নের পর সর্বপ্রথম যে স্টাফ পাঠ নেয়া হয়, ঐ স্টাফ পাঠকে পশ্চাৎ পাঠ বলা হয়। সাধারণত বেঞ্চ মার্কে, পরিবর্তন বিন্দুতে বা যে বিন্দুর এলিভেশন জানা থাকে ঐ বিন্দুতে পশ্চাৎ পাঠ নেয়া হয়। যন্ত্রের প্রতি যোজনায় একটিমাত্র পশ্চাৎ পাঠ থাকে। যেহেতু বিশেষ ক্ষেত্র ব্যতীত সচরাচর যে স্টেশনের এলিভেশন জানা অর্থাৎ বেঞ্চ মার্কের উপর পশ্চাৎ পাঠ নেয়া হয় এবং যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয়ে বেঞ্চ মার্কের আর.এল. এর সহিত পশ্চাৎ পাঠ যোগ করা হয়। তাই পশ্চাৎ পাঠকে ধনাত্মক (+) স্টাফ পাঠও বলা হয়। (চিত্র ঃ ৬.১)

(ii) অগ্রবর্তী পাঠ (Fore sight reading = F.S) ঃ যন্ত্রের কোন যোজনার শেষ স্টাফ পাঠ বা যন্ত্র সরানোর পূর্ববর্তী স্টাফ পাঠকে অগ্রবর্তী পাঠ বলা হয়। সাধারণত যে বিন্দুর আর.এল. বা এলিভেশন জানার দরকার হয়, ঐ বিন্দুতে অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয়। প্রতি যোজনায় একটিমাত্র অগ্রবর্তী পাঠ থাকে। যেহেতু যন্ত্রের উচ্চতা হতে এ স্টাফ পাঠ বিয়োগ করে আর.এল. নির্ণয় করা হয়, তাই এ স্টাফ পাঠকে ঋণাত্মক (—) স্টাফ পাঠও বলা হয়। (চিত্র ঃ ৬.১)

(iii) মধ্যবর্তী পাঠ (Intermediate sight reading = I.S) ঃ যন্ত্রের প্রতি যোজনায় পশ্চাৎ পাঠ ও অগ্রবর্তী পাঠের মাঝে যতগুলো স্টাফ পাঠ নেয়া হয়, এগুলোকে মধ্যবর্তী পাঠ বলা হয়। যন্ত্রের যে কোন যোজনায় মধ্যবর্তী পাঠ থাকতে পারে অথবা নাও থাকতে পারে। (চিত্র ঃ ৬.১)



চিত্র ঃ ৬.১

(খ) পরিবর্তন বিন্দু (Change point = C.P) ঃ এটা এমন একটি বিন্দু, যা যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তন নির্দেশ করে। পরিবর্তন বিন্দু যন্ত্রের দু'টি যোজনার মধ্যবর্তী স্টেশন বিশেষ, যাতে পূর্ব যোজনার অগ্রবর্তী পাঠ এবং পরবর্তী যোজনার পশ্চাৎ পাঠ নেয়া হয়। এটা মোড় বিন্দু (Turning point = T. P) নামেও পরিচিত। পূর্ববর্তী যোজনার সাথে পরবর্তী যোজনার কলিমেশন রেখার উচ্চতার যোগসূত্র সৃষ্টি করাই পরিবর্তন বিন্দুর উদ্দেশ্য। এ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ গ্রহণে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়। কেননা এতে গৃহীত স্টাফ পাঠের উপর নির্ভর করেই ধারাবাহিকভাবে লেভেলিং কার্য চলতে থাকে এবং পূর্বাপর যোগসূত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. বা এলিভেশন হিসাব করা হয়। (চিত্র ঃ ৬.১)

(গ) স্টেশন (Station) ঃ লেভেলিং এর ক্ষেত্রে যে বিন্দুতে স্টাফ ধরা হয়, ঐ বিন্দুকে স্টেশন বলা হয়। যে বিন্দুর এলিভেশন জানা দরকার বা নির্দিষ্ট এলিভেশনে যে বিন্দুকে স্থাপন করতে হবে, ঐ বিন্দুকেই স্টেশন হিসেবে ধরা হয়। অবশ্যই মনে রাখতে হবে লেভেলিং এর ক্ষেত্রে স্টেশনে লেভেল যন্ত্র বসানো হয় না বরং স্টাফ ধরা হয়। (চিত্র ঃ ৬.১)

৬.২ লেভেল বইয়ের প্রয়োজনীয়তা (Necessity of level book) ঃ

লেভেলিং কার্য চলাকালে বিভিন্ন বিন্দুর প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ, এগুলোর তুলনামূলক দূরত্ব, পরিবর্তন বিন্দুর অবস্থান, বিয়ারিং ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি উপযোগী কলামে লিপিবদ্ধ করার জন্য যে বিশেষ ধরনের বই ব্যবহৃত হয়, এগুলোকে লেভেল বই বলা হয়।

নিচে লেভেল বইয়ের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো ঃ

১। এটাতে প্রত্যেকটি স্টাফ পাঠের জন্য সুনির্দিষ্ট কলাম থাকায় সঠিক কলামে সঠিক পাঠ লিপিবদ্ধ করার জন্য এর প্রয়োজনীয়তা অত্যধিক।

২। আর.এল. হিসাব করার জন্য পদ্ধতি অনুযায়ী এটাতে সুনির্দিষ্ট ও সুবিন্যস্ত কলাম থাকায় নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে সহজে আর.এল. হিসাব করার জন্য এর প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য।

৩। এটাতে বিভিন্ন উল্লেখযোগ্য ও প্রয়োজনীয় তথ্যাদি লেখার এবং বিশেষ ক্ষেত্রে মন্তব্যের জন্য সুনিদিষ্ট কলাম থাকায় কার্যক্ষেত্রের তথ্যাদি লিপিবদ্ধকরণের জন্য এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

৪। এটাতে দূরত্বের কলাম থাকায় তুলনামূলক দূরত্ব উদ্ধৃতির জন্য এটা খুবই প্রয়োজনীয়।

৫। এ বইতে প্রতিটি পৃষ্ঠায় অনেকগুলো স্টেশনের আর.এল একই সারিতে (উপর-নিচ) এক নজরে দেখা যায় বিধায় সহজেই বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা জানার জন্য এর প্রয়োজনীয় অত্যধিক।

৬। মাটিকাটা বা ভরাটের ক্ষেত্রে প্রি মেজারমেন্ট ও পোস্ট মেজারমেন্টের তুলনা করার জন্য এটা খুবই প্রয়োজনীয়।

৬.৩ লেভেল বইয়ের প্রকারভেদ (Kinds of level book) ঃ

লেভেল বই দু' প্রকার, যথা–

১। কলিমেশন বা যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বই

২। উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই।

এখানে দু' ধরনের লেভেল বইয়েরই নমুনা দেয়া হলো।

(ক) কলিমেশন বা যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বই ঃ

যন্ত্রের অবস্থান/ যোজনা	স্টাফ পাঠ			কলিমেশন তলের আর.এল. বা যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				

(খ) উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই ঃ

যন্ত্রের অবস্থান/ যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					

* কোন কোন লেভেল বইতে যন্ত্রের অবস্থানের কলামটির পর পরই দূরত্বের কলামটি থাকে।

৬.৪ সমতলমিতি লঘুকরণ (Reduction of levelling) ঃ

যে পদ্ধতিতে বিভিন্ন স্টেশনে মাঠে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ হতে স্টেশন বিন্দুগুলোর আর.এল. বা এলিভেশন নির্ণয় করা যায়, সে পদ্ধতিকে সমতলমিতি লঘুকরণ (Reduction of levelling) বলা হয়। এ লঘুকরণ দু' পদ্ধতিতে করা যায়, যথা–

(ক) যন্ত্রের উচ্চতা বা কলিমেশন পদ্ধতি (Height of instrument or collimation method) ঃ

(খ) উঁচু-নিচু পদ্ধতি (Rise and fall method) ঃ

(ক) যন্ত্রের উচ্চতা বা কলিমেশন পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে প্রত্যেক যোজনার জন্য লেভেল যন্ত্রের উচ্চতা বা কলিমেশন তলের আর.এল. জানতে হবে। এক্ষেত্রে প্রত্যেক যোজনায় যে স্টেশনের আর.এল. জানা আছে ঐ স্টেশনের আর.এল এবং ঐ স্টেশনের স্টাফ পাঠ [(+) বা (−) চিহ্ন সহ] যোগ করলে ঐ যোজনার কলিমেশন তলের এলিভেশন বা যন্ত্রের উচ্চতা পাওয়া যাবে। এ এলিভেশন বা উচ্চতা হতে ঐ যোজনার যে কোন স্টেশনের স্টাফ পাঠ [(+) বা (−) চিহ্ন সহ] বিয়োগ করলে ঐ স্টেশন বিন্দুর আর.এল. পাওয়া যাবে। (চিত্র ঃ ৬.২)

সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী প্রথম স্টাফ পাঠ অর্থাৎ পশ্চাৎ পাঠ (B.S) বেঞ্চ মার্কের (B.M.) উপর নেয়া হয়।

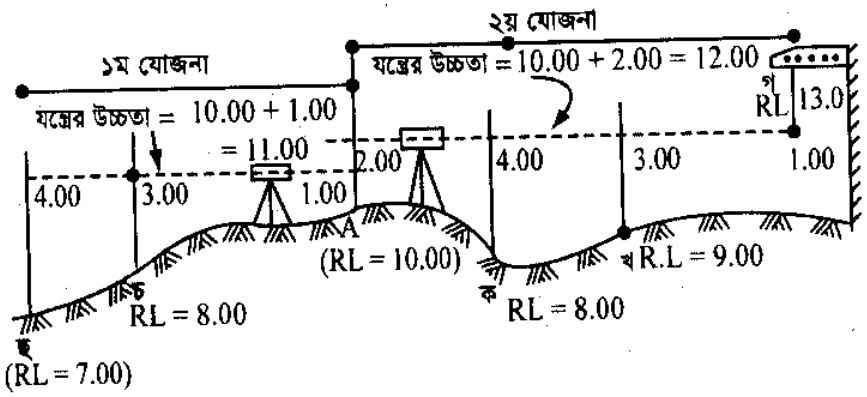
তাই যন্ত্রের উচ্চতা বা কলিমেশন তলের উচ্চতা (H.I) = বেঞ্চ মার্কের RL + (± BS)।

আবার যেহেতু পুরো যোজনাটির জন্য যন্ত্রের উচ্চতার কোনরূপ পরিবর্তন হয় না অর্থাৎ একই থাকে, তাই উক্ত যোজনার মধ্যবর্তী যে কোন স্টেশনের RL = H.I – (ঐ স্টেশনের ± স্টাফ পাঠ, I.S বা F.S)

গাণিতিকভাবে বলা যায়–

যন্ত্রের উচ্চতা (H.I) = স্টেশনের প্রদত্ত আর.এল. (R.L) + [আর.এল. প্রদত্ত স্টেশনের ± স্টাফ পাঠ] এবং যে কোন স্টেশনের আর.এল. = যন্ত্রের উচ্চতা – [ঐ স্টেশনের ± স্টাফ পাঠ]

গাণিতিক নিরীক্ষা ঃ পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি–অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি = শেষ আর.এল.–১ম আর.এল.।



চিত্র ঃ ৬.২

একটি উদাহরণ এর সাহায্যে পদ্ধতিটির বর্ণনা করা হলো (চিত্র ঃ ৬.২)। প্রথম যোজনার সম্মুখ পাঠ স্টেশনের (A স্টেশনের) R.L = 10.00 এবং এতে স্টাফ পাঠ 1.00। অতএব প্রথম যোজনায় যন্ত্রের উচ্চতা = R.L + স্টাফ রিডিং = 10.00 + 1.00 = 11.00 এবং চ স্টেশনের RL = 11.00 – 3.00 = 8.00। অনুরূপভাবে ছ স্টেশনের স্টাফ পাঠ 4.00, তাই ছ স্টেশনের RL = 11.00 – 4.00 = 7.00। ২য় যোজনায় A স্টেশনের আর.এল. 10.00 এবং পশ্চাৎ স্টাফ পাঠ 2.00। অতএব দ্বিতীয় যোজনায় কলিমেশন রেখার এলিভেশন বা যন্ত্রের উচ্চতা 10.00 + (+2.00) = 12.00 এবং ক স্টেশনে প্রাপ্ত স্টাফ (+4.00)। অতএব, ক স্টেশনের আর.এল. 12.00 – (+4.00) = 8.00, অনুরূপভাবে, খ স্টেশনের আর.এল. 9.00 এবং গ স্টেশনের আর.এল. = 12.00 – (–1.00) = 13.00।

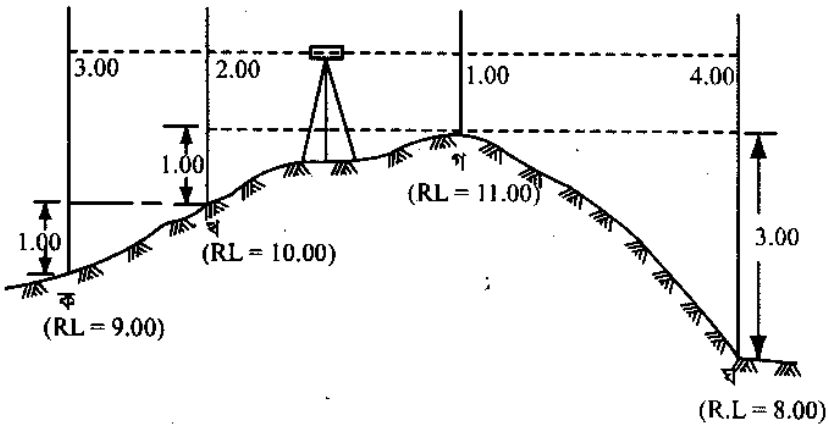
(খ) উঁচু-নিচু পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে লেভেল যন্ত্র সুবিধাজনক স্থানে বসিয়ে ঈপ্সিত স্টেশনগুলোতে পর পর স্টাফ পাঠ নিয়ে পূর্ববর্তী স্টেশনের স্টাফ পাঠ হতে পরবর্তী স্টেশনের স্টাফ পাঠের পার্থক্য নির্ণয় করে এতে বিভিন্ন স্টেশনের উঁচু বা নিচু নিরূপণ করা হয়। পূর্ববর্তী স্টেশনের তুলনায় পরবর্তী স্টেশনের পাঠ উঁচু জ্ঞাপক অর্থাৎ কম হলে পূর্ববর্তী স্টেশনের আর.এল. এর সাথে পাঠ পার্থক্য যোগ এবং পাঠ পার্থক্য নিচু জ্ঞাপক অর্থাৎ বেশি হলে পূর্ববর্তী স্টেশনের আর.এল. এর সাথে পাঠ পার্থক্য বিয়োগ করে পরবর্তী স্টেশনের আর.এল. নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ পূর্ববর্তী স্টেশনের আর.এল. + উঁচু (বা – নিচু) = পরবর্তী স্টেশনের আর.এল।

গাণিতিক পরীক্ষা ঃ সকল পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি–সকল অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি = সকল উঁচুর সমষ্টি –সকল নিচুর সমষ্টি = শেষ আর.এল. –প্রথম আর.এল।

($\sum$B.S – $\sum$F.S = $\sum$ উঁচু –$\sum$ নিচু = শেষ আর.এল.– প্রথম আর.এল.)

যন্ত্রের একই যোজনায় ক্ষুদ্রতর স্টাফ পাঠ স্টেশন বৃহত্তর স্টাফ পাঠের স্টেশন এর তুলনায় উঁচু এবং বৃহত্তর স্টাফ পাঠ স্টেশন ক্ষুদ্রতর স্টাফ পাঠের স্টেশনের তুলনায় নিচু নির্দেশ করে।

একটি উদাহরণের সাহায্যে পদ্ধতিটি বুঝানো হলো। (চিত্র ঃ ৬.৩)।



চিত্র ঃ ৬.৩

চিত্রে (চিত্র ৬.৩)-এ ৬.৩ এ ক, খ, গ, ঘ চারটি স্টেশন। 'ক' স্টেশনে স্টাফ পাঠ 3.00 ও খ স্টেশনের স্টাফ পাঠ 2.00। কাজেই 'ক' স্টেশন খ স্টেশন হতে 1.00 নিচু। অতএব খ স্টেশনের আর.এল 10.00 হলে ক স্টেশনের আর.এল হবে 10.00 – 1.00 = 9.00। 'গ' স্টেশনের স্টাফ পাঠ 1.00। অতএব খ স্টেশন হতে 'গ' স্টেশন 1.00 উঁচু। তাই গ স্টেশনের আর.এল. 10.00 + 1.00 = 11.00। অনুরূপভাবে, 'ঘ' স্টেশন 'গ' স্টেশন হতে 3.00 নিচু। অতএব, ঘ স্টেশনের আর.এল. 11.00-3.00 = 8.00।

৬.৫ লেভেল বইয়ে স্টাফ পাঠ লিখন প্রক্রিয়া (Procedure of booking of staff reading into level book) ঃ

স্টাফ পাঠ গ্রহণকালে নিম্নের নিয়ম ও বিষয়গুলোর প্রতি লক্ষ রেখে ধারাবাহিকভাবে স্টাফ পাঠগুলো লিপিবদ্ধ করতে হয় ঃ

(ক) ধারাবাহিকভাবে স্টাফ পাঠ নিয়ে নির্দিষ্ট পাঠ নির্দিষ্ট ছকের নির্দিষ্ট কলামে লেখতে হবে।

(খ) প্রত্যেক যোজনার প্রথম গৃহীত পাঠ পশ্চাৎ পাঠের কলামে এবং শেষ পাঠ অগ্রবর্তী কলামে লেখতে হবে।

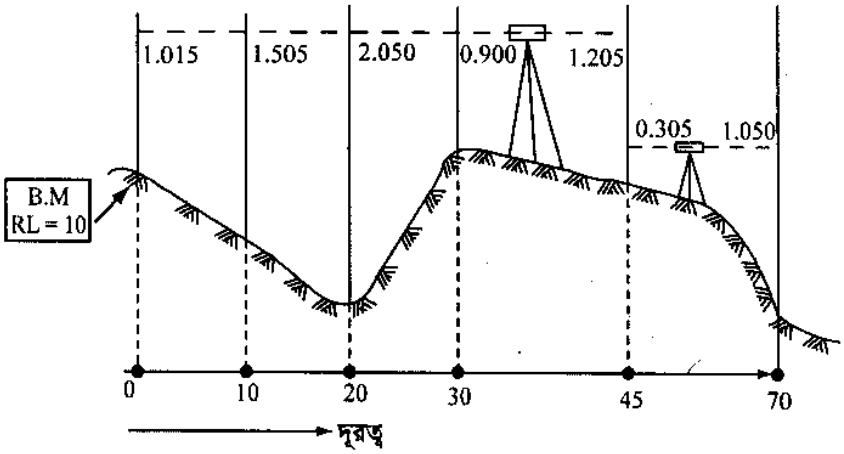
(গ) উল্লিখিতভাবে যদি পাঠলিপির এক পৃষ্ঠায় সংকুলান না হয় এবং পৃষ্ঠার শেষ পাঠ যদি মধ্যবর্তী পাঠ হয়, তবে এ পাঠটি উক্ত পৃষ্ঠার মধ্যবর্তী পাঠ কলামে ও অগ্রবর্তী পাঠ কলামে এবং পরবর্তী পৃষ্ঠার পশ্চাৎ পাঠ কলামে ও মধ্যবর্তী পাঠ কলামে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

(ঘ) প্রত্যেক পরিবর্তন বিন্দুতে (C.P) অগ্রবর্তী পাঠ এবং পশ্চাৎ পাঠ একই অনুভূমিক রেখা বরাবর লেখতে হবে।

(ঙ) যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বইতে কলিমেশন রেখার আর.এল বা যন্ত্রের উচ্চতা প্রত্যেক যোজনার জন্য ঐ যোজনার পশ্চাৎ পাঠ বরাবর অনুভূমিক রেখায় যন্ত্রের উচ্চতা কলামে লেখতে হবে।

(চ) বেঞ্চ মার্ক, পরিবর্তন বিন্দু ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি নিখুঁতভাবে ও সংক্ষিপ্তাকারে মন্তব্য কলামে লিপিবদ্ধ করতে হবে এবং পৃষ্ঠার বাম পাশে প্রয়োজনীয় চিত্র দিতে হবে।

নিম্নে কলিমেশন পদ্ধতির ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বইতে স্টাফ পাঠ লিপিবদ্ধ করা সহ বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. হিসাব করার নমুনা দেখানো হলো।



চিত্র ঃ ৬.৪

কলিমেশন পদ্ধতি ঃ

যন্ত্রের অবস্থান/ যোজনা	স্টাফ পাঠ			কলিমেশন রেখার আর.এল.	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.015			11.015	10.000	0	আর.এল. 10.00 (B.M)
		1.505			9.510	10	
		2.050			8.965	20	
		0.900			10.115	30	
২য়	0.305		1.205	10.115	9.810	45	পরিবর্তন বিন্দু
			1.050		9.065	70	
যাচাই	1.320		2.255				ঠিক আছে
	1.320 – 2.255 = – 0.935				9.065 – 10.000 = – 0.935		

উঁচু-নিচু পদ্ধতি ঃ

যন্ত্রের অবস্থান/ যোজনা	স্টাফ পাঠ		অগ্রবর্তী	উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী						
১ম	1.015					10.000	0	আর.এল. 10.000 (B.M)
	1.505				0.490	9.510	10	
	2.050				0.545	8.965	20	
	0.900		1.150			10.115	30	
২য়	0.305		1.205		0.305	9.810	45	পরিবর্তন বিন্দু
			1.050		0.745	9.065	70	
নিরীক্ষা	1.320		2.255	1.150	2.085			ঠিক আছে
	1.320 – 2.255 = 0.935			1.150 – 2.085 = – 0.935		0.065 – 10.00 = – 0.935		

৬.৬ সমতলমিতি লঘুকরণ পদ্ধতি দু'টির তুলনা (Comparison of two methods of reduction of leveing) ঃ

নিম্নে সমতলমিতি লঘুকরণের কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনা লিপিবদ্ধ করা হলো ঃ

কলিমেশন পদ্ধতি	উঁচু-নিচু পদ্ধতি
(ক) এটা দ্রুততর পদ্ধতি। এটাতে হিসাবনিকাশ কম এবং স্বল্প সময়ে করা যায়।	(ক) এটা ধীরতর পদ্ধতি। এটাতে হিসাবনিকাশ বেশি এবং অধিক সময়ের দরকার হয়।
(খ) এটাতে মধ্যবর্তী বিন্দুগুলোর আর.এল. ভুল থাকতে পারে।	(খ) এটাতে প্রত্যেকটি বিন্দুর আর.এল. সঠিক হলে নিরীক্ষায় বিশুদ্ধতা পাওয়া যায়।
(গ) এটাতে সচরাচর দু'টি গাণিতিক নিরীক্ষা করা হয়। $(\Sigma B.S - \Sigma F.S) = (RL_{last} - R.L_{1st})$	(গ) এটাতে তিনটি গাণিতিক নিরীক্ষা করা হয়। $(\Sigma B.S - \Sigma F.S) = (\Sigma Rise - \Sigma Fall) = (R.L_{Last} - RL_{1st})$
(ঘ) একই যোজনায় অনেকগুলো স্টাফ পাঠ গ্রহণ করলে এ পদ্ধতির প্রয়োগ বিশেষ উপযোগী যেমন– নির্মাণকাজ, প্রোফাইল লেভেল ইত্যাদি।	(ঘ) এ পদ্ধতি খুবই নির্ভরযোগ্য এবং যে কোন সংখ্যক স্টাফ পাঠের জন্য উপযোগী বলে ফ্লাই লেভেলিং, যাচাই লেভেলিং ও অন্যান্য নিখুঁত কাজে ব্যবহৃত হয়।
(ঙ) এটাতে হিসাবনিকাশ কম বিধায় ভুলত্রুটির পরিমাণও কম হয়।	(ঙ) এটাতে হিসাবনিকাশের পরিমাণ অধিক বিধায় ভুলত্রুটির পরিমাণও অধিক হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।
(চ) এটাতে ব্যবহৃত লেভেল বইয়ের কলাম সংখ্যা উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনায় কম।	(চ) এটাতে ব্যবহৃত লেভেল বইয়ের কলাম, কলিমেশন পদ্ধতির তুলনায় বেশি।

গাণিতিক পরীক্ষা ঃ

১। কলিমেশন পদ্ধতির জন্য

পশ্চাৎ পাঠগুলোর সমষ্টি ও অগ্রবর্তী পাঠগুলোর সমষ্টি এর পার্থক্য এবং সমাপ্তি ও প্রারম্ভিক বিন্দুর আর.এল. এর পার্থক্য পরস্পর সমান হবে।

অর্থাৎ $\sum$ পশ্চাৎ– $\sum$ অগ্রবর্তী = শেষ আর.এল. – প্রথম আর.এল.

তাছাড়া কলিমেশন পদ্ধতিতে সমতলমিতি লঘুকরণের তৃতীয় নিরীক্ষাটি একটু জটিল এবং হিসাবনিকাশ অধিক বিধায় কম ব্যবহৃত হয় ফলে এর প্রচলনও কম। তৃতীয় নিরীক্ষাটি হলো-

প্রথম আর.এল. ব্যতীত সকল আর.এল. এর সমষ্টি = প্রথম যোজনার যন্ত্রের উচ্চতা × প্রথম যোজনার (মধ্যবর্তী পাঠ সংখ্যা + অগ্রবর্তী পাঠ সংখ্যা) + দ্বিতীয় যোজনার যন্ত্রের উচ্চতা × দ্বিতীয় যোজনার (মধ্যবর্তী পাঠ সংখ্যা + অগ্রবর্তী পাঠ সংখ্যা) + ---- + শেষ যোজনার যন্ত্রের উচ্চতা × শেষ যোজনার (মধ্যবর্তী পাঠ সংখ্যা + অগ্রবর্তী পাঠ সংখ্যা) – সকল মধ্যবর্তী পাঠের সমষ্টি – সকল অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি। (৬.৭ নং অনুচ্ছেদের উদাহরণ-৩ দ্রষ্টব্য)

২। উঁচু-নিচু পদ্ধতির জন্য

পশ্চাৎ পাঠগুলোর সমষ্টি ও অগ্রবর্তী পাঠগুলোর সমষ্টি এর পার্থক্য,

সকল উঁচু এর সমষ্টি ও সকল নিচুর সমষ্টি এর পার্থক্য,

সমাপ্তি ও প্রারম্ভিক বিন্দু আর.এল. এর পার্থক্য পরস্পর সমান হবে।

অর্থাৎ $\sum$ পশ্চাৎ–$\sum$ অগ্রবর্তী= $\sum$ উঁচু–$\sum$ নিচু = শেষ আর.এল.–প্রথম আর.এল.

মনে রাখা দরকার–

(i) যদি $R.L_{শেষ} > RL_{প্রথম}$ হয় তবে $\sum B.S > \sum F.S$ এবং $\sum$ উঁচু > $\sum$ নিচু হবে।

(ii) যদি $R.L_{প্রথম} > RL_{শেষ}$ হয় তবে $\sum F.S > \sum B.S$ এবং $\sum$ নিচু > $\sum$ উঁচু হবে।

৬.৭ সমতলমিতি লঘুকরণের সমস্যাসহ সমাধান (Solution of problems on reduction of levelling) :

উদাহরণ-১। একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে 10 মিটার পর পর ধারাবাহিক পদ্ধতিতে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। তৃতীয়, ষষ্ঠ ও অষ্টম স্টাফ পাঠ নেয়ার পর যন্ত্রের অবস্থান পরিবর্তন করা হয়। স্টাফ পাঠগুলো উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বইতে লিপিবদ্ধ কর। বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও।

স্টাফ পাঠ : 0.225 (ময়নামতি ছাত্রাবাসের প্লিন্থ, আর.এল. 20.420) 1.605, 0.935, 0.870, 2.470, 1.635, 0.420, 2.435, 0.410, 0.940, 1.425,1.870, 1.430,2.830, 0.610 (অ্যালাইনমেন্টের বাইরে)।

সমাধান :

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.225					20.420	0	ছাত্রাবাসের প্লিন্থ আর.এল 20.420
		1.605			1.380	19.040	10	
২য়	0.870		0.935	0.670		19.710	20	পরিবর্তন বিন্দু
		2.470			1.600	18.110	30	
৩য়	0.420		1.635	0.835		18.945	40	পরিবর্তন বিন্দু
৪র্থ	0.410		2.435		2.015	16.930	50	পরিবর্তন বিন্দু
		0.940			0.530	16.400	60	
		1.425			0.485	15.915	70	
		1.870			0.445	15.470	80	
		1.430		0.440		15.910	90	
		2.830			1.400	14.510	100	
			0.610	2.220		16.730	–	অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
যাচাই	1.925 5.615 −3.690		5.615	4.165 7.855 −3.690	7.855	16.730 20.420 −3.690		ঠিক আছে

উদাহরণ-২। A হতে B পর্যন্ত ক্রম ঢালু ভূমিতে উপর হতে নিচের দিকে লেভেলিং করতে গিয়ে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। B এর আর.এল 10.00 হলে A এর আর.এল কত হবে? AB রেখার ঢালের হার নির্ণয় কর। (উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে)

স্টাফ পাঠ : 0.695, 1.320, 1.050, 1.975, 2.050, 0.905, 1.475 (অ্যালাইমেন্টের বাইরে), 1.900 (স্টাফ 30 মিটার পর পর ধরা হয়েছে)।

সমাধান :

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আল.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.695					12.620	0	A বিন্দু
২য়	1.050		1.320		0.625	11.995	30	
		1.975			0.925	11.070	60	
৩য়	0.905		2.050		0.075	10.995	90	
		1.475			0.570	10.425	–	অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
			1.900		0.425	10.00	120	B বিন্দু (10.00)
নিরীক্ষা	2.650 5.270 − 2.620		5.270	0.000 2.620 − 2.620	2.620	10.000 12.620 − 2.620		ঠিক আছে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য 12.620 − 10.00 = 2.620 মিটার

A ও B বিন্দুর দূরত্ব = 120 মিটার

AB রেখার ঢালের হার = উল্লম্বঃঅনুভূমিক

= 2.62:120

= 1:45.8 (প্রায়)।

উদাহরণ-৩। ফ্লাই লেভেলিং করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যন্ত্রের সর্বশেষ অবস্থান হতে 1.20 উর্ধ্বমুখী ঢালে 4টি খুঁটি 10 মিটার পর পর বসাতে হবে। খুঁটিগুলোর উপর স্টাফ পাঠ কত হবে? উপরিউক্ত শর্ত ও নিম্নের তথ্যাদির ভিত্তিতে একটি 'যন্ত্রের উচ্চতা' লেভেল বই তৈরি কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫]

তথ্যাদি ঃ পশ্চাৎ পাঠ ঃ 1.205 (আর.এল. 20.00), 2.050, 3.50
অগ্রবর্তী.পাঠ ঃ 1.500, 1.955
প্রথম খুঁটির আর. এল 20.300

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.205			21.205	20.000	–	আর.এল. 20.000 (B.M)
২য়	2.050		1.500	21.755	19.705	–	পরিবর্তন বিন্দু
৩য়	3.500		1.955	23.300	19.800	–	পরিবর্তন বিন্দু
		3.000			20.300	0	১ম খুঁটি আর.এল. 20.30 (প্রদত্ত)
		2.500			20.800	10	২য় খুঁটি
		2.000			21.300	20	৩য় খুঁটি
			1.500		21.800	30	৪র্থ খুঁটি
	6.755	7.500	4.955		21.800		ঠিক আছে
নিরীক্ষা	4.955				20.000		
	+ 1.800				+ 1.8000		

তৃতীয় নিরীক্ষা ঃ

প্রথম আর.এল ব্যতীত সকল আর.এল এর সমষ্টি = 123.705
প্রথম যোজনায় = 21.205 (0 + 1) = 21.205
দ্বিতীয় যোজনায় = 21.755 (0 + 1) = 21.755
তৃতীয় বা শেষ যোজনায় = 23.300 (3 + 1) = 93.200
136.160
সকল মধ্যবর্তী ও অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি (–) ($\sum F.S + \sum I.S$) = (-) 12.455
123.705
নিরীক্ষিত।

উদাহরণ-৪। A বিন্দুতে (অ্যালাইনমেন্টের বাইরে) যন্ত্র বসিয়ে P_1, P_2, P_3, P_4 ও P বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.050, 1.305, 1.205, 0.955 ও 2.080 পাওয়া গেল। পুনরায় B বিন্দুতে যন্ত্র স্থাপন করে P, P_5, P_6, P_7 বিন্দুতে যথাক্রমে 1.305, 0.905, 1.450 ও 0.555 স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। যদি বিন্দুগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব 20 মিটার এবং P বিন্দুর আর. এল. 10.000 হয় তবে যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বইয়ে পাঠগুলো লিপিবদ্ধ করে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর এবং নিরীক্ষা দেখাও।

সমাধান ঃ

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
A	1.050			12.080	11.030	0	P_1
		1.305			10.775	20	P_2
		1.205			10.785	40	P_3
		0.955			11.125	60	P_4
B	1.305		2.080	11.305	10.000	80	P বিন্দু পরিবর্তন বিন্দু আর.এল. 10.000
		0.905			10.00	100	P_5
		1.450			9.855	120	P_6
			0.555		10.750	140	P_7
নিরীক্ষা	2.355		2.635		10.750		ঠিক আছে
	2.635				11.030		
	– 0.280				– 0.280		

উদাহরণ-৫। একটি নির্মাণ প্রকল্পের জন্য প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর 20 মিটার পর পর স্টাফ পাঠ নেয়া হলো। প্রস্তাবিত রাস্তার প্রারম্ভ বিন্দুতে আর.এল. ও এফ.এল. পরস্পর সমান। রাস্তাটির প্রস্তুতিতল 200 মিটার পর্যন্ত 1:40 উর্ধ্বমুখী ঢালে, 200 মিটার হতে 260 মিটার পর্যন্ত সমতল এবং বাদবাকি অংশ 1:80 নিম্নমুখী ঢালে থাকবে। চেইনেজ 100 ও 200 মিটারে যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তন করা হয়েছে।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.905, 1.320, 1.905, 0.405, 1.305 (B. M. R.L 15.00 অ্যালাইনমেন্টের বাইরে), 2.035, 1.045, 0.950, 0.345, 0.875, 2.045, 1.975, 3.805, 2.030, 2.415, 1.970, 1.350, 1.025, 1.825, 1.000 ও 0.870.

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	এফ.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী						
১ম	0.905					15.400	15.400	0	R.L = F.L
		1.320			0.415	14.985	15.900	20	0 – 200 মিটার
		1.905			0.585	14.400	16.400	40	1:40 উর্ধ্বমুখী ঢালে
		0.405		1.500		15.900	16.900	60	
		1.305			0.900	15.00	–	–	R.L.= 15.00 (B.M) অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
		2.035			0.730	14.27	17.400	80	
২য়	0.950		1.045	0.990		15.26	17.900	100	পরিবর্তন বিন্দু
		0.345		0.605		15.865	18.400	120	
		0.875			0.530	15.335	18.900	140	
		2.045			1.170	14.165	19.400	160	
		1.975		0.070		14.235	19.900	180	
৩য়	2.030		3.805		1.830	12.405	20.400	200	পরিবর্তন বিন্দু
		2.415			0.385	12.020	20.400	220	200 – 260 মিটার
		1.970		0.445		12.465	20.400	240	সমতল
		1.350		0.620		13.085	20.400	260	260 হতে সমাপ্তি
		1.025		0.325		13.410	20.150	280	1:80 নিম্নমুখী ঢালে
		1.825			0.800	12.610	19.900	300	
		1.000		0.825		13.435	19.650	320	
			0.870	0.130		13.565	19.400	340	
নিরীক্ষা	3.885		5.720	5.510	7.345	13.565			
	5.720			7.345		15.400			ঠিক আছে
	–1.835			– 1.835		– 1.835			

উদাহরণ-৬। গভীর নলকূপের উত্তোলিত পানি 360 মিটার দূরবর্তী কৃষিক্ষেত্রে সরবরাহের জন্য 18400 ঢালের ড্রেন নির্মাণের প্রস্তাব করা হলো। প্রারম্ভিক বিন্দুতে মাটি কেটে ড্রেনের তলদেশে 0.500 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। প্রতি 20 মিটার পর পর ড্রেনের তলদেশের স্টাফ পাঠগুলো নির্ণয় কর। যন্ত্রটি 180 মিটারের মাঝামাঝি এক যোজনায় স্টাফগুলো পাওয়ার মতো সুবিধাজনক স্থানে স্থাপন করা হয়েছে।

সমাধান উৎস হতে পানি কৃষিক্ষেত্রে সরবরাহ করা হবে। তাই ঢাল অবশ্যই নিম্নমুখী। স্টাফ ড্রেনের তলদেশে 20 মিটার পর পর ধরা হবে।

অতএব, 20 মিটারের জন্য অবনতির পরিমাণ $= \frac{1 \times 20}{400} = 0.05$ অর্থাৎ, 0.05:20

এতে সহজেই বুঝা যায় যে, প্রতিটি স্টাফ পাঠ .05 হারে বেড়ে যাবে। নিম্নে স্টাফ পাঠগুলো এক যোজনায় সাজিয়ে দেয়া হলো ঃ

যন্ত্রের অবস্থান যোজনা	স্টাফ পাঠ			দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী		
১ম যোজনা	0.500			0	১ম স্টাফ পাঠ
		0.55		20	
		0.60		40	
		0.65		60	
		0.70		80	
		0.75		100	
		0.80		120	
		0.85		140	
		0.90		160	
		0.95		180	যন্ত্রের অবস্থান 180 কাছাকাছি
		1.00		200	
		1.05		220	
		1.10		240	
		1.15		260	
		1.20		280	
		1.25		300	
		1.30		320	
		1.35		340	
			1.40	360	শেষ স্টাফ পাঠ

উদাহরণ-৭। একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে লেভেলিং করা কালে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। 5 মিটার পর পর স্টাফ ধরা হয়েছে এবং P বিন্দুর আর.এল 100.00, সর্বাধিক নিরীক্ষা দেখাতে হবে। বিভিন্ন স্টেশনের আর.এল নির্ণয় কর।

স্টাফ পাঠসমূহ 1.00, 1.50, (1.60,1.30), (0.50,0.70), 1.00 (P), 1.20

সমাধান

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	1.00					100.10	0	
		1.50			0.50	99.60	5	
২য়	1.30		1.60		0.10	99.50	10	CP
৩য়	0.70		0.50	0.80		100.30	15	CP
		1.00			0.30	100.00	20	P, RL = 100.00
			1,20		0.20	99.80	25	
নিরীক্ষা	3.00		3.30	0.80	1.10			ঠিক আছে
	3.00–3.30 = – 0.30			0.80–1.10 = –0.30		99.80 – 100.10 = – 0.30		

উদাহরণ-৮। 3 মিটার বর্গাকার গ্রীডের প্রতিটি মিলন বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠসমূহ নিম্নরূপ। গ্রীডটির মিলন বিন্দুগুলোর আর. এল নির্ণয় কর। মধ্যস্থ মিলন বিন্দুর আর.এল 10.000 ।

স্টাফ পাঠসমূহ ঃ 1.10, 1.20, 1.00, 0.80, 0.50, 0.70, 1.30, 0.90, 0.20

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.10			10.50	9.40	0	১ম সারি
		1.20			9.30	3	১ম সারি
		1.00			9.50	6	১ম সারি
		0.80			9.70	0	২য় সারি
		0.50			10.00	3	২য় সারি RL = 10.00
		0.70			9.80	6	২য় সারি
		1.30			9.20	0	৩য় সারি
		0.90			9.60	3	৩য় সারি
			0.20		10.30	6	৩য় সারি
নিরীক্ষা	1.10 0.20 1.10–0.20 = 0.90			10.30–9.40 = – 0.90			ঠিক আছে

উদাহরণ-৯। একটি প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর 10 মিটার পর পর নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। পাঠগুলো উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই এ লিপিবদ্ধ করে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর এবং প্রয়োজনীয় গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও। P ও Q বিন্দুর মাঝে ঢালের হার নির্ণয় কর। **স্টাফ পাঠ ঃ** 0.50, 0.70 (P), 2.00 (A), 1.50(A), 1.00, 1.20 (B), 1.40(B), 2.00, 1.40 (অ্যালাইমেন্টের বাইরে BM,RL = 40.00) 0.40, (Q), 0.80 ।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.50					41.20	0	
		0.70			0.20	41.00	10	P
২য়	1.50		2.00		1.30	39.70	20	A, CP
		1.00		.50		40.20	30	
৩য়	1.40		1.20		0.20	40.00	40	B, CP
		2.00			0.60	39.40	50	
		1.40		0.60		40.00	–	বাইরে, RL = 40.00
		0.40		1.00		41.00	60	Q
			0.80		0.40	40.60	70	
নিরীক্ষা	3.40 4.00 –0.60		4.00	2.10 2.70 –0.60	2.70	40.60 41.20 –0.60		ঠিক আছে
ঢাল = $\frac{41.00-41.00}{50} \times 100 = 0\%$								

উদাহরণ-১০। একটি লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো 10 মিটার পর পর গৃহীত হল ঃ স্টাফ পাঠ ঃ 2.88, 2.10, 1.57, (1.51, 3.78), 3.08, (2.16, 2.11) ও 1.65। ৪র্থ পাঠটি ডেটাম লাইনের উপর নেয়া হয়েছে, যার আর.এল. 50.00। উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই এর পৃষ্ঠায় পাঠগুলোর লিপিবদ্ধ কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষাসহ বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১০, ১৩]

সমাধান ঃ এখানে ডেটামের আর.এল দেওয়া আছে 50.00। তাই ডেটামে 50.00 আর.এল ধরেই সমাধান করতে হবে।

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	2.88					48.63	0	
		2.10		0.78		49.41	10	
		1.57		0.53		49.94	20	
২য়	3.78		1.51	0.06		50.00	30	C.P, ডেটাম (R.L = 50.00)
		3.08		0.70		50.70	40	
৩য়	2.11		2.16	0.92		51.62	50	C.P.
			1.65	0.46		52.08	60	
নিরীক্ষা	8.77 5.32 3.45		5.32	0.45 0.00 3.45	0.00	52.08 48.63 3.45		ঠিক আছে

উদাহরণ-১১। একটি ক্রম ঢালু ভূমিতে 5m পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। ক বিন্দুর R.L 50m এবং বিন্দুটি অ্যালাইনমেন্টের বাইরে অবস্থিত। বিভিন্ন স্টাফ স্টেশনের R.L নির্ণয় কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

[বাকাশিবো-২০০৯]

স্টাফ পাঠগুলো ঃ 0.535, 0.875, 1.21, 1.35, 0.75, 0.96, 1.25, 1.40, 0.855 এবং 1.25 (ক)।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.535					51.86	0	
		0.875			0.340	51.52	5	
		1.21			0.355	51.185	10	
২য়	0.75		1.35		0.140	51.045	15	C.P
		0.96			0.210	50.835	20	
		1.25			0.290	50.545	25	
৩য়	0.855		1.40		0.150	50.395	30	C.P.
			1.25		0.395	50.00	–	ক-এর R.L = 50 m অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
নিরীক্ষা	2.14 4.00 – 1.86		4.00	0.00 1.86 – 1.86	1.86	50.00 51.86 – 1.86		ঠিক আছে

উদাহরণ-১২। কোন রেখা বরাবর 30m পর পর নিচের লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.41, 1.44, 1.80, 1.85 (1.65, 0.75), 2.15, 2.54, 1.65 (2.85, 2.45), 1.42, 1.60, 1.86। ৮ম স্টাফ স্টেশনের ভূমির R.L = 42 (মিটার) ধরে লেভেল বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

সমাধান ঃ

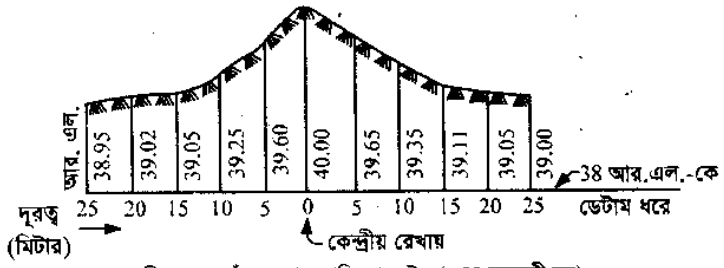
যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.41			44.55	43.14	0	
		1.44			43.11	30	
		1.80			42.75	60	
		1.85			42.70	90	
২য়	0.75		1.65	43.65	42.90	120	C.P
		2.15			41.50	150	
		2.54			41.11	180	
		1.65			42.00	210	৮ম স্টেশন, RL = 42
৩য়	2.45		2.85	43.25	40.80	240	C.P
		1.42			41.83	270	
		1.60			41.65	300	
			1.86		41.39	330	
নিরীক্ষা	4.61		6.36		41.39		
	6.36				43.14		ঠিক আছে
	− 1.75				− 1.75		

উদাহরণ-১৩। কেন্দ্র রেখা হতে উভয় পার্শ্বে সমান দূরত্ববিশিষ্ট একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়ি বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে, 3.05, 2.98, 2.95, 2.75, 2.40, 2.0, 2.05, 2.40, 2.70, 2.94, 3.0 এবং 3.05 মিটার। স্টাফ পাঠ 5 মিটার পর পর নেওয়া হয়েছিল। ৬ষ্ঠ পাঠের RL 40m হলে অন্যান্য বিন্দুর R.L নির্ণয় কর এবং আড়াআড়ি প্রোফাইল আঁক। [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান ঃ প্রশ্নে উদ্ধৃত তথ্যাদির ভিত্তিতে মাটির বাঁধটির কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশে দূরত্ব সমান এবং স্টাফ পাঠ সংখ্যা 12টি। তাই স্টাফ পাঠগুলোর বিন্যাসে কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশে দূরত্ব সমান রেখে সমব্যবধানে (5 মিটার) স্টাফ পাঠ নিতে হলে জোড় সংখ্যক ব্যবধান পাওয়ার জন্য 2 যোজনায় বা 4 যোজনায় বা 6 যোজনায় (12টি স্টাফ পাঠ) স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

এখানে ধরে নিই, প্রতি যোজনায় সমান সংখ্যক স্টাফ পাঠ (6টি) নেয়া হয়েছে এবং দুই যোজনায় স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা হয়েছে।

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব			মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			বাম	কেন্দ্র	ডান	
১ম	3.05			42.00	38.95	25			
		2.98			39.02	20			
		2.95			39.05	15			
		2.75			39.25	10			
		2.40			39.60	5			
২য়	2.05		2.00	42.05	40.00		0		RL = 40.00
		2.40			39.65			5	
		2.70			39.35			10	
		2.94			39.11			15	
		3.00			39.05			20	
			3.05		39.00			25	
নিরীক্ষা	5.10		5.05		39.00 – 38.95 = 0.05				ঠিক আছে
	5.10 – 5.05 = 0.05								



চিত্র ঃ ৬.৫ বাঁধের আড়াআড়ি প্রোফাইল (স্কেল অনুযায়ী নয়)

* প্রতি যোজন বা সেটিং এ কমপক্ষে ২ স্টাফ পাঠ নিতে হয়। সর্বোচ্চ যোজনার সংখ্যা স্টাফ পাঠ সংখ্যার অর্ধেক (ভগ্নাংশ বাদ দিয়ে) হতে পারে।

* স্টাফ পাঠ সংখ্যা – যোজনা সংখ্যা = ব্যবধান সংখ্যা

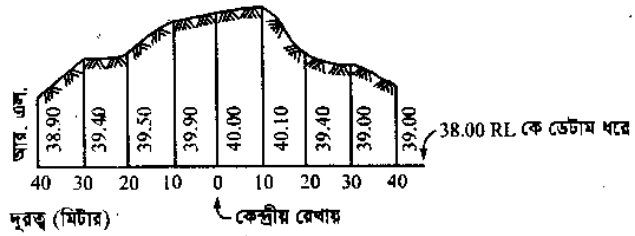
* ব্যবধান সংখ্যা শুধুমাত্র জোড় সংখ্যক হলেই কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশে সমান দূরত্ব থাকবে (যদি স্টাফ পাঠ সমব্যবধানে নেয়া হয়)।

উদাহরণ-১৪। কেন্দ্রীয় রেখা হতে উভয় পাশে সমদূরত্বের একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়ি বাম প্রান্ত হতে ডান প্রান্ত পর্যন্ত ধারাবাহিকভাবে 10 মিটার ব্যবধানে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠগুলো নিচে দেয়া হল। কেন্দ্রীয় স্টেশনের ভূপৃষ্ঠের আর.এল 40 হলে অন্যান্য স্টেশনের ভূপৃষ্ঠের আর.এল নির্ণয় করে আড়াআড়ি প্রোফাইল আঁক।

স্টাফ পাঠগুলো ঃ 3.00, 2.50, 2.40, 2.00, 1.90, 1.80, 2.50, 2.60, 2.90 (মিটারে)।

সমাধান ঃ এখানে যোজনার সংখ্যা উল্লেখ নেই, গৃহীত পাঠ সংখ্যা 9টি। এক যোজনায় পাঠগুলো গ্রহণ করা হলে ব্যবধান সংখ্যা হবে, 9–1 = 8টি (জোড় সংখ্যক)। আবার দুই যোজনায় পাঠগুলো গ্রহণ করা হয়ে থাকলে ব্যবধান সংখ্যা হবে 9 – 2 = 7টি (বিজোড় সংখ্যক)। অনুরূপভাবে, তিন যোজনায় ব্যবধান সংখ্যা হবে 6টি এবং চার যোজনায় ব্যবধান সংখ্যা হবে 5টি (9টি স্টাফ রিডিং 4টির বেশি যোজনা হতে পারে না)। যেহেতু কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশে দূরত্ব সমান, তাই জোড় সংখ্যক ব্যবধানের যোজনা সংখ্যা (1 বা 3) গ্রহণ করা যাবে। এখানে এক যোজনায় স্টাফ পাঠ হয়েছে ধরলে আড়াআড়ি কেন্দ্র হতে প্রতি প্রান্তের দূরত্ব হবে $\frac{8}{2} \times$ ব্যবধান $= \frac{8 \times 10}{2} = 40$ মিটার।

যোজনা	দূরত্ব			স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর. এল	মন্তব্য
	বাম	কেন্দ্র	ডান	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			
১ম	40.00			3.00			41.90	38.90	বাম প্রান্ত
	30.00				2.50			39.40	
	20.00				2.40			39.50	
	10.00				2.00			39.90	
		0.00			1.90			40.00	RL = 40.00
			10.00		1.80			40.10	
			20.00		2.50			39.40	
			30.00		2.60			39.30	
			40.00			2.90		39.00	ডান প্রান্ত
নিরীক্ষা				3.00		2.90		39.00	ঠিক আছে
				3.00 – 2.90 = 0.10				38.90	
								0.10	



চিত্র ঃ ৬.৬ বাঁধের আড়াআড়ি প্রোফাইল (স্কেল অনুযায়ী নয়)

উদাহরণ-১৫। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্ররেখা বরাবর 20 মিঃ পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.60, 2.36, 2.34, 1.45, (2.50, 1.80), 1.42, 1.26, 1.32। ৭ম পাঠের RL 35.00 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ড বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.31			38.11	36.80	0	
		1.24			36.87	20	
		1.75			36.36	40	
২য়	0.75		1.50	37.36	36.61	60	
		2.06			35.30	80	
		2.36			35.00	100	RL = 35.00
		2.34			35.02	120	
		1.45			35.91	140	
৩য়	1.80		2.50	36.66	34.86	160	
		1.42			35.24	180	
		1.26			35.40	200	
			1.32		35.34	220	
নিরীক্ষা	3.86		5.32		35.34 – 36.80 = – 1.46		ঠিক আছে
	3.86 – 5.32 = – 1.46						

উদাহরণ-১৬। একটি ক্রমঢালু ভূমিতে 15 মিঃ পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ-পাঠগুলো গ্রহণ করা হল। A বিন্দুর RL = 67.532 মিটার এবং বিন্দুটি এলাইনমেন্টের বাইরে হলে বিভিন্ন বিন্দুর RL নির্ণয় করে নিরীক্ষা দেখাও।

[বাকাশিবো-২০০৮]

স্টাফ পাঠ (মিটারে) ঃ 0.25, 0.63, 0.87, 1.19, 1.74, 0.82, 1.36, 2.15, 0.55(A), 2.67, 0.91, 1.43।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.25					70.352	0	
		0.63			0.38	69.972	15	
		0.87			0.24	69.732	30	
		1.19			0.32	69.412	45	
২য়	0.82		1.74		0.55	68.862	60	
		1.36			0.54	68.322	75	
৩য়	0.55		2.15		0.79	67.532	90	(A) RL = 67.532
৪র্থ	0.91		2.67		2.12	65.412	105	
			1.43		0.52	64.892	120	
	2.53		7.99	0.00	5.46	64.892 – 70.352		
যাচাই	2.53 – 7.99 = – 5.46			0.00 – 5.46 = – 5.46		= – 5.46		ঠিক আছে

উদাহরণ-১৭। লেভেল যন্ত্র দিয়ে লেভেলিং করে ১০ মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল ঃ ১.৫০, ১.৪৭, ১.৬৫ (১.৭০, ১.২৮), ১.৩৫ (১.৪৭, ১.৩০), ১.২৫, ১.৭৫, ১.৮০ মিটার। দশম পাঠ রেঞ্জ লাইনের বাইরে ২০ মিটার দূরে অবস্থিত, যার আর.এল ৫.০০। প্রদত্ত তথ্যাদির সাহায্যে ফিল্ডবুক তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা কর।[বাকাশিবো-২০

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	1.50					5.84	0	
		1.47		0.03		5.87	10	
		1.65			0.18	5.69	20	
২য়	1.28		1.70		0.05	5.64	30	পরিবর্তন বিন্দু
		1.35			0.07	5.57	40	
৩য়	1.30		1.47		0.12	5.45	50	পরিবর্তন বিন্দু
		1.25		0.05		5.50	60	
		1.75			0.50	5.00	–	RL = 5.00 অ্যালাইনমেন্টের 20 মিঃ বাইরে
			1.80		0.05	4.95	70	
নিরীক্ষা	4.08 4.08 – 4.97 = – 0.89		4.97	0.08 0.08 – 0.97 = – 0.89	0.97	4.95 – 5.84 = – 0.89		ঠিক আছে

উদাহরণ-১৮। একটি রাস্তার মধ্যরেখা বরাবর লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে 25 মিটার পর পর নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 0.63, 0.85, 1.25, (0.89, 0.78), 1.10, 1.56, 1.59, 1.49, (0.20, 1.40), 2.23, 2.10, 2.47, 0.93। ৭ম পাঠ বেঞ্চ মার্ক এ ওপর, যা অ্যালাইনমেন্ট এর বাইরে (আর.এল = 22.95 মিটার)। সর্বাধিক নিরীক্ষার লেভেল বইতে পাঠগুলো উঠিয়ে বিভিন্ন বিন্দু আর.এল নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.63					23.99	0	
		0.85			0.22	23.77	25	
		1.25			0.40	23.37	50	
২য়	0.78		0.89	0.36		23.73	75	পরিবর্তন বিন্দু
		1.10			0.32	23.41	100	
		1.56			0.46	22.95	–	RL = 22.95 (BM)
		1.59			0.03	22.92	125	
		1.49		0.10		23.02	150	
৩য়	1.40		0.20	1.29		24.31	175	পরিবর্তন বিন্দু
		2.23			0.83	23.48	200	
		2.10		0.13		23.61	225	
		2.47			0.37	23.24	250	
			0.93	1.54		24.78	275	
নিরীক্ষা	2.81 2.81 – 2.02 = 0.79		2.02	3.42 2.63 0.79	2.63	24.78 – 23.99 = 0.79		ঠিক আছে

উদাহরণ-১৯। একটি অটোমেটিক লেভেলের সাহায্যে প্রাপ্ত স্টাফ-পাঠগুলো 2.75, 2.01, 1.37, 1.00, 3.88, 3.18, 2.06, 2.14 এবং 1.61 মিটার। স্টাফ পাঠ 30 মিটার অন্তর দেয়া হয়েছে, ৫ম এবং ৮ম পাঠ নেয়ার সময় যন্ত্রটি সরানো হয়েছিল। যদি ৮ম পাঠের স্থানে আর.এল. 50 মিটার হয়, তবে কলিমেশন পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			কলিমেশন উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	2.75			49.18	46.43	0	
		2.01			47.17	30	
		1.37			47.81	60	
২য়	3.88		1.00	52.06	48.18	90	পরিবর্তন বিন্দু
		3.18			48.88	120	
৩য়	2.14		2.06	52.14	50.00	150	50.00 = RL পরিবর্তন বিন্দু
			1.61		50.53	175	
নিরীক্ষা	8.77		4.67		50.53		
	8.77 – 4.67 = 4.1				46.43		ঠিক আছে
					4.1		

উদাহরণ-২০। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার মাঝ-রেখা বরাবর 20 মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.06, 2.34, 1.45, (2.50, 1.40), 1.42, 1.26 ও 1.33। ৭ম পাঠের আর.এল 30 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ডবুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর. এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	1.31					31.78	0	
		1.24		0.07		31.85	20	
		1.75			0.51	31.34	40	
২য়	0.75		1.50	0.25		31.59	60	পরিবর্তন বিন্দু
		2.06			1.31	30.28	80	
		2.34			0.28	30.00	100	RL = 30.00
		1.45		0.89		30.89	120	
৩য়	1.40		2.50		1.05	29.84	140	পরিবর্তন বিন্দু
		1.42			0.02	29.82	160	
		1.26		0.16		29.98	180	
			1.33		0.07	29.91	200	
নিরীক্ষা	3.46		5.33	1.37	3.24	29.91		
	3.46 – 5.33 = – 1.87			3.24		31.78		ঠিক আছে
				– 1.87		– 1.87		

উদাহরণ-২১। একটি ক্রম উঁচু ভূমিতে 6 মিটার পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। 'ক' বিন্দুর আর.এল 35.05 মিটার এবং বিন্দুটি অ্যালাইনমেন্টের বাইরে অবস্থিত। স্টাফ পাঠগুলো একটি লেভেল বইয়ের পাতায় লিপিবদ্ধ করে বিভিন্ন স্টেশনের আর.এল নির্ণয় কর এবং পাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

স্টাফ পাঠ ঃ 1.555, 1.105, 0.950, 0.705, 1.405, 1.100, 0.905, 0.750, 0.505, 0.785, (ক বিন্দু), 0.005 (মিটার)।

[বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঃ

যোজনা	দূরত্ব	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল.	মন্তব্য
		পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	0	1.555					33.30	
	6		1.105		0.450		33.750	
	12		0.950		0.155		33.905	
২য়	18	1.405		0.705	0.245		34.150	
	24		1.100		0.305		34.455	
	30		0.905		0.195		34.650	
	36		0.750		0.155		34.805	
৩য়	–	0.785		0.505	0.245		35.050	ক RL = 35.05 'ক' অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
	42			0.005	0.780		35.830	
নিরীক্ষা		3.745 1.215 2.530		1.215	2.530 0.000 2.530	0.000	35.830 33.300 2.530	ঠিক আছে

উদাহরণ-২২। 220 মিটার আর.এল বিশিষ্ট বেঞ্চ মার্ক হতে আর.এল বহন করার জন্য ফ্লাই লেভেল করতে গিয়ে নিম্নলিখিত স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল ঃ

পশ্চাৎ পাঠ ঃ 0.950, 1.600, 1.125, 1.215, 0.450

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 0.935, 1.565, 1.935, 1.135

যন্ত্রের শেষ অবস্থান হতে 15 মিটার অন্তর 1:30 অনুপাতে নিম্নমুখী ঢালে 6টি খুঁটি পুঁততে হবে। প্রথম খুঁটির R.L = 219.30m হলে অন্যান্য সকল খুঁটির স্টাফ পাঠ কত হবে? পাণিতিক নিরীক্ষাসমূহ একটি লেভেল বই তৈরি কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.950					220.000		BM (RL = 220.00)
২য়	1.600		0.935	0.015		220.015		পরিবর্তন বিন্দু
৩য়	1.125		1.565	0.035		220.050		পরিবর্তন বিন্দু
৪র্থ	1.215		1.935		0.810	219.240		পরিবর্তন বিন্দু
৫ম	0.450		1.135	0.080		219.320		
		0.470			0.020	219.300	0	RL = 219.30, খুঁটি-১
		0.970			0.500	218.800	15	$\frac{1\times 15}{30} = 0.500$, খুঁটি-২
		1.470			0.500	218.300	30	খুঁটি-৩
		1.970			0.500	217.800	45	খুঁটি-৪
		2.470			0.500	217.300	60	খুঁটি-৫
			2.970		0.500	216.800	75	খুঁটি-৬
নিরীক্ষা	5.340 5.340 – 8.540 = – 3.2		8.540	0.130 0.130 – 3.33 = – 3.2	3.33	216.800 – 220.000 = – 3.32		ঠিক আছে

উদাহরণ-২৩। ঢালু ভূমিতে লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিম্নলিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ

4.16, 3.46, 2.53, 1.53, 3.86, 2.79, 2.53, 1.29, 3.95, 3.63, 2.13, 1.43 ও 0.86।

প্রথম স্টেশনের আর.এল 16.60 হলে 10 মিটার পর পর পাঠগুলোর লেভেল পৃষ্ঠা তৈরি করে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল ও ভূমির ঢাল নিরূপণ কর। নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ যেহেতু ঢালু ভূমি তাই পাঠগুলো যেখানে আকস্মিক বাড়ে বা কমে অর্থাৎ যখন কমতে কমতে যেখানে বাড়ে বা বাড়তে বাড়তে যেখানে কমে ঐ স্থানই পরিবর্তন বিন্দু। এখানে (1.53 ও 3.86) ও (1.29 ও 3.95) পরিবর্তন বিন্দুর পাঠ। যেহেতু এক্ষেত্রে নিরীক্ষার উল্লেখ আছে, তাই 3টি নিরীক্ষা দেখানোর জন্য উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই ব্যবহার করাই উত্তম।

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	4.16					16.60	0	R.L = 16.60 (প্রদত্ত)
		3.46		0.70		17.30	10	
		2.53		0.93		18.23	20	
	3.86		1.53	1.00		19.23	30	পরিবর্তন বিন্দু
		2.79		1.07		20.30	40	
		2.53		0.26		20.56	50	
	3.95		1.29	1.24		21.80	60	পরিবর্তন বিন্দু
		3.63		0.32		22.12	70	
		2.13		1.50		23.62	80	
		1.43		0.70		24.32	90	
			0.86	0.57		24.89	100	
নিরীক্ষা	11.97 11.97 – 3.68 = 8.29		3.68	8.29 8.29 – 0.00 = 8.29	0.00	24.89 – 16.60 = 8.29		নিরীক্ষিত ঠিক আছে
ঢাল	এক্ষেত্রে 100 মিটার দূরত্বে উর্ধ্বমুখী ঢাল 8.29 মিটার অর্থাৎ ঢাল এর হার = (+) 8.29%							

৬.৮ পুরাতন লেভেল বইয়ের মুছে যাওয়া তথ্য নিরূপণ (Calculation of missing data of old level book) ঃ

উদাহরণ-০১। নিচে লেভেল বইয়ের একটি আংশিক মুছে যাওয়া পৃষ্ঠা দেয়া হলো। মুছে যাওয়া তথ্যাদি উদ্ধার কর ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
*	*			11.205	*	0	(B.M) RL = 10.00
*	0.900		1.005	*	*	*	*
		*			9.040	40	
		*			9.600	60	
		0.405			*	*	
		1.305			*	100	
		*			10.125	*	
*	1.075		*	11.075		140	*
		*			9.875	*	
		*			10.250	*	
		1.285				200	
		2.300				*	
		3.000				*	
		2.875				*	
			*	10.000		280	

সমাধান ঃ

'0' দূরত্বের আর.এল. মন্তব্যের কলামে 10.00 দেয়া আছে। অতএব আর.এল. ঘরে 10.000 হবে।

'0' দূরত্বের পশ্চাৎ পাঠ = 11.205 – 10.00 = 1.205

'0' এর পরবর্তী স্টাফ স্টেশনের দূরত্ব হবে 20

20 দূরত্বে আর.এল হবে = 11.205 – 1.005 = 10.200

'0' দূরত্বে যোজনার ঘরে হবে ১ম

20 দূরত্বে যোজনার ঘরে হবে ২য়

২য় যোজনায় যন্ত্রের উচ্চতা = 10.200 + 0.900 = 11.100

40 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ হবে = 11.100 – 9.040 = 2.060

60 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ হবে = 11.100 – 9.600 = 1.500

60 এর পর দূরত্বের ঘরে হবে 80

40 দূরত্বে আর.এল. = 11.100 – 0.405 = 10.695

100 দূরত্বে আর.এল. = 11.100 – 1.305 = 9.795

100 এর পর দূরত্বের ঘরে হবে 120

120 এর মধ্যবর্তী পাঠ হবে = 11.100 – 10.125 = 0.975

140 দূরত্বে আর.এল. = 11.075 – 1.075 = 10.000

140 দূরত্বে ২য় যোজনার অগ্রবর্তী পাঠ = 11.100 – 10.000 = 1.100

140 এর পর দূরত্ব হবে 160

160 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 11.075 – 9.875 = 1.200

140 দূরত্ব হতে তৃতীয় যোজনা আরম্ভ

160 এর পর দূরত্বের ঘরে হবে 180

180 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 11.075 – 10.250 = 0.825

200 দূরত্বে আর.এল. = 11.075 – 1.285 = 9.790

200 এর পর দূরত্ব হবে 220

220 এর আর.এল. = 11.075 – 2.300 = 8.775

220 এর পর দূরত্ব হবে 240

240 এর আর.এল. = 11.075 – 3.000 = 8.075

240 এর পর দূরত্ব হবে 260

260 এর আর.এল. হবে = 11.075 – 2.875 = 8.200

280 দূরত্বে অগ্রবর্তী পাঠ হবে = 11.075 – 10.000 = 1.075

মন্তব্যের কলামে 20 দূরত্বে ও 140 দূরত্বে 'পরিবর্তন বিন্দু'।

উদাহরণ-২। নিচের লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠার *চিহ্নিত তথ্যাদি পড়া যায় না। *চিহ্নিত তথ্যাদি উদ্ধার কর।

	স্টাফ পাঠ							
যোজনা	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী	উঁচু	নিচু	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
*	*					10.000	0	(BM) RL =
		0.250		0.500		*	*	
		*			0.500	*	30	
		*			0.700	*	45	
		*		*		9.800	*	
*	1.950		*		*	9.500	75	*
		*		0.530		*	*	
		*		*		10.550	105	
		*		*		11.050	*	
			*		*	11.000	135	

সমাধান ঃ

0 দূরত্বের মন্তব্য কলামে RL=10.000 হবে

0 দূরত্বে যোজনা কলামে '১ম' হবে

0 দূরত্বে পশ্চাৎ পাঠ = 0.250 + 0.500 = 0.750

0 দূরত্বের পর দূরত্ব হবে 15

15 দূরত্বে আরএল = 10.000 + 0.500 = 10.500

30 দূরত্বে আরএল = 10.500 – 0.250 = 10.250

30 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 0.250 + 0.250 = 0.500

45 দূরত্বে আরএল = 10.250 – 0.700 = 9.550

45 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 0.500 + 0.700 = 1.200

45 এর পর দূরত্ব হবে 60

60 দূরত্বে উঁচু কলামে হবে = 9.800 – 9.550 = 0.250

60 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ হবে = 1.200 – 0.250 = 0.950

75 দূরত্বে নিচুর কলামে হবে = 9.800 – 9.500 = 0.300

75 দূরত্বে অগ্রবর্তী পাঠ হবে = 0.950 + 0.300 = 1.250

75 দূরত্বে যোজনার কলামে হবে '২য়'

75 এর পর দূরত্ব হবে 90

90 এর আরএল = 9.500 + 0.530 = 10.030

90 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 1.950 – 0.530 = 1.420

105 দূরত্বের উঁচু কলামে হবে = 10.550 – 10.030 = 0.520

105 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ = 1.420 – 0.520 = 0.900

105 এর পর দূরত্ব হবে 120

120 দূরত্বে উঁচু কলামে হবে = 11.050 – 10.55 = 0.500

120 দূরত্বে মধ্যবর্তী পাঠ হবে = 0.900 – 0.500 = 0.400

135 দূরত্বে নিচু কলামে হবে = 11.050 – 11.00 = 0.05

135 দূরত্বে অগ্রবর্তী পাঠ হবে = 0.400 + 0.05 = 0.45

75 দূরত্বে মন্তব্যের কলামে হবে 'পরিবর্তন বিন্দু'।

উদাহরণ-৩। নিম্নের লেভেল বইটির পৃষ্ঠার যে সব পাঠ ও তথ্যাদি মুছে গেছে তা উদ্ধারপূর্বক একটি পূর্ণাঙ্গ লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠা তৈরি কর এবং প্রয়োজনীয় গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও ঃ

লেভেল বইয়ের আংশিক মুছে যাওয়া পৃষ্ঠা ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
				42.000		0	RL = 40.00 (B.M)
		1.500					
					43.000	20	
	1.500				41.000	30	
		2.000					
		0.50					
					43.500	60	

সমাধান ঃ লেভেল বইয়ের পূর্ণাঙ্গ পৃষ্ঠা ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	2.000			42.000	40.000	0	RL = 40.000 (B.M)
		1.500			40.500	10	
		-1.000			43.000	20	
২য়	1.500		1.000	42.500	41.000	30	পরিবর্তন বিন্দু
		2.000			40.500	40	
		0.500			42.000	50	
			- 1.000		43.500	60	
নিরীক্ষা	3.500 0.000 + 3.500		0.000		43.500 40.000 + 3.500		ঠিক আছে

উদাহরণ-৪। নিম্নের লেভেল বইটি উইপোকায় বিনষ্ট করায় এর উদ্ধৃত পৃষ্ঠাটির বিভিন্ন তথ্যাদি পড়া যায় না। তথ্যাদি উদ্ধার করে একটি পূর্ণাঙ্গ পৃষ্ঠা তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
						12.000	0	
		0.500		1.000			20	
					0.500		40	
						12.250	60	
				0.500			80	
	1.500					13.250	100	
				1.000			120	
						14.500	140	
					1.000		160	
		0.750					180	
		– 0.250					200	
						14.750	220	
					2.000			অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
			2.750				240	

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	1.500					12.000	0	
		0.500		1.000		13.000	20	
		1.000			0.500	12.500	40	
		1.250			0.250	12.250	60	
		0.750		0.500		12.750	80	
২য়	1.500		0.250	0.500		13.250	100	পরিবর্তন বিন্দু
		0.500		1.000		14.250	120	
		0.250		0.250		14.500	140	
		1.250			1.000	13.500	160	
		0.750		0.500		14.000	180	
		-0.250		1.000		15.000	200	
		0.000			0.250	14.750	220	
		2.000			2.000	12.750	–	অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
			2.750		0.750	12.000	240	
নিরীক্ষা	3.000 3.000 0.000		3.00	4.750 4.750 0.000	4.750	12.000 12.000 0.000		ঠিক আছে

উদাহরণ-৫। লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠা পূরণকালে সময়ের অভাবে পৃষ্ঠাটি অসম্পূর্ণ থেকে যায়। নিম্নে পৃষ্ঠাটি দেয়া হলো। পৃষ্ঠাটির সকল তথ্যাদি পূরণ করে একটি পূর্ণাঙ্গ লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠা তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও।

যোজনা	দূরত্ব	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	মন্তব্য
		পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
	0							R.L = 20.000
					0.400			
	30	0.600						
	45					2.000		
	60	1.500					18.500	
					0.500			
			1.250					
	105						19.500	
	120		-0.20					
				- 1.000				

সমাধান ঃ

যোজনা	দূরত্ব	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	মন্তব্য
		পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	0	1.800					20.000	R.L = 20.000
	15		1.400		0.400		20.400	
	30		0.600		0.800		21.200	
	45		2.600			2.000	19.200	
২য়	60	1.500		3.300		0.700	18.500	পরিবর্তন বিন্দু
	75		1.000		0.500		19.000	
	90		1.250			0.250	18.750	
	105		0.500		0.750		19.500	
	120		- 0.200		0.700		20.200	স্টাফ উল্টোধরা
	135			- 1.000	0.800		21.000	স্টাফ উল্টোধরা
নিরীক্ষা		3.300 2.300 + 1.000		2.300	3.950 2.950 + 1.000	2.950	21.00 20.000 + 1.000	ঠিক আছে

উদাহরণ-৬। একটি লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠায় শুধুমাত্র প্রারম্ভিক ও সমাপ্তি বিন্দুর আর.এল-দ্বয় পড়া যায় এবং দু' যোজনায় লেভেলিং করা হয়েছে বুঝা যায়। উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠাটি পূর্ণ কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও। প্রারম্ভিক আর.এল. 20.000 এবং সমাপ্তি আর.এল. 22.000। ৩য় স্টাফ পাঠের পর যন্ত্র পরিবর্তন করা হয়েছে। 10 মিটার পর পর স্টাফ পাঠ নেয়া হয়েছে।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আল.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	2.000					20.000	0	RL = 20.000
		1.500		0.500		20.500	10	
২য়	2.000		1.000	0.500		21.000	20	পরিবর্তন বিন্দু
		1.500		0.500		21.500	30	
			1.000	0.500		22.000	40	RL = 22.000
নিরীক্ষা	4.000 2.000		2.000	2.000 0.000	0.000	22.000 20.000		ঠিক আছে
	+ 2.000			+ 2.000		+ 2.000		

[১। শেষ আর.এল–প্রথম আর.এল এর পরিমাণ বের করতে হবে।

২। ঈপ্সিত সংখ্যক যোজনায় ইচ্ছামতো (স্টাফ দৈর্ঘ্যের মধ্যে হওয়া উচিৎ) স্টাফ পাঠ পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠে বসাতে হবে যেন পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি–অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি = শেষ আর.এল–প্রথম আর.এল হয়।

৩। এবার ইচ্ছামতো (স্টাফ দৈর্ঘ্যের মধ্যে হওয়া উচিত) স্টাফ পাঠ, মধ্যবর্তী পাঠে বসিয়ে সাধারণভাবে লেভেল বইয়ের (উঁচু-নিচু বা যন্ত্রের উচ্চতা) অন্যান্য হিসাবাদি সম্পন্ন করলেই সকল আর.এল.সহ সকল তথ্যাদি পাওয়া যাবে এবং নিরীক্ষায় মিলে যাবে]

উদাহরণ-৭। একটি লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠায় সকল আর.এল. পড়া যায়। স্টাফ পাঠগুলো পড়া যায় না তবে বুঝা যায় যে, তিন যোজনায় লেভেলিং কার্য করা হয়েছে এবং ৩য় ও ৫ম স্টাফ পাঠের পর যন্ত্র পরিবর্তন করা হয়েছে এবং 10 মিটার পর পর পাঠ গ্রহণ করা হয়েছে। লেভেল বইয়ের পূর্ণাঙ্গ পৃষ্ঠাটি তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও (যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতিতে)। আর.এল.-সমূহ ঃ 20.000, 21.000, 20.250, 19.500, 20.250, 21.000, 19.500.

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.000			21.000	20.000	0	
		0.000			21.000	10	
২য়	0.250		0.750	20.500	20.250	20	পরিবর্তন বিন্দু
৩য়	1.500		1.000	21.000	19.500	30	পরিবর্তন বিন্দু
		0.750			20.250	40	
		0.000			21.000	50	
			1.500		19.500	60	
নিরীক্ষা	2.750 3.250		3.250		19.500 20.000		ঠিক আছে
	– 0.500				– 0.500		

(i) প্রদত্ত আর.-এল-গুলো লেভেল বইয়ে ধারাবাহিকভাবে আর.এল. কলামে বসাতে হবে এবং ঈপ্সিত/উল্লেখিত যোজনার সীমা ইচ্ছামতো নির্ধারণ করে পশ্চাৎ পাঠ/পাঠগুলো ইচ্ছামতো (স্টাফ দৈর্ঘ্যের মধ্যে হওয়া উচিত) বসাতে হবে।

(ii) কলিমেশন পদ্ধতির ক্ষেত্রে প্রত্যেক যোজনার যন্ত্রের উচ্চতা = আর.এল + স্টাফ পাঠ নির্ণয় করে যথাযথ স্থানে বসাতে হবে এবং মধ্যবর্তী ও অগ্রবর্তী পাঠ/পাঠগুলো (যন্ত্রের উচ্চতা–আর.এল) নির্ণয় করে যথাযথ স্থানে লেখতে হবে।

(iii) উঁচু-নিচু পদ্ধতির ক্ষেত্রে আর.এলগুলো হতে উঁচু-নিচু এর পরিমাণ নির্ণয় করে যথাযথ স্থানে লেখতে হবে এবং পশ্চাৎ পাঠ হতে যথানিয়মে হিসাব করে মধ্যবর্তী ও অগ্রবর্তী পাঠ/পাঠগুলো নির্ণয় করে যথাযথ স্থানে বসাতে হবে।

(iv) দূরত্ব ও অন্যান্য নির্দেশিত তথ্যাদি পূরণ করতে হবে।

(v) নির্ভুলভাবে উপরোক্ত তথ্যাদি নির্ণয় ও বসানো হলে নিরীক্ষা সহজেই মিলে যাবে।

উদাহরণ-৮। নিচের লেভেল পৃষ্ঠার যেসব পাঠ ও তথ্যাদি মুছে গেছে তা উদ্ধার করে একটি পূর্ণাঙ্গ লেভেল পৃষ্ঠা তৈরি কর এবং প্রয়োজনীয় গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও ঃ [বাকাশিবো- ২০০৬]

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.10					0	BM-10.00m
						10	
		0.80					
২য়	1.25		1.05			30	
					9.90	40	
			1.00				

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর. এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.10			11.10	10.00	0	BM-10.00m
		0.90			10.20	10	
		0.80			10.30	20	
২য়	1.25		1.05	11.30	10.05	30	
		1.40			9.90	40	
			1.00		10.30	50	
নিরীক্ষা	2.35 2.05 0.30		2.05		10.30 10.00 0.30		ঠিক আছে

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পশ্চাৎ পাঠ বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যন্ত্রের প্রতি যোজনার প্রথম পাঠই পশ্চাৎ পাঠ। এ পাঠ সাধারণত জলা এলিভেশনের স্টেশনে (বি.এম. পরিবর্তন বিন্দু ইত্যাদি) নেয়া হয়ে থাকে।

২। **অগ্রবর্তী পাঠ কী?**

উত্তর ঃ যন্ত্রের যে কোন যোজনার সর্বশেষ পাঠই অগ্রবর্তী পাঠ।

৩। **মধ্যবর্তী পাঠ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ যন্ত্রের প্রতি যোজনার পশ্চাৎ পাঠ ও অগ্রবর্তী পাঠের মধ্যবর্তী পাঠ বা পাঠগুলোই মধ্যবর্তী পাঠ। কোন কোন যোজনায় মধ্যবর্তী নাও থাকতে পারে।

৪। **পরিবর্তন বিন্দুর সংজ্ঞা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ যে স্টেশনে কোন যোজনার শেষ পাঠ অর্থাৎ অগ্রবর্তী পাঠ এবং পরবর্তী যোজনার প্রথম পাঠ অর্থাৎ পশ্চাৎ পাঠ নেয়া হয়, ঐ স্টেশনকে পরিবর্তন বিন্দু (C.p) বা মোড় বিন্দু (T.p) বলা হয়।

৫। **লেভেলিং এ স্টেশন কী?**

উত্তর ঃ লেভেলিং-এ যে বিন্দুতে স্টাফ ধরে পাঠ নেয়া হয়, ঐ বিন্দুই স্টেশন বিন্দু।

৬। **কখন স্টাফ পাঠ বিয়োগ চিহ্ন দিয়ে লেখতে হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১১]

উত্তর ঃ যখন কোন স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে হয় তখন ঐ স্টেশনের স্টাফ পাঠ বিয়োগ চিহ্ন দিয়ে লেখতে হয়।

৭। **যন্ত্র ও স্টাফের মাঝে সর্বাধিক দূরত্ব কত হওয়া উচিত?**

উত্তর ঃ যন্ত্র ও স্টাফের মাঝের দূরত্ব 100 মিটারের মধ্যে সীমিত থাকা উচিত।

৮। **কখন স্টাফ পাঠ বিয়োগ বোধক হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১১, ১০, ১২]

অথবা, নেগেটিভ স্টাফ রিডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যখন কোন স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে হয় এবং ঐ স্টেশনে স্টাফ উল্টা করে ধরে পাঠ নিতে হয়, তখন প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ বিয়োগ বোধক হয়।

৯। **কখন স্টাফ উল্টা করে ধরে পাঠ নেয়া হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭]

উত্তর ঃ যখন স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে থাকে তখন স্টাফ উল্টা করে ধরে পাঠ নেয়া হয়।

১০। **কখন স্টাফ পাঠ যোগবোধক হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ যখন স্টেশন কলিমেশন রেখার নিচে থাকে, তখন স্টাফ পাঠ যোগবোধক হয়।

১১। **লেভেল বই বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ লেভেলিং চলাকালে বিভিন্ন তথ্যাদি, স্টাফ পাঠ, স্টেশনগুলোর দূরত্ব ও অন্যান্য তথ্য সুনির্দিষ্ট কলামে লিপিবদ্ধ করার জন্য কলামের দাগাঙ্কিত যে বিশেষ ধরনের বই ব্যবহার করা হয়, তা লেভেল বই।

১২। **কী কী ধরনের লেভেল বই লেভেলিং কাজে ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ লেভেলিং কাজে (ক) উঁচু-নিচু পদ্ধতির ও (খ) যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বই ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

১৩। **সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০২, ০৩, ০৪, ০৫ ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]

উত্তর বিভিন্ন স্টেশনে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ হতে স্টেশন বিন্দুগুলোর আর.এল নির্ণয় করার পদ্ধতিই সমতলমিতি লঘুকরণ।

১৪। **কী কী পদ্ধতিতে সমতলমিতি লঘুকরণ করা যায়।** [বাকাশিবো- ২০০৩, ১৪]

অথবা, সমতলমিতি লঘুকরণের পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

উত্তর (ক) উঁচু-নিচু পদ্ধতি ও (খ) যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতিতে সমতলমিতি লঘুকরণ করা যায়।

১৫। **সমতলমিতি লঘুকরণের কোন পদ্ধতিটিতে হিসাবনিকাশের পরিমাণ কম?**

উত্তর সমতলমিতি লঘুকরণের যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতিটিতে হিসাবনিকাশের পরিমাণ কম।

১৬। **সমতলমিতি লঘুকরণের কোন পদ্ধতিটি অধিক নির্ভুল?**

উত্তর সমতলমিতি লঘুকরণের উঁচু-নিচু পদ্ধতিটি অধিক নির্ভুল।

১৭। **সমতলমিতি লঘুকরণের যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৮]

উত্তর যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির নিরীক্ষাদ্বয় হল সকল পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি ও সকল অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টির পার্থক্য এবং শেষ আর.এল ও প্রথম আর.এল এর পার্থক্য পরস্পর সমান। [অর্থাৎ $\Sigma BS - \Sigma FS =$ R.L শেষ – R.L (প্রথম)]

১৮। **সমতলমিতি লঘুকরণের উঁচু-নিচু পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৮]

অথবা, উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে গাণিতিক পরীক্ষা কয়টি ও কী কী?

উত্তর উঁচু-নিচু পদ্ধতির নিরীক্ষাত্রয় হল, সকল পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি ও সকল অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টির পার্থক্য, সকল উঁচুর সমষ্টি ও সকল নিচুর সমষ্টির পার্থক্য এবং শেষ আর.এল ও প্রথম আর.এল এর পার্থক্য পরস্পর সমান।

[অর্থাৎ $\Sigma BS - \Sigma FS = \Sigma$ উঁচু – Σ নিচু = আর.এল (শেষ) – আর.এল (প্রথম)]

১৯। **কোন লেভেল বইয়ের কলাম সংখ্যা কম?**

উত্তর যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বইয়ের কলাম সংখ্যা কম।

২০। **170 মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু ক ও খ এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.75 মি, 1.85 মিটার। 'খ' বিন্দুর আর.এল 25 হলে 'ক' এর আর.এল নির্ণয় কর।** [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর ক ও খ এর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.85 – 0.75 = 1.10 মি. (খ নিচু)

ক এর আর.এল = 25.00 + 1.10 = 26.10 মিটার

২১। **গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফে পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.605 মিটার এবং (–) 1.505 মিটার। খ বিন্দুর আর.এল 24.00 মিটার হলে ক বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১]

উত্তর প্রশ্নানুসারে ক ও খ বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য = 1.605 – (– 1.505) = 3.11 (খ বিন্দু উঁচু)

নির্ণেয় ক বিন্দুর আর.এল = 24.00 – 3.11 = 20.89 মিটার।

২২। **কোন লেভেল বইয়ের কলাম সংখ্যা বেশি?**

উত্তর উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বইয়ের কলাম সংখ্যা বেশি।

২৩। **লেভেলিং-এ পরিবর্তন বিন্দুর প্রয়োজন হয় কেন?**

উত্তর পূর্ববর্তী যোজনার সাথে পরবর্তী যোজনার কলিমেশন রেখার উচ্চতার ধারাবাহিকতা ও যোগসূত্র সৃষ্টি করার জন্যই পরিবর্তন বিন্দুর প্রয়োজন হয়।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **উঁচু-নিচু পদ্ধতির একটি লেভেল বইয়ের নমুনা পৃষ্ঠা দেখাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **কলিমেশন পদ্ধতির একটি লেভেল বইয়ের নমুনা পৃষ্ঠা উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **কী কী বিষয়ের প্রতি লক্ষ রেখে লেভেল বইয়ে স্টাফ পাঠ লেখতে হয়?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। **কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৬ দ্রষ্টব্য।

৫। **যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্র এবং মধ্যবর্তী কোন বিন্দুর আর.এল নির্ণয়ের সূত্র দুইটি কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪ দ্রষ্টব্য।

▸▸ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লেভেল বইয়ের প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.২ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন ধরনের লেভেল বইয়ের নমুনা দেখাও।** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **চিত্রসহ কলিমেশন পদ্ধতিতে সমতলমিতি লঘুকরণ পদ্ধতি উপস্থাপন কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। **চিত্রসহ উঁচু-নিচু পদ্ধতির সমতলমিতির লঘুকরণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪ দ্রষ্টব্য।

৫। **উদাহরণসহ লেভেল বইয়ের স্টাফ পাঠ লিখার নিয়মগুলো উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ দ্রষ্টব্য।

৬। **সমতলমিতি লঘুকরণ পদ্ধতিগুলোর তুলনা ছকে প্রদর্শন কর।** [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৬ দ্রষ্টব্য।

▸▸ গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি সড়কের অ্যালাইনমেন্ট বরাবর 5 মিটার পর পর স্টাফ ধরে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। দ্বিতীয় যোজনার দ্বিতীয় পাঠের স্টেশনে আর.এল 50.00। অন্যান্য স্টেশনের আর.এল নির্ণয় কর। ৩য় যোজনার ৩য় স্টাফ পাঠটি অ্যালাইনমেন্টের বাইরে নেয়া হয়েছে। সর্বাধিক নিরীক্ষা দেখাতে হবে। [বাকাশিবো-২০১২]

স্টাফ পাঠ ঃ 1.20, 2.10, 1.80, (0.80, 0.60), 1.10, 1.70, (1.00, 1.20), 1.70, 1.40, 1.00.

২। একটি প্রস্তাবিত সড়কের মধ্যরেখা বরাবর 15 মিটার অন্তর অন্তর ধারাবাহিকভাবে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। লেভেল যন্ত্রটি ৩য়, ৬ষ্ঠ ৮ম পাঠ নেয়ার পর পর সরানো হয়েছিল। উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বইতে স্টাফ পাঠগুলো বসিয়ে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর। A বিন্দুর আর.এল. (102.505) প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাতে হবে।

স্টাফ পাঠ ঃ 1.205 (A), 2.055, 2.100, 3.045, 1.995, 0.785, 0.345, 1.305, 2.005, 0.995, 2.405, 1.870,

৩। একটি ক্রমঢালু ভূমিতে 15 মিটার অন্তর অন্তর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো গ্রহণ করা হলো। P বিন্দুর আর.এল. 103.335 এবং বিন্দুটি এলাইনমেন্টের বাইরে। একটি যন্ত্রের উচ্চতা লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠায় স্টাফ পাঠগুলো বসাও এবং বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। নিরীক্ষা দেখাতে হবে।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.035, 0.530, 0.875, 1.205, 1.945, 0.945, 1.405, 2.125, 0.095 (P), 3.405, 0.945, 1.255,

৪। P হতে Q বিন্দু পর্যন্ত 15 মিটার অন্তর অন্তর স্টাফ ধরে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। P বিন্দুর আর.এল. 100.00। প্রতি তিনটি স্টাফ পাঠ নেয়ার পর যন্ত্রের অবস্থান পরিবর্তন করা হয়েছে। বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল এবং PQ রেখার ঢাল নির্ণয় কর। তিনটি নিরীক্ষা দেখাতে হবে।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.50, 1.00 (P), 1.50, 1.00, 2.00, 3.00, 1.50, 2.50, 3.50, 2.75, 1.50, 2.25, 0.40, 0.80 1.20, 0.00 (Q), 2.00, 3.00

৫। পানির উৎস হতে কৃষিক্ষেত্রে পানি সরবরাহের জন্য 1:100 ঢালে খাল খননের প্রস্তাব করা হলো। উৎস হতে কৃষিক্ষেত্রের দূরত্ব 200 মিটার, খালের (তলায়) প্রারম্ভিক বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 0.50 এবং আর.এল. 50.00 হলে 25 মিটার অন্তর অন্তর স্টাফ ধরে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠগুলো লেভেল বইতে বসিয়ে সকল তথ্যাদি উপস্থাপন কর। উক্ত কার্য যন্ত্রের এক যোজনায় সম্পন্ন করতে হবে। সর্বাধিক নিরীক্ষা দেখাতে হবে।

৬। A বেঞ্চ মার্কের আর.এল 100.00। B ও C বেঞ্চ মার্কের আর.এল মুছে যাওয়ায় B হতে C পর্যন্ত পার্থক্যায়ন লেভেলিং করা হলো। A হতে B পর্যন্ত 20 মিটার অন্তর এক যোজনায় স্টাফ পাঠগুলো নেয়া হয়েছে। একটি উঁচু-নিচু লেভেল বইয়ে স্টাফ পাঠগুলো বসিয়ে B ও C বেঞ্চ মার্কের আর.এল. নির্ণয় কর।

স্টাফ পাঠ ঃ 1.00 (A) 2.00, 3.00, 0.50, 0.70, 0.90 (B), 1.00(B), 0.50, 1.50, 2.50, 3.00, 0.40, 0.60, 0.80, 2.00, 0.60 (C).

৭। একটি প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর 15 মিটার অন্তর অন্তর এবং আড়াআড়িভাবে প্রতি 45 মিটার দূরত্বে 5 মিটার পর পর নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। প্রারম্ভিক বিন্দুতে আর.এল 100.00 এবং এফ.এল 99.00 হলে লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি প্রোফাইল অংকন কর। সড়কটির লম্বালম্বি ঢাল 0 হতে 60 মিটার পর্যন্ত 1ঃ50 উর্ধ্বমুখী এবং 60 মি. হতে 120 মি. পর্যন্ত 1ঃ60 নিম্নমুখী ঢালে নির্মাণ করা হবে। আড়াআড়ি ঢাল (সড়কের কেন্দ্র হতে উভয় দিকে) 1ঃ30 নিম্নমুখী।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.70, 0.90, 1.00, 1.20, 1.30 (5 ডান) 1.40 (10 ডান) 1.60 (15 ডান) 0.90 (5 বাম), 0.70 (10 বা), 0.50 (15 বাম), 1.00(15 বাম), 0.50, 2. 00, 1.50, 1.00 (5 ডান) 1.20 (10 ডান) 1.50 (15 ডান) 1.60 (5 বাম) 1.70 (10 বাম), 1.90 (15 বাম), 2.00 (15 বাম), 2.40, 3.00.

৮। একটি লেভেল বইয়ের প্রথম আর.এল. 40.00 এবং শেষ আর.এল. 48.00 ব্যতীত সকল তথ্যাদিই মুছে গেছে। দু' যোজনায় লেভেল বইটি সম্পূর্ণ কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও।

৯। নিচের লেভেল বইটির হারানো তথ্যাদি উদ্ধার কর ঃ

যোজনা	দূরত্ব	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	মন্তব্য
		পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			
	0				101.00	99.00	
						97.00	
	15		3.00				
	30		2.00				
	45	1.00		– 3.00	105.00		
						103.00	
	75		1.00			104.00	
						101.00	
	105		1.00			102.00	
			0.00				
	150		2.00				
						101.00	
						100.00	
						106.00	

১০। একটি অটোমেটিক লেভেলের সাহায্যে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠগুলো 2.75, 2.01, 1.37, 1.00, 3.88, 2.06, 2.14 এবং 1.61 মিটার। ৫ম ও ৮ম পাঠ নেয়ার সময় যন্ত্রটি সরানো হয়েছিল। যদি ৮ম পাঠের RL 25.03 m হয়, তবে কলিমেশন পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর RL নির্ণয় কর।

অধ্যায়-৭ সমতলমিতির শ্রেণিবিভাগ (Classification of Levelling)

৭.১ বিভিন্ন প্রকার সমতলমিতির তালিকা (Procedure of different kinds of levelling) ঃ

সমতলমিতি প্রধানত নয় প্রকার। এগুলো দু'টি প্রধান শাখায় বিভক্ত। এগুলোর নামের তালিকা নিম্নে দেয়া হলো ঃ

(ক) প্রত্যক্ষ লেভেলিং–

১। পার্থক্যায়ন লেভেলিং (Differential or fly levelling)

২। প্রোফাইল বা লম্বালম্বি লেভেলিং (Profile or longitudinal levelling)

৩। প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং (Cross section levelling)

৪। নিরীক্ষায়ন লেভেলিং (Check levelling)

৫। বিনিময়ক্রম লেভেলিং (Reciprocal levelling)

৬। সূক্ষ্ম বা প্রিসাইজ লেভেলিং (Precise levelling)

(খ) পরোক্ষ লেভেলিং–

১। ব্যারোমেট্রিক লেভেলিং (Barometric levelling)

২। হিপসোমিতি লেভেলিং (Hypsometry levelling)

৩। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং (Trigonometric levelling)।

৭.২ বিভিন্ন প্রকার সমতলমিতির পরিচিতি (Identification of different kinds of levelling) ঃ

নিম্নে বিভিন্ন ধরনের সমতলমিতির সংক্ষিপ্ত পরিচিতি দেয়া হলো ঃ

(ক) পার্থক্যায়ন বা ফ্লাই লেভেলিং ঃ লেভেলিং কাজের বিশুদ্ধতা নিরীক্ষায়নে এবং কোন বেঞ্চ মার্ক হতে দূরবর্তী কোন ঈপ্সিত বিন্দুতে আর.এল. বহন করে নেয়ার জন্য ফ্লাই লেভেলিং করা হয়। অথবা দু'টি দূরবর্তী বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য জানার জন্যও এ ধরনের লেভেলিং করা হয়। এতে সচরাচর লেভেলিং করার ধারাবাহিক বা যৌগিক প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এতে দূরত্বের মাপ নেয়া হয় না এবং প্রতি যোজনায় শুধুমাত্র পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয়। বিশেষ ক্ষেত্র ব্যতীত কোন মধ্যবর্তী স্টাফ পাঠ বা দূরত্বের পরিমাপ নেয়া হয় না।

(খ) লম্বালম্বি বা প্রোফাইল লেভেলিং ঃ এ লেভেলিং এর মাধ্যমে কোন ঈপ্সিত রেখায় ভূপৃষ্ঠের বন্ধুরতা জানার উদ্দেশ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের ব্যবধানে ঈপ্সিত রেখার বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করে বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন নির্ণয় করা হয়। এ ধরনের লেভেলিং কার্যে দূরত্বের পরিমাপ এবং পশ্চাৎ, মধ্যবর্তী ও অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয়। ঈপ্সিত রেখা সাধারণত সড়ক ও রেলপথের কেন্দ্রীয় রেখা, সিউয়ার লাইন, পাইপ লাইন বরাবর হয়ে থাকে।

(গ) প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং ঃ লম্বালম্বি কোন রেখার বিশেষ করে প্রস্তাবিত সড়ক বা রেলপথের কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়িভাবে এ ধরনের লেভেলিং করা হয়। এতে কেন্দ্রীয় রেখার দু' পাশের ভূমিরূপ জানা যায়। সাধারণত প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশের ভূমিরূপের উপর নির্ভর করে 30 হতে 50 মিটার এবং রেলপথের ক্ষেত্রে উভয় পাশে 200 হতে 300 মিটার পর্যন্ত প্রতি 10 মিটার অন্তর অন্তর (ক্ষেত্রবিশেষে 1 হতে 2 মিটার অন্তর অন্তর) দূরত্বের পরিমাপসহ আড়াআড়ি রেখার উপর পশ্চাৎ, মধ্যবর্তী ও অগ্রবর্তী পাঠ গ্রহণ করে দু'পাশের বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন জানার জন্য প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং করা হয়।

(ঘ) নিরীক্ষায়ন লেভেলিং ঃ লেভেলিং কার্য চলাকালে যে সকল বিন্দুর আর.এল. নির্ণীত হয়েছে, ঐ সকল বিন্দুর আর.এল. পুনঃযাচাই কল্পে যে লেভেলিং করা হয়, তা নিরীক্ষায়ন লেভেলিং। এ ধরনের লেভেলিং এর ক্ষেত্রে ফ্লাই লেভেলিং এর মতো পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয় এবং দূরত্বের পরিমাপ নেয়া হয় না। এ ধরনের লেভেলিং কার্য সমাপ্তি বিন্দু হতে প্রারম্ভ বিন্দুর দিকে করা হয়ে থাকে।

(ঙ) বিনিময়ক্রম লেভেলিং ঃ দূরবর্তী দু' বিন্দুর মাঝে যদি যন্ত্র যোজনা করা সম্ভব না হয় অর্থাৎ বিন্দুদ্বয় যদি হ্রদ, জলাশয়, নদী, খাল ইত্যাদি দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয় ফলত বিন্দুদ্বয়ের মাঝে যন্ত্র সেটিং বা যোজনা করা সম্ভব হয় না, এরূপ ক্ষেত্রে বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর সাহায্যে দু' বিন্দুর এলিভেশন নির্ণয় করা যায়। এ পদ্ধতির প্রধান সুবিধাগুলো হলো (১) এতে দু'বিন্দুর মাঝে যন্ত্র বসাতে হয় না, (২) প্রতিসরণ ও বক্রতাজনিত ভ্রান্তির পরিমাণ হ্রাস পায় (৩) কলিমেশন ভ্রান্তির পরিমাণও হ্রাস পায়।

(চ) সূক্ষ্ম বা প্রিসাইজ লেভেলিং ঃ যে সকল ক্ষেত্রে অধিক মাত্রায় সূক্ষ্ম ও নিখুঁত এলিভেশন জানার দরকার হয়, ঐ সকল ক্ষেত্রে সূক্ষ্ম বা প্রিসাইজ লেভেলিং করা হয়। এ পদ্ধতিতে প্রিসাইজ লেভেলিং স্টাফ, সূক্ষ্ম লেভেল যন্ত্র, পরিবর্তন বিন্দুতে স্টিল ফুট প্লেট, স্টিল পিন, ফুট পেগ ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। সাধারণত সরকারি সংস্থা কর্তৃক বেঞ্চ মার্ক স্থাপন এবং যে সকল ক্ষেত্রে নিখুঁততার মাত্রা খুব বেশি জরুরি ঐ সকল ক্ষেত্রে এ ধরনের লেভেলিং করা হয়। এতে অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ $\pm 4\sqrt{K}$ মিলিমিটার (K-এর একক কিলোমিটার)।

(ছ) ব্যারোমেট্রিক লেভেলিং ঃ এ পদ্ধতিটি একটি পরোক্ষ পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে ব্যারোমিটারের সাহায্যে বায়ুচাপের পরিমাণ জেনে ঐ বিন্দুর এলিভেশন সম্পর্কে মোটামুটি অবহিত হওয়া যায়। সাধারণত বায়ুর চাপ উচ্চতার বিপরীত অনুপাতে পরিবর্তন হয়। এ পদ্ধতিটি পাহাড়ি এলাকায় প্রাথমিক অনুসন্ধান বা পর্যবেক্ষণ জরিপে ব্যবহৃত হয়।

(জ) হিপ্‌সোমিতি ঃ এ পদ্ধতিটিও একটি পরোক্ষ পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে পাহাড়ি এলাকায় বিভিন্ন উচ্চতায় ফুটন্ত পানির তাপমাত্রার উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন মোটামুটিভাবে জানা যায়। এক্ষেত্রে হিপ্‌সোমিটার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। হিপ্‌সোমিটার মূলত একটি থার্মো-ব্যারোমিটার যা থার্মোমিটার ও রয়েলারের সমন্বয়ে তৈরি। এতে কোন বিন্দুর এলিভেশন জানার জন্য নিম্নের সূত্রটি ব্যবহৃত হয়–

$$H = (285.9t + 0.74t^2)\,\alpha$$

এখানে H = ডেটামের উপরের উচ্চতা (অর্থাৎ যে বিন্দুতে পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C)

t = 100°C এর নিচে ডিগ্রির সংখ্যা

α = বায়ুর তাপমাত্রার সংশোধনী

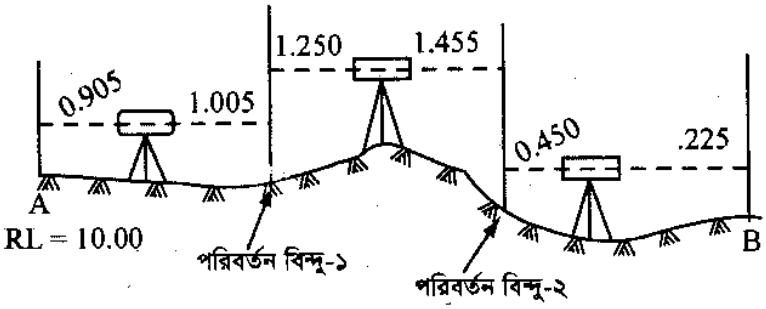
$$= 1 + \frac{T_1+T_2}{500}$$

T_1 ও T_2 নির্দিষ্ট দুটি স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা।

(ঝ) ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং ঃ জ্ঞাত দূরত্ব হতে কোন বিন্দুর উল্লম্ব কোণ মেপে এলিভেশন নির্ণয় করার জন্য ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এতে সূক্ষ্ম থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপা হয় এবং সমতলিক জরিপের (Plane surveying) ক্ষেত্রে অনুভূমিক দূরত্ব সরাসরি মেপে নেয়া হয় [কিন্তু ভূমণ্ডলীয় জরিপের (Geodetic surveying) ক্ষেত্রে হিসাব করে নেয়া হয়।] এতে ত্রিকোণমিতির সূত্র ও জ্ঞাত অনুভূমিক দূরত্ব ব্যবহার করে টাওয়ারের উচ্চতা, মিনারের উচ্চতা, পানির ট্যাংকের এলিভেশন ইত্যাদি নির্ণয় করা হয়। ক্ষেত্রবিশেষে অনুভূমিক কোণ মেপেও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করার প্রয়োজন হতে পারে।

৭.৩ বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং এর কাজের ধারা (Procedure of different kinds of levelling) ঃ

(ক) ফ্লাই লেভেলিং (Fly levelling) ঃ ধরে নিই, A ও B বিন্দুদ্বয় কোন এক স্টেশন হতে লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে পরিদৃশ্য নয়। এরূপ ক্ষেত্রে AB দূরত্বকে কয়েক অংশে বিভক্ত করে সুবিধাজনক কয়েকটি বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে প্রতি যোজনায় পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী স্টাফ পাঠ গ্রহণ করে পাঠগুলো লেভেল বইতে যথাযথ কলামে বসাতে হয়। এতে বিভিন্ন স্টেশনের দূরত্বের পরিমাপ নিতে হয় না। ধারাবাহিক লেভেলিং প্রক্রিয়ায় লেভেলিং কার্য সমাপ্ত করতে হয়। নিচের চিত্র ও লেভেল বইয়ের প্রতি তাকালেই ফ্লাই লেভেলিং এর কাজের ধারা স্পষ্ট বুঝা যায়।



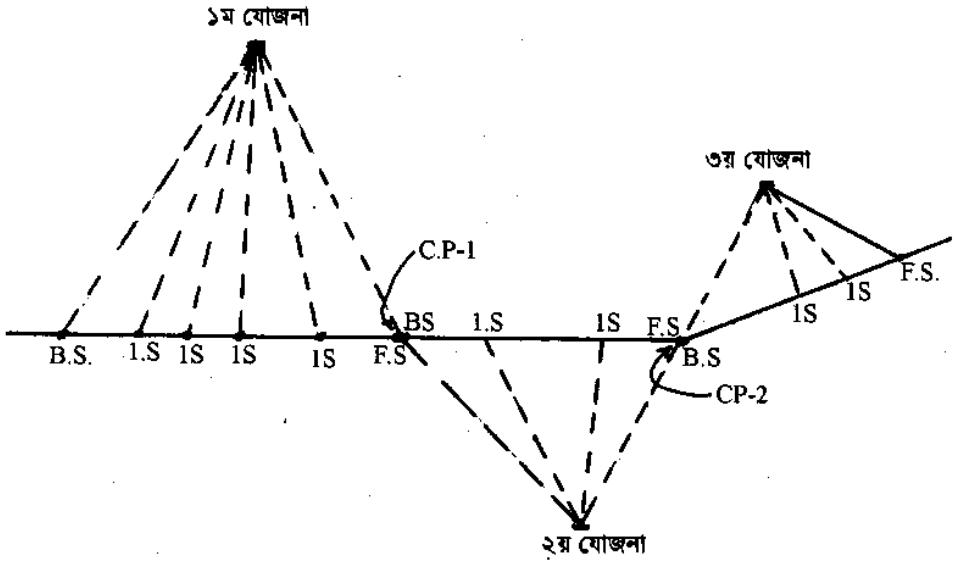
চিত্র ঃ ৭.১

উপরে চিত্রে তিনটি যোজনা দেখানো হয়েছে। দূরত্ব ও পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপরে নির্ভর করে যোজনার সংখ্যা নির্ধারণ করতে হয়। পরিবর্তন বিন্দু এমনভাবে নির্ধারণ করতে হয় যেন প্রারম্ভিক (বা সমাপ্তি) স্টেশন ও পরিবর্তন বিন্দু বা দু' পরিবর্তন বিন্দুর মাঝে সুবিধাজনক বিন্দুতে যন্ত্র বসালে স্টাফ পাঠদ্বয় স্পষ্টভাবে পড়া যায়। নিচে চিত্রে (চিত্র ৭.১) প্রদর্শিত স্টাফ পাঠগুলো একটি লেভেল বইতে লিখে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় করা হলো ঃ

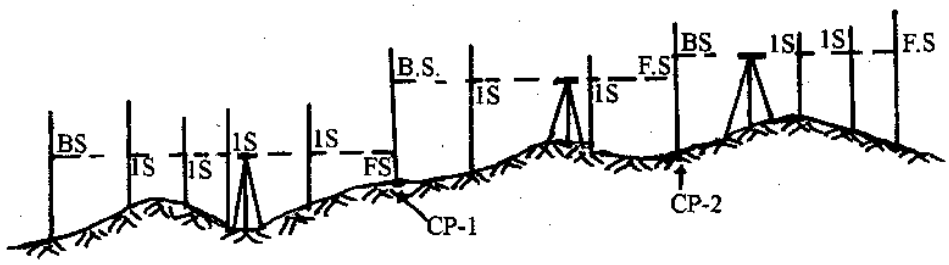
যোজন	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	0.905			10.905	10.00	–	A, RL=10.00
২য়	.250		1.005	11.150	9.900	–	
৩য়	0.450		1.455	10.145	9.695	–	
			0.255		9.890	–	B
নিরীক্ষা	2.605 2.715 – 0.11		2.715		9.890 10.00 – 0.11		ঠিক আছে

(খ) লম্বালম্বি বা প্রোফাইল লেভেলিং ঃ লম্বালম্বি বা প্রোফাইল লেভেলিং সাধারণত প্রস্তাবিত বা বিদ্যমান কোন সড়ক, রেলপথ, খাল, পয়ঃপ্রণালি, পাইপ লাইন ইত্যাদির কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর করা হয়ে থাকে। এ জাতীয় লেভেলিং কাজ এক বেঞ্চ মার্ক হতে আরম্ভ হয় এবং অপর বেঞ্চ মার্কের উপর শেষ করা হয়। যদি কোন ক্ষেত্রে বেঞ্চ মার্ক ঈপ্সিত কার্যের বা কাঠামোর প্রারম্ভের নিকটবর্তী না থাকে তবে ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে প্রারম্ভিক বিন্দুতে বা এর নিকটবর্তী স্থানে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে নিতে হয়।

নিম্নের চিত্রের সাহায্যে লম্বালম্বি লেভেলিং এর কাজের ধারা সহজেই বুঝা যায়।



চিত্র ঃ ৭.২ ভূমি দৃশ্য

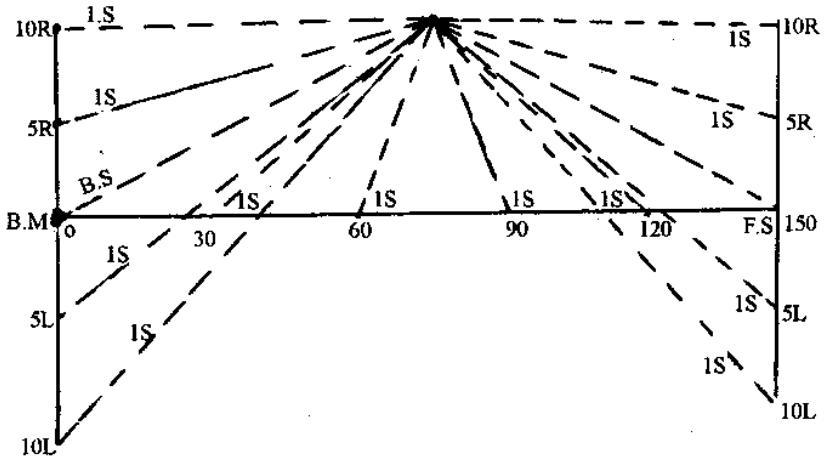


চিত্র ঃ ৭.৩ পার্শ্ব দৃশ্য

ধরি AB রেখা কোন সড়কের কেন্দ্রীয় রেখা। এ কেন্দ্রীয় রেখায় নির্দিষ্ট দূর পর পর খুঁটি পুঁতে স্টেশন চিহ্নিত করতে হবে। এরপর যে স্থানে লেভেল যন্ত্র বসালে সর্বাধিক সংখ্যক স্টাফ পাঠ স্পষ্টভাবে পড়া যায়, এরূপ সুবিধাজনক স্থানে (চিত্রে P, Q, R) লেভেল যন্ত্র বসিয়ে প্রারম্ভিক দিক হতে পর্যায়ক্রম ঠিক রেখে বিভিন্ন স্টেশনে স্টাফ ধরে ধারাবাহিক লেভেলিং প্রক্রিয়ায় স্টাফ পাঠ গ্রহণ করে যথাযথভাবে সঠিক কলামে পাঠগুলো লিপিবদ্ধ করতে হবে। এক্ষেত্রে জানা আর.এল. (A বিন্দুর আর.এল) সঠিক কলামে লিপিবদ্ধ করতে হবে। দূরত্ব প্রারম্ভিক বিন্দু হতে ধরতে হবে এবং অন্যান্য গাণিতিক হিসাবনিকাশ করে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় করতে হবে। প্রধান ও প্রয়োজনীয় তথ্যাদির জন্য প্রয়োজনবোধে মন্তব্যের কলামে প্রদত্ত আর.এল. পরিবর্তন বিন্দু ও অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাদি লিখে রাখতে হবে।

(গ) প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং ঃ রাস্তার বা অন্য কোন কাঠামোর কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর যেমনি লম্বালম্বি লেভেলিং এর মাধ্যমে কেন্দ্রীয় রেখায় ভূমির অবস্থা জানা যায়, তেমনি কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশের ভূমির বন্ধুরতা জানার জন্য কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়ি রেখায় এ লেভেলিং করা হয়। এ ধরনের লেভেলিংকে প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং বলা হয়। সাধারণত লম্বালম্বি ও প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং যৌথভাবে ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় করা হয়ে থাকে। প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং করা কালে দূরত্ব লেখার সময় ডান বা বামদিকের দূরত্বের উল্লেখ করতে হয়। সাধারণ সড়কের ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় রেখার প্রতি পাশে 30 হতে 60 মিটার এবং রেলপথের ক্ষেত্রে 200 হতে 300 মিটার নেয়া হয় এবং প্রস্থচ্ছেদ বরাবর স্টাফ স্টেশনগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব ভূমির বাস্তব অবস্থার উপর নির্ভর করে। স্বাভাবিক ভূমিরূপের ক্ষেত্রে

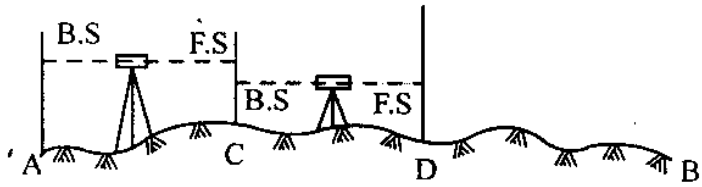
স্টেশনগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব 3 হতে 10 মিটার হয়ে থাকে। তবে অধিক বন্ধুর এলাকার ক্ষেত্রে এ দূরত্ব 1 মিটারও হতে পারে। নিচের চিত্রে প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং এর ভূমির ছবি দেখানো হলো। এতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠগুলো ধারাবাহিক লেভেলিং প্রক্রিয়ার ন্যায় লিপিবদ্ধ করতে হয়। নিচে দূরত্বসহ একটি নমুনা লেভেল বই (প্রস্থচ্ছেদ ও লম্বালম্বি লেভেলিং) উদ্ধৃত করা হলো।



চিত্র ঃ ৭.৪ ভূমিদৃশ্য

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের		দূরত্ব			মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী	উচ্চতা	আর.এল.	ডান	কেন্দ্রীয়	বাম	
১ম	1.045			11.045	10.000		0		BM (R.L=10.00)
		2.015			9.030	5			
		1.850			9.195	10			
		0.505			10.540			5	
		0.945			10.100			10	
		2.405			8.640		30		
		1.505			9.540		60		
		0.650			10.395		90		
		0.845			10.200		120		
		1.505			9.540		150		
		2.455			8.590	5			
		1.470			9.575	10			
		0.850			10.195			5	
			1.980		9.065			10	
নিরীক্ষা	1.045 1.980 —0.935		1.980		9.065 10.000 —0.935				ঠিক আছে

(ঘ) নিরীক্ষায়ন লেভেলিং ঃ পূর্বে বলা হয়েছে যে, পূর্বে নির্ণীত বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. যাচাইকরণ কল্পে নিরীক্ষায়ন লেভেলিং করা হয়। এক্ষেত্রে দূরত্বের পরিমাপ নেয়া হয় না। শুধুমাত্র ধারাবাহিকভাবে পশ্চাৎ পাঠও অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয় এবং লেভেল বইতে পাঠগুলো লিপিবদ্ধ করে পূর্বে নির্ণীত বিন্দুগুলোর আর.এল. বের করে আর.এল. সঠিক আছে কি না নিরীক্ষা করা হয়। নিচের চিত্রে A বিন্দুর (স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক) আর.এল. 10.00। দিনের কাজের শেষে B বিন্দুর আর.এল. 15.00 পাওয়া গেল। B বিন্দুর আর.এল. ঠিক আছে কি না তা জানার জন্য নিরীক্ষায়ন লেভেলিং করা যায়। এখন A হতে (B বিন্দুর দিকে) সুবিধাজনক দূরত্বে (যেন A বিন্দুর উপর স্থাপিত স্টাফ পাঠ পরিষ্কারভাবে পড়া যায়) লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A বিন্দুর স্টাফ পাঠ নিতে হবে এবং (B এর দিকে) C বিন্দুতে (সুবিধাজনক দূরত্বে) স্টাফ ধরে C বিন্দু স্টাফ পাঠ নিতে হবে।



চিত্র ঃ ৭.৫

C বিন্দুতে স্টাফ রেখে C হতে সুবিধাজনক দূরত্বে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে পুনরায় C বিন্দুর স্টাফ পাঠ নিতে হবে এবং যন্ত্র উক্ত অবস্থানে রেখে D বিন্দুতে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হবে। এভাবে B বিন্দু পর্যন্ত লেভেলিং কাজ করতে হবে।। প্রাপ্ত পাঠগুলো লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠায় সঠিক কলামে লিপিবদ্ধ করে B বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় করতে হবে। যদি B বিন্দুর আর.এল. পূর্ব নির্ণীত আর.এল. এর সমান হয় তবে বুঝা যাবে যে পূর্ব নির্ণীত আর.এল. ঠিক আছে। উক্ত ক্ষেত্রে পূর্ব নির্ণীত আর.এল. এবং যাচাইয়ে প্রাপ্ত আর.এল. এর পার্থক্যকে লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি (Closing error) বলা হয়। যদি পূর্ব নির্ণীত আর.এল. যাচাইয়ে প্রাপ্ত আর.এল. হতে অধিক হয় তবে মিলন ভ্রান্তি যোগবোধক এবং যদি পূর্বনির্ণীত আর.এল. যাচাইয়ে প্রাপ্ত আর.এল হতে কম হয় তবে মিলন ভ্রান্তি বিয়োগবোধক হবে।

৭.৪ সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solution of problems) ঃ

উদাহরণ-১। 500 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দু। A বিন্দুর আর.এল. 100 মিটার B বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় করতে গিয়ে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল এবং B বিন্দুর পর 1:60 নিম্নমুখী ঢালে 15 মিটার পর তিনটি খুঁটি বসাতে হবে। খুঁটিত্রয়ের স্টাফ পাঠ এবং বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করে গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

পশ্চাৎ পাঠ ঃ 0.850, 1.300, 1.500, 1.450

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 0.450, 1.020, 1.000

সমাধান ঢাল 1:60 ∴ 15 মিটারের ঢালের পরিমাণ $= \frac{1 \times 15}{60} = 0.25$

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	0.850					100.000	0	A বিন্দু
২য়	1.300		0.450	0.400		100.400		
৩য়	1.500		1.020	0.280		100.680		
৪র্থ	1.450		1.000	0.500		101.180	500	B বিন্দু
		1.700			0.250	100.930	515	১ম খুঁটি
		1.95			0.250	100.680	530	২য় খুঁটি
			2.200		0.250	100.43	545	৩য় খুঁটি
নিরীক্ষা	5.100		4.670	1.180	0.750	100.43		ঠিক আছে
	4.670			0.750		100.43		
	+0.43			+0.43		+0.43		

উদাহরণ-২। লম্বালম্বি ভূমিরূপ জানার জন্য একটি প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর 20 মিটার পর পর স্টাফ বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যন্ত্র স্থাপন করে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাতে হবে। স্টাফ পাঠ 1.300, 1.800, 0.750, 1.250, 2.050 (B.M. অ্যালাইনমেন্টের বাইরে RL = 20.00) 0.450 (0.600, 1.400) 2.010, 0.550, 1.000, 0.900, 0.650, 0.720, 0.420, 1.250, 1.050.

সমাধান

যন্ত্রের অবস্থান		স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
		পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
	১ম	1.300					20.750	0	
			1.800			0.500	20.250	20	
			0.750		1.050		21.300	40	
A			1.250			0.500	20.800	60	B.M., R.L=20.00
			2.050			0.800	20.00	–	অ্যালাইনমেন্টের বাইরে
			0.450		1.600		21.600	80	
	২য়	1.400		0.600		0.150	21.450	100	পরিবর্তন বিন্দু
			2.010			0.610	20.840	120	
			0.550		1.460		22.300	140	
			1.000			0.450	21.850	160	
B			0.900		0.100		21.950	180	
			0.650		0.250		22.200	200	
			0.720			0.070	22.130	220	
			0.420		0.300		22.430	240	
			1.250			0.830	21.600	260	
				1.050	0.200		21.800	280	
নিরীক্ষা		2.700 1.650 +1.05		1.650	4.96 3.91 +1.05	3.91	21.800 20.750 +1.05		ঠিক আছে

উদাহরণ-৩। একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে 30 মিটার অন্তর অন্তর নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো নেয়া হয়েছে এবং পঞ্চম ও অষ্টম স্টাফ পাঠ নেয়ার পর যন্ত্রের অবস্থান পরিবর্তন করা হয়েছে। সমাপ্তি পাঠটি একটি স্থায়ী বেঞ্চ মার্কের উপর নেয়া হয় যার আর.এল. 25.00। পরবর্তীতে ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে প্রারম্ভিক বিন্দুর আর.এল. 24.700 পাওয়া গেল। লেভেলিং কালে এক্ষেত্রে মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ কত? যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.550, 1.050, 0.950, 0.450, 0.850, 0.750, 1.000, 1.250, 2.050, 1.250, 0.450, 0.650, 0.420, 0.900।

সমাধান

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
	0.550			25.200	24.650	0	প্রারম্ভ বিন্দু
		1.050			24.150	30	
		0.950			24.250	60	
		0.450			24.75	90	
	0.750		0.850	25.100	24.350	120	পরিবর্তন বিন্দু
		1.000			24.100	150	
	2.050		1.250	25.900	23.850	180	পরিবর্তন বিন্দু
		1.250			24.650	210	
		0.450			25.450	240	
		0.650			25.25	270	
		0.420			25.48	300	
			0.900		25.000	330	(B.M) RL=25.00
নিরীক্ষা	3.350 3.000 0.35		3.000		25.000 24.650 0.35		ঠিক আছে

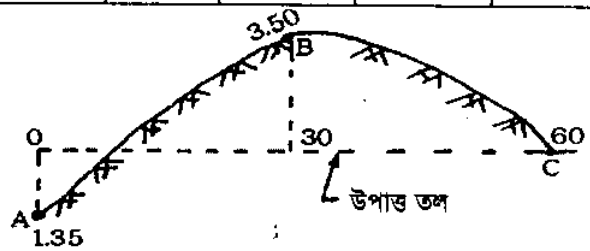
মিলন ভ্রান্তি = 24.700 – 24.650 = + 0.050 মিটার

অর্থাৎ পূর্বনির্ণীত আর,এল 0.05 মিটার অধিক।

উদাহরণ-৪ । A ও C এর মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব 60 মিটার। B বিন্দু AC এর মধ্যবিন্দু এবং A, B ও C তে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.850, – 2.000 ও 1.500। C বিন্দু উপাত্ত তলে অবস্থিত। স্টাফ পাঠগুলো লেভেল বইতে লিপিবদ্ধ করে বিন্দুত্রয়ের আর.এল. নির্ণয় কর এবং প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করে এগুলোর অবস্থান দেখাও।

সমাধান ঃ

স্টাফ স্টেশন	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
A	2.850			1.500	–1.350	0	উপাত্ত তলের নিচে A
B		–2.000			3.500	30	উপাত্ত তলের উপরে B
C			1.500		0.000	60	উপাত্ত তলে C বিন্দু



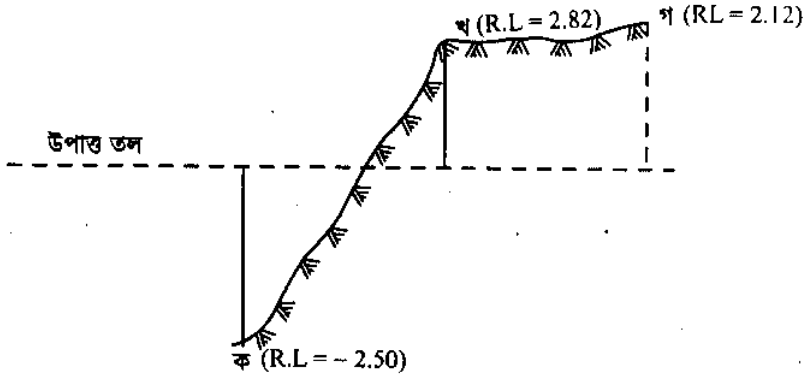
চিত্র ঃ ৭.৬

উদাহরণ-৫ । উপাত্ততলের 2.50 মিটার নিচে অবস্থিত 'ক' বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.62 ও – 2.70 মিটার পাওয়া গেল। যন্ত্র সরিয়ে 'গ' বিন্দুতে বসিয়ে খ ও ঘ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.72 ও 1.42 মিটার পাওয়া গেলে সকল পাঠ লেভেল বইতে লিখে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষাসহ সকল বিন্দু আর.এল নির্ণয় কর এবং ছবিতে বিন্দু তিনটির অবস্থান দেখাও।

[বাকাশিবো- ২০০৪]

সমাধান ঃ যেহেতু 'ক' বিন্দু উপাত্ত তলের 2.50 মিটার নিচে, তাই 'ক' বিন্দুর আর.এল = – 2.50

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			
ক	1.62			–0.88	–2.50	উপাত্ত তলের নিচে 'ক'
গ	1.72		–2.70	3.54	2.82	উপাত্ত তলের উপরে 'খ'
			1.42		2.12	উপাত্ত তলের উপরে 'ঘ'
নিরীক্ষা	3.34		–1.28			
		3.34			2.12	
		–1.28			–2.50	ঠিক আছে
		4.62			4.62	



চিত্র ঃ ৭.৭

উদাহরণ-৬। একটি প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখায় এবং উভয় পাশের ভূমিরূপ জানার জন্য কেন্দ্রীয় রেখায় 20 মিটার অন্তর অন্তর এবং 60 মিটারে কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়ি উভয় পাশে 5 মিটার অন্তর অন্তর স্টাফ ধরে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। লেভেল বইতে স্টাফ পাঠগুলো লিপিবদ্ধ কর এবং বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর। প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাতে হবে এবং উঁচু-নিচু পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে।

দূরত্ব-স্টাফ পাঠ	দূরত্ব-স্টাফ পাঠ
0 – 1.250	5R – 0.970
20 – 0.940	10R – 0.430
40 – 0.530	15R – 1.400
60 – 1.410	20R – 1.430
60 – 2.040	80 – 0.420
5L – 0.940	100 – 1.500 (B.M)R.L = 20.130
10L – 1.240	
15L – 0.930	
20L – 1.630	

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
১ম	1.250					19.750	0	
		0.940		0.31		20.060	20	
		0.530		0.41		20.470	40	
২য়	2.040		1.410		0.880	19.590	60	
		0.940		1.100		20.690	5L	
		1.240			0.300	20.390	10L	
		0.930		0.310		20.700	15L	
		1.630			0.700	20.000	20L	
		0.970		0.660		20.660	5R	
		0.430		0.540		21.200	10R	
		1.400			0.970	20.230	15R	
		1.430			0.030	20.020	20R	
		0.420		1.010		21.210	80	
			1.500		1.080	20.130	100	BM (R.L=20.130)
নিরীক্ষা	3.29 2.91 +0.38		2.91	4.34 3.96 +0.38	3.96	20.130 19.750 +0.38		ঠিক আছে

উদাহরণ-৭। পূর্ববর্তী দিনের লেভেলিং কাজের বিশুদ্ধতা যাচাই করে A বেঞ্চ মার্ক (আর.এল. 20.00) হতে B বেঞ্চ মার্ক এর (আর.এল. 19.570) দিকে নিরীক্ষায়ন লেভেলিং করে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। পূর্ববর্তী দিনের লেভেলিং কার্য সঠিকভাবে সম্পাদিত হয়েছে কি? যদি না হয়ে থাকে তবে উক্ত লেভেলিং কাজে মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ কত?

স্টাফ পাঠ ঃ

পশ্চাৎ পাঠ ঃ 1.200 (A), 0.400, 1.750.

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 0.730, 0.600, 2.430 (B).

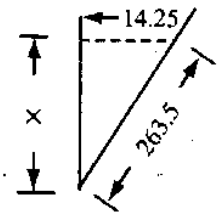
সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			
১ম	1.200			21.200	20.000	(A) RL = 20.00
২য়	0.400		0.730	20.870	20.470	
৩য়	1.750		0.600	22.020	20.270	
			2.430		19.590	(B)
নিরীক্ষা	3.350 3.760 —0.41		3.760		19.590 20.000 —0.41	ঠিক আছে

পূর্বদিনের কাজে B এর আর.এল. 19.570 কিন্তু নিরীক্ষা কালে B এর আর.এল 19.590, অতএব পূর্বদিনের লেভেলিং কার্য সঠিকভাবে সম্পাদিত হয়নি। এখানে মিলন ভ্রান্তি = 19.570 – 19.590 = – 0.020 মিটার। অর্থাৎ পূর্বনির্ণীত আর.এল 0.020 মিটার কম।

উদাহরণ-৮। অসতর্কভাবে স্টাফ ধরে পাঠ গ্রহণ করার ফলে কোন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল 2.635 মি. এবং দেখা গেল যে, স্টাফের উক্ত পাঠটি স্টাফের স্টেশনগামী ওলন রেখা হতে 14.25 সে.মি. দূরে আছে। প্রকৃত স্টাফ পাঠ কত হবে?

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৭.৮

ধরে নিই প্রকৃত স্টাফ পাঠ = x

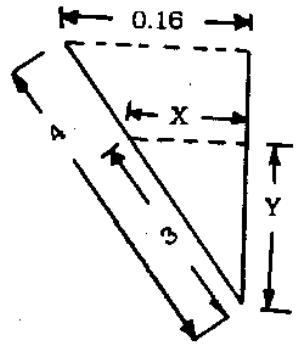
$x^2 = (263.5)^2 - (14.25)^2$

x = 263.114 সেমি.

x = 2.6311 মিটার

উদাহরণ-৯। একটি 4 মিটার স্টাফের উর্ধ্ব প্রান্ত স্টাফ স্টেশনগামী ওলন রেখা হতে 16 সেমি দূরে অবস্থান করে। এ অবস্থায় গৃহীত স্টাফ পাঠ 3 মিটার হলে প্রকৃত স্টাফ কত হবে?

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৭.৯

প্রশ্নানুসারে অঙ্কিত চিত্র হতে-

$$\frac{0.16}{4} = \frac{x}{3}$$

বা, $x = \frac{0.16 \times 3}{4} = 0.12m.$

প্রকৃত স্টাফ পাঠ y হলে–

$y^2 = 3^2 - (0.12)^2$

$\therefore y = 2.998m.$

উদাহরণ-১০। 50.325 আর.এল বিশিষ্ট A বেঞ্চ মার্ক হতে 52.435 আর.এল. বিশিষ্ট B বেঞ্চ মার্ক পর্যন্ত প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি ও অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি যথাক্রমে 3.645 ও 1.655 হলে মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ আমরা জানি,

শেষ আর.এল – প্রথম আর.এল = পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি – অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি

B বেঞ্চ মার্কের আর.এল. = A বেঞ্চ মার্কের আর.এল + $\sum$ পশ্চাৎ পাঠ – $\sum$ অগ্রবর্তী পাঠ

$= 50.325 + 3.645 - 1.655$

$= 52.315$

বেঞ্চ মার্ক B এর আর.এল = 52.435 (পূর্বনির্ণীত)

অতএব মিলন ভ্রান্তি $= 52.435 - 52.315$

$= 0.120$ মিটার

অর্থাৎ পূর্বনির্ণীত আর.এল 0.12 মিটার অধিক।

উদাহরণ-১১। নিম্নের তথ্যাদি হতে কক্ষের উচ্চতা নির্ণয় কর ঃ

মেঝের আর.এল. 25.000, স্টাফ স্বাভাবিক অবস্থায় মেঝেতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 1.705 এবং ছাদের তলায় স্টাফ উল্টা অবস্থায় ধরে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 3.945 ।

সমাধান ঃ

যন্ত্রের উচ্চতা $= 25.00 + 1.705 = 26.705$ m

ছাদের তলার আর.এল. $= 26.705 - (-3.945) = 26.705 + 3.945 = 30.650$

অতএব কক্ষের উচ্চতা $= 30.650 - 25.000 = 5.650m.$

উদাহরণ-১২। একটি গাড়ি বারান্দার ছাদের তলদেশের এলিভেশন নির্ণয় করতে মেয়ে নিম্নোক্ত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। পাঠগুলো 20 মিটার পর পর নেয়া হয়েছে। বারান্দার ছাদের তলদেশের আর.এল সহ বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.950, 0.875, 1.345 (R.L. = 30.00), – 3.050 ।

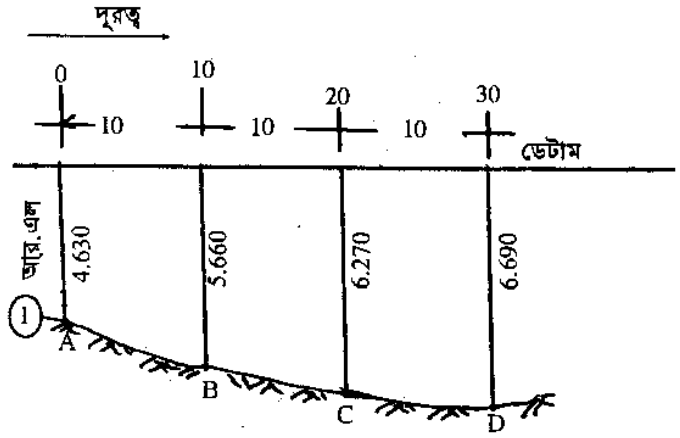
সমাধান ঃ

যোজন	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	0.950			31.345	30.395	0	
		0.875			30.470	20	
		1.345			30.000	40	B.M. (R.L=30.00)
			—3.050		34.395	60	ছাদের তলা

উদাহরণ-১৩। কোন যোজনায় লেভেল যন্ত্রের উচ্চতা (H.I) = – 6.705 এবং 10 মিটার পর পর A, B, C, D বিন্দুর উপর প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে – 2.075, –1.045, – 0.435 ও – 0.015 একটি লেভেল বইতে পাঠগুলো লিপিবদ্ধ করে বিন্দুগুলোর আর.এল নির্ণয় করে প্রস্থচ্ছেদ আঁক এবং প্রয়োজনীয় গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	–2.075			–6.705	–4.630	0	A
		–1.045			–5.660	10	B
		–0.435			–6.270	20	C
			—.015		–6.690	30	D
নিরীক্ষা	–2.075 –0.015 –2.060		–.015		–6.690 –4.630 –2.060		ঠিক আছে



প্রস্থচ্ছেদ

উদাহরণ-১৪। একটি আয়তাকার বীমের গভীরতা ও কক্ষের উচ্চতা নির্ণয় করার জন্য একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশে ও বীমের তলদেশে যথাক্রমে 0.945,–3.040,–2.540 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বীমটির গভীরতা ও কক্ষের উচ্চতা কত? লেভেল বইতে স্টাফ পাঠ লিপিবদ্ধ করতে হবে এবং বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. দেখাতে হবে। (মেঝের আর.এল. 10.00)। [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

সমাধান:

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল.	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী			
১ম	0.945			10.945	10.000	মেঝে
		–3.040			13.985	ছাদের তলদেশ
			–2.540		13.485	বীমের তলদেশ

কক্ষের উচ্চতা = 13.985 – 10.000 = 3.985m

বীমের গভীরতা = 13.985 – 13.485 = 0.500 = 50cm.

উদাহরণ-১৫। একটি লেভেলিং কাজে প্রথম ও শেষ বেঞ্চমার্কের আর.এল যথাক্রমে 7.8789 ও 8.045। ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে পাওয়া পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী রিডিংসমূহের বীজগাণিতিক যোগফল যথাক্রমে 7.355 এবং 7.086 পাওয়া গেলে মিলন ভ্রান্তিক পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান:

আমরা জানি,

শেষ আর.এল – প্রথম আর.এল = পশ্চাৎ পাঠসমূহের সমষ্টির – অগ্রবর্তী পাঠসমূহের সমষ্টি

অতএব, শেষ আর.এল = প্রথম আর.এল + Σ পশ্চাৎ পাঠ – Σ অগ্রবর্তী পাঠ

= 7.8789 + 7.355 – 7.086

= 8.1479 মিটার

পূর্বে নির্ণীত বা প্রদত্ত শেষ আর.এল = 8.045 মিটার।

অতএব, মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ = 8.045 – 8.1479 = – 0.1029 মিটার।

অর্থাৎ পূর্ব নির্ণীত আর.এল 0.1029 মিটার কম।

উদাহরণ-১৬। বেঞ্চ মার্ক A (RL = 38.020) ও বেঞ্চ মার্ক B (RL = 40.325) উভয়ই স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক। বেঞ্চ মার্ক B হতে বেঞ্চ মার্ক A পর্যন্ত লেভেলিং কাজের লেভেল বই হতে সকল উঁচুর সমষ্টি এবং সকল নিচুর সমষ্টি যথাক্রমে 6.875 ও 10.123 পাওয়া গেল। মিলন ভ্রান্তি নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি, শেষ আর.এল – প্রথম আর.এল = সকল উঁচুর সমষ্টি – সকল নিচুর সমষ্টি

প্রশ্নানুসারে

'A' এর আর.এল – 'B' এর আর.এল = 6.875 – 10.123

বা, A এর আর.এল = 40.325 + 6.875 – 10.123

= 37.077 মিটার

মিলন ভ্রান্তি = 38.020 – 37.077 = 0.943 মিটার

অর্থাৎ স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক এর আর.এল 0.943 মিটার বেশি।

উদাহরণ-১৭। A অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক (R.L = 39.424) হতে প্রোফাইল লেভেলিং এর কাজ করে দিনের শেষে B স্থায়ী বেঞ্চ মার্কে (RL = 40.00) কাজ শেষ করা হল। পরের দিন নিরীক্ষা লেভেলিং এ নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। স্টাফ পাঠসমূহ ঃ 2.70 (B), (2.23, 1.90), (2.10, 2.25), 3.43(A), পূর্বের দিনের লেভেলিং এর কাজ সঠিক না। যদি না হয়ে থাকে তবে পূর্বের দিনের প্রারম্ভ বিন্দু আর.এল কত এবং মিলন ভ্রান্তি কত?

সমাধান ঃ

যোজনা	পশ্চাৎ পাঠ	মধ্যবর্তী পাঠ	অগ্রবর্তী পাঠ	যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	মন্তব্য
১ম	2.70			42.70	40.00	B (RL=40.00)
২য়	1.90		2.23	42.37.	40.47	
৩য়	2.25		2.10	42.52	40.27	
			3.43		39.09	A
নিরীক্ষা	6.85	6.85 7.76 – 0.91	7.76		39.09 40.00 – 0.91	ঠিক আছে

A বেঞ্চ মার্কের পূর্ব নির্ণীত আর.এল 39.429 এবং যাচাইকৃত আর.এল 39.09

অতএব, পূর্ব দিনের লেভেলিং কাজ সঠিক ছিল না।

নির্ণেয় মিলন ভ্রান্তি = 39.424 – 39.09 = 0.334 মিটার।

মিলন ভ্রান্তি অর্থাৎ পূর্বনির্ণীত আর.এল 0.334 মিটার বেশি।

উদাহরণ-১৮। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০৫ মিটার এবং ১.৫০৫ মিটার। ক বিন্দুর আর.এল ৫৪.০০ হলে খ বিন্দুর আর.এল কত? [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান ঃ

নির্দিষ্ট যোজনায় যন্ত্রের উচ্চতা = নির্দিষ্ট বিন্দুর (ক) আর.এল + স্টাফ পাঠ (ঐ বিন্দুর)

= 54.00 + 1.605 = 55.605 মিটার

নির্ণেয় খ বিন্দুর আর.এল = 55.605 – 1.505 = 54.10 মিটার।

উদাহরণ-১৯। 70 মিটার দূরবর্তী দুইটি বিন্দু ক ও খ এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.75m ও 1.85m। 'খ' বিন্দুর R.L. 25m হলে ক বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান ঃ

এক্ষেত্রে যন্ত্রের উচ্চতা = 25 + 1.85 = 26.85m

ক বিন্দুর RL = 26.85 – 0.75 = 26.10m

উদাহরণ-২০। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.575m ও – 0.575m পাওয়া গেল। খ বিন্দুর আর.এল 25m হলে ক বিন্দুর RL কত? [বাকাশিবো-২০০২]

সমাধান ঃ এখানে যন্ত্রের উচ্চতা = 25 + (– 0.575) = 24.425 মিটার।

ক বিন্দুর RL = 24.425 – 0.575 = 23.85 মিটার

উদাহরণ-২১। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.605 মিটার এবং (–) 1.505 মিটার। খ বিন্দুর আর.এল 24 মিটার হলে 'ক' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান ঃ

এখানে যন্ত্রের উচ্চতা = 24.00 + (– 1.505) = 22.495 মিটার।

নির্ণেয় 'ক' বিন্দুর আর.এল = 22.495 – 1.605 = 20.89 মিটার।

উদাহরণ-২২। ৫০ মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু 'ক' ও 'খ' এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ১.৭৫ মি. ও ২.৫০ মি.। 'ক' এর RL ১৫০ মি. হলে 'খ' এর R.L নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

সমাধান ঃ

এখানে যন্ত্রের উচ্চতা = 150 + 1.75 = 151.75 মিটার

নির্ণেয় খ বিন্দুর আর.এল = 151.75 – 2.50 = 149.25 মিটার

বিকল্প পদ্ধতি ঃ যেহেতু প্রশ্নানুসারে খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ অধিক তাই খ বিন্দু ক বিন্দুতে 2.50 – 1.75 = 0.75 নিচু।

নির্ণেয় খ বিন্দুর আর.এল = 150 – 0.75 = 149.25 মিটার।

উদাহরণ-২৩। একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশ এবং বীমের তলদেশের স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.20, – 2.60, – 2.10 পাওয়া গেল। বীমের গভীরতা এবং কক্ষের উচ্চতা বের কর। [বাকাশিবো-২০১২, ২০১৩]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.20			11.20	10.00		মেঝে, ধরি R.L = 10.00
		– 2.60			13.80		ছাদের তলদেশ, উল্টা স্টাফ
			– 2.10		13.30		বীমের তলদেশ, উল্টা স্টাফ

নির্ণেয় বীমের গভীরতা = 13.80 – 13.30 = 0.50 মিটার

নির্ণেয় কক্ষের উচ্চতা = 13.80 – 10.00 = 3.80 মিটার

উদাহরণ-২৪। 'ক' ও 'গ' বিন্দুর লেভেলিং স্টাফ-রিডিং যথাক্রমে ৫.৮২ মিটার ও ৬.৪৭ মিটার এবং 'ক' ও 'খ' বিন্দুর আর.এল যথাক্রমে ১০০ মিটার ও ৯৮.১৮ মিটার। 'গ' বিন্দুর আর.এল এবং 'খ' বিন্দুর স্টাফ-রিডিং বের কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান ঃ

যন্ত্রের উচ্চতা = ক বিন্দুর আর.এল + ক বিন্দুতে স্টাফ পাঠ

= 100.00 + 5.82 = 105.82 মিটার

নির্ণেয় 'গ' বিন্দুর আর.এল = যন্ত্রের উচ্চতা – গ বিন্দুর স্টাফ পাঠ

= 105.82 – 6.47 = 99.35 মিটার

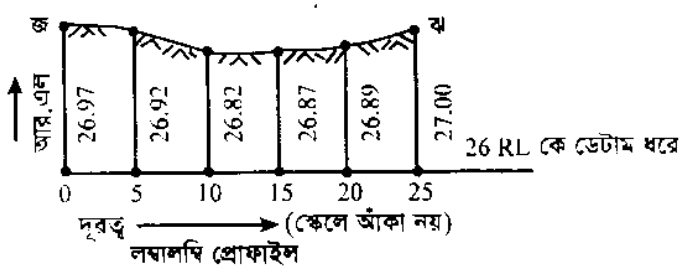
নির্ণেয় খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ = যন্ত্রের উচ্চতা – খ বিন্দুর আর.এল

= 105.82 – 98.18 = 7.64 মিটার

উদাহরণ-২৫। একটি মহাসড়কে 'জ' হতে 'ঝ' বিন্দু পর্যন্ত ৫ মিটার পর পর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০, ১.৬৫, ১.৭৫, ১.৭০, ১.৬৮, ১.৫৭। 'ঝ' বিন্দুর আর.এল ২৭ মিটার হলে, অন্য সব বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করে মহাসড়কটির একটি লম্বালম্বি প্রোফাইল অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী					
	1.60					26.97	0	'জ'
		1.65			0.05	26.92	5	
		1.75			0.10	26.82	10	
		1.70		0.05		26.87	15	
		1.68		0.02		26.89	20	
			1.57	0.11		27.00	25	ঝ, R.L = 27.00



লম্বালম্বি প্রোফাইল

উদাহরণ-২৬। 'গ' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে ৫ মিটার পর পর 'ক' বিন্দু থেকে 'খ' বিন্দুতে স্টাফ-পাঠগুলো যথাক্রমে ১.৭০৫, ২.২০৭, ৪.৫০৭, (১.৬০৭), ১.২০৫ এবং ২.০১৫ মিটার পাওয়া গেল। যদি 'ক' বিন্দুর আর.এল তোমার বোর্ড রোলের শেষ তিন অঙ্কের সেন্টিমিটার সমান হয়, তাহলে কলিমেশন পদ্ধতিতে লেভেল বই প্রস্তুত করে 'কখ' বিন্দুর উন্নম্ব ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান ঃ এক্ষেত্রে ধরে নেয়া হল বোর্ড রোলের শেষ তিন অঙ্ক 9.00 সেন্টিমিটার = 9 মিটার

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
	1.705			10.705	9.00	0	ক, RL = 9.00
		2.207			8.498	5	
গ		4.507			6.198	10	
		1.607			9.098	15	
		1.205			9.500	20	
			2.015		8.690	25	খ

ক হতে খ বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব = 25 মিটার

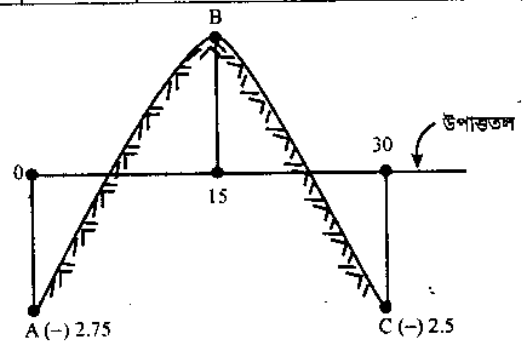
ক হতে খ বিন্দুর উন্নম্ব দূরত্ব = 8.690 – 9.00 = – 0.31 মিটার

(অর্থাৎ ক হতে খ 0.31 মিটার নিচে)

উদাহরণ-২৭। উপাত্ত তল হতে 1.50 নিচে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে একই উল্লম্ব তলে 15 মিটার ব্যবধানের তিনটি বিন্দু A, B ও C তে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.25, – 3.50 ও 1.00 পাওয়া গেল। বিন্দুত্রয়ের অবস্থান দেখিয়ে প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন কর।

সমাধান ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.25			– 1.50	– 2.75	0	A উপাত্ত তলের নিচে
		–3.50			2.00	15	B উপাত্ত তলের উপরে
			1.00		– 2.50	30	C উপাত্ত তলের নিচে



প্রস্থচ্ছেদ (স্কেল অনুযায়ী নয়)

৭.৫ বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্য (Purposes of reciprocal levelling) ঃ

দু'বিন্দুর মাঝে জলাশয়, স্রোতস্বিনী, খাল, নদী, জলাভূমি, কর্দমভূমি বা অনুরূপ কোন প্রতিবন্ধকের কারণে যখন ভারসাম্য দূরত্বে অগ্র ও পশ্চাৎ পাঠ নেয়ার জন্য লেভেল যন্ত্র স্থাপন করা যায় না, তখন লেভেলিং এর যে বিশেষ পদ্ধতিতে দু বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়, তাকে বিনিময়ক্রম লেভেলিং (Reciprocal levelling) বলা হয়।

বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্যগুলো নিম্নে দেয়া হলো ঃ

(ক) দু' বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা ;

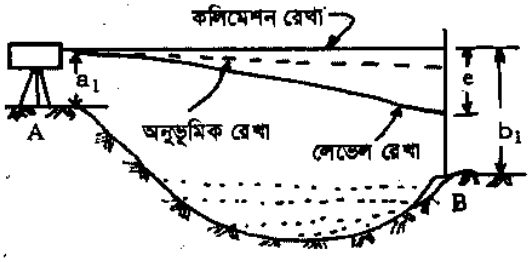
(খ) বক্রতা ও প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তি মুক্ত করা;

(গ) কলিমেশন ভ্রান্তি দূর করা (কলিমেশন রেখা বাবল অক্ষের সাথে সমান্তরাল না থাকাজনিত ভ্রান্তি দূর করা);

(ঘ) দু' বিন্দুর মাঝামাঝি যন্ত্র স্থাপনার অসুবিধা দূর করা।

৭.৬ বিনিময়ক্রম লেভেলিং করার প্রক্রিয়া (Procedure of reciprocal levelling) ঃ

ধরে নিই, A ও B নদীর দু' বিপরীত পাড়ের দু'টি বিন্দু। বিন্দুদ্বয়ের এলিভেশনের পার্থক্য নিরূপণ করতে হবে।

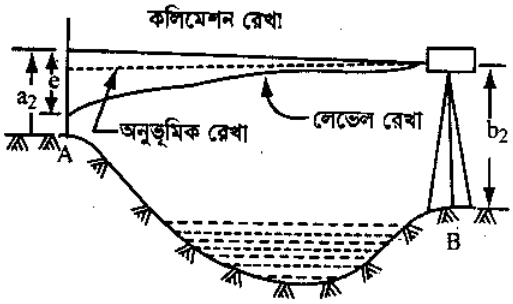


চিত্র ঃ ৭.১০

(ক) প্রথমে যন্ত্র A বিন্দুতে বা A বিন্দুর খুবই নিকটে বসাতে হবে এবং বাবলকে কেন্দ্রীয় অবস্থানে এনে অস্থায়ী সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হবে। মনে করি, স্টাফ পাঠদ্বয় যথাক্রমে a_1 ও b_1 ।

(যন্ত্র সংলগ্ন বিধায় A এর স্টাফ পাঠ অবজেক্ট গ্লাসের ভিতর দিয়ে পড়তে হবে।)

(খ) এরপর যন্ত্র B বিন্দুতে (অপর পাড়ে) বা B বিন্দুর খুবই নিকটে স্থাপন করে বাবলকে কেন্দ্রীয় অবস্থানে এনে অস্থায়ী সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ নিতে হবে (যন্ত্র সংলগ্ন বিধায় B বিন্দুর স্টাফ পাঠ অবজেক্ট গ্লাসের ভিতর দিয়ে পড়তে হবে)। মনে করি, পাঠদ্বয় যথাক্রমে a_2 ও b_2 (চিত্রঃ ৭.১১) ।



চিত্র ঃ ৭.১১

(গ) এখন ধরে নিই A ও B বিন্দুর প্রকৃত এলিভেশনের পার্থক্য d এবং বক্রতা প্রতিসরণ ও কলিমেশন ভ্রান্তির মোট পরিমাণ e ।

অতএব যন্ত্র A বিন্দুতে থাকা অবস্থায় B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ হবে b_1-e এবং যন্ত্র B বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ হবে a_2-e (যন্ত্র A তে থাকা অবস্থায় A বিন্দু স্টাফ পাঠ এবং যন্ত্র B তে থাকা অবস্থায় B বিন্দুর স্টাফ পাঠে কোনরূপ ভ্রান্তি থাকবে না)।

যন্ত্র A বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য,

(A হতে B নিচু হলে) $d = (b_1 - e) - a_1$

$= (b_1 - a_1) - e$ ..... (i)

যন্ত্র B বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য,

(A হতে B নিচু হলে) $d = b_2 - (a_2 - e)$

$= (b_2 - a_2) + e$ ..... (ii)

এখন সমীকরণ (i) ও (ii) যোগ করলে

$$2d = b_1 - a_1 + b_2 - a_2$$

$$\therefore d = \frac{b_1 - a_1 + b_2 - a_2}{2} \quad \text{..... (iii)}$$

আবার (i) হতে (ii) নং সমীকরণ বিয়োগ করলে

$$d = b_1 - a_1 - e$$
$$d = b_2 - a_2 + e$$
$$0 = b_1 - a_1 - b_2 + a_2 - 2e$$

বা, $2e = (b_1 - a_1) - (b_2 - a_2)$

বা, $e = \frac{(b_1 - a_1) - (b_2 - a_2)}{2}$ ..... (iv)

এ পদ্ধতিতে বক্রতাজনিত ভ্রান্তি সম্পূর্ণরূপে মুক্ত করা যায় কিন্তু সমসময়ে উভয় বিন্দু হতে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা যায় না এবং যন্ত্রের পরিবর্তনে সময় অতিক্রান্তের কারণে সামান্য প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তি থাকতে পারে। তবে সার্বিক দিকে একই বৈশিষ্ট্যের দু'টি যন্ত্র ব্যবহার করে একই সময়ে স্টাফ পাঠগুলো গ্রহণ করলে প্রতিসরণ ভ্রান্তিও সম্পূর্ণরূপে মুক্ত করা সম্ভব। অত্যধিক সূক্ষ্ম লেভেলিং এর ক্ষেত্রে এ ব্যবস্থা নেয়া হয়।

৭.৭ বিনিময়ক্রম লেভেলিং এ সমস্যা ও সমাধান (Solution of problem on reciprocal levelling) ঃ

উদাহরণ-১। নদীর বিপরীত দু' পাড়ে দু'টি বিন্দু A ও B । A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.980 ও 2.450 এবং B বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 2.485 ও 3.405 পাওয়া গেল। A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

যন্ত্র যখন A তে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য $= 2.450 - 1.980$

$= 0.47$ m. (B নিচু)

যন্ত্র যখন B তে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য $= 3.405 - 2.485$

$= 0.92$m. (B নিচু)

অতএব A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য $= \frac{0.47 + 0.92}{2}$

$= 0.695$ m.

উপরে প্রাপ্ত তথ্য হতে দেখা যায় যে B বিন্দু A বিন্দু হতে 0.695 m নিচু।

উদাহরণ-২। বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর মাধ্যমে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। প্রাপ্ত তথ্যাদি হতে (ক) B বিন্দুর সঠিক আর.এল (খ) বক্রতা ও প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তি (গ) কলিমেশন ভ্রান্তি (100 মিটারের জন্য এবং কৌণিক) নির্ণয় কর ঃ

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	A	B	
A	1.156	2.597	AB = 1200 মিটার
B	0.987	2.418	A এর আর.এল 625.555

সমাধান ঃ

(ক) যন্ত্র যখন A বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য $= 2.597 - 1.156 = 1.441$ m. (B নিচু)

যন্ত্র যখন B বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য $= 2.418 - 0.987 = 1.431$m. (B নিচু)

অতএব A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য $= \frac{1.441 + 1.431}{2}$

$= 1.436$m (B নিচু)

প্রশ্নে উদ্ধৃত তথ্যাদি হতে প্রতীয়মান হয় যে, A বিন্দু হতে B বিন্দু নিচে

$\therefore$ B বিন্দুর সঠিক আর.এল $= 625.555 - 1.436$

$= 624.119$m.

(খ) 1200 মিটার দূরত্বের জন্য বক্রতা ও প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি

$= 0.0673d^2$

$= 0.0673\left(\frac{1200}{1000}\right)^2 = 0.096$m.

(গ) A বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় A ও B এর উচ্চতার পার্থক্য =1.441m

A ও B বিন্দুর প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য = 1.436m.

অতএব মোট ভ্রান্তির পরিমাণ = 1.441 – 1.436

= + 0.005m.

মোট ভ্রান্তি e = বক্রতা ও প্রতিসরণ ভ্রান্তি + কলিমেশন ভ্রান্তি

= + 0.005

∴ কলিমেশন ভ্রান্তি = + 0.005 – 0.096

= – 0.091 m.

অতএব কলিমেশন রেখা নিম্নমুখী।

প্রতি 100 মিটারে কলিমেশন ভ্রান্তির পরিমাণ

$= -\frac{0.091 \times 100}{1200} = -0.0076$ মিটার

কলিমেশন রেখার কৌণিক ভ্রান্তি α হলে

$\tan\alpha = \frac{0.091}{1200}$ (অবনতি)

$\alpha = 0°0'15.64''$

✪ কলিমেশন ভ্রান্তি (–) ঋণাত্মক হলে নিম্নমুখী এবং (+) ধনাত্মক হলে উর্ধ্বমুখী।

উদাহরণ-৩। গোমতী নদীর দু' পাড়ে দু'টি বিন্দু A ও B। একই যন্ত্রের দ্বারা বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর মাধ্যমে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। তথ্যাদির উপর ভিত্তি করে (ক) B এর আর.এল. (খ) বক্রতা ও প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি এবং (গ) কলিমেশন ভ্রান্তি (100 মিটারের জন্য এবং কৌণিক) নির্ণয় কর।

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	A	B	
A	1.09	1.97	AB = 930 মিটার
B	0.86	1.19	A এর আর.এল. = 12.16 মিটার

সমাধান ঃ (ক) যন্ত্র যখন A বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.97 – 1.09

= 0.88m (B নিচু)

যন্ত্র যখন B বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.19 – 0.86 = 0.33m (B নিচু)

অতএব A ও B বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য $= \frac{0.88 + 0.33}{2}$

= 0.605 m.

প্রশ্নে উদ্ধৃত তথ্যাদি হতে প্রতীয়মান হয় যে, B বিন্দু A বিন্দু হতে নিচে।

∴ B বিন্দুর আর.এল = 12.16 – 0.605

= 11.555m.

(খ) 930 মিটার দূরত্বের জন্য বক্রতা ও প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি

$= 0.0673 \left(\frac{930}{1000}\right)^2$

= 0.0582m.

(গ) A বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 0.88m. কিন্তু A ও B বিন্দুর প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য = 0.605m.

অতএব মোট ভ্রান্তি, e = 0.88 – 0.605 = + 0.275

মোট ভ্রান্তি, e = বক্রতা প্রতিসরণ ভ্রান্তি + কলিমেশন ভ্রান্তি

বা, + 0.275 – 0.0582 = কলিমেশন ভ্রান্তি

বা, কলিমেশন ভ্রান্তি = + 0.2168

অতএব কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী।

প্রতি100 মিটারের জন্য কলিমেশন রেখার ভ্রান্তির পরিমাণ

$$= \frac{+0.2168}{930} \times 100 = 0.0233\text{m.}$$

কলিমেশন রেখার কৌণিক ভ্রান্তি α হলে

$$\tan\alpha = \frac{0.2168}{930}$$

$\alpha = 0°0'48.08''$ (উন্নতি)

উদাহরণ-৪। একটি পুকুরের দু' পাড়ে দু'টি বিন্দু A ও B। AB = 100 মিটার। A বিন্দুতে যন্ত্র স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.01 ও 2.01 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল এবং B বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে উক্ত বিন্দুদ্বয়ে যথাক্রমে 3.03 ও 2.03 পাওয়া গেল। যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি B বিন্দুর আর.এল. 25.053 হয় তবে A বিন্দুর আর.এল. কত হবে?

সমাধান ঃ যন্ত্র যখন A বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.01 – 2.01 = – 1.00 (A উঁচু)

যন্ত্র যখন B বিন্দুতে

A ও B বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 3.03 – 2.03 = + 1.00 (A নিচু)

যেহেতু A ও B এর উচ্চতার পার্থক্যদ্বয় পরস্পর সমান নয়, অতএব যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক নেই।

A ও B বিন্দুর প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য

$$= \frac{(-1.00) + (+1.00)}{2} = 0$$

অতএব A ও B বিন্দু একই এলিভেশনে অবস্থিত। সুতরাং A এর আর.এল. = B এর আর.এল. = 25.053

উদাহরণ-৫। যমুনা নদীর দুই পাড়ের দু'টি বিন্দু ক ও খ। একই যন্ত্রের সাহায্যে বিনিময়ক্রম সমতলমিতিতে নিচে লিখিত তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	ক এর উপর	খ এর উপর	
ক	2.090	2.970	ক ও খ এর মধ্যে দূরত্ব 900 মিটার
খ	0.867	1.195	ক এর আর.এল 45.00 মিটার

উপরের তথ্যাদির সাহায্যে নির্ণয় কর ঃ

(i) খ এর আর.এল

(ii) বক্রতা প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি

(iii) কলিমেশন ভ্রান্তি (100 মিটারের জন্য)। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৮]

সমাধান ঃ যন্ত্র যখন 'ক' বিন্দুতে–

ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 2.970 – 2.090 = 0.88 মিটার (ক উঁচু)

যন্ত্র যখন খ বিন্দুতে-

ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য = 1.195 – 0.867 = 0.328 মিটার (ক উঁচু)

ক ও খ বিন্দুর উচ্চতার প্রকৃত পার্থক্য = $\frac{0.88 + 0.328}{2}$ = 0.604 মিটার

(i) নির্ণেয় 'খ' বিন্দুর আর.এল = 45.00 – 0.604 = 44.396 মিটার

(ii) নির্ণেয় বক্রতা প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি = $0.0673 \times \left(\frac{900}{1000}\right)^2$ = 0.0545 মিটার

যন্ত্র 'ক' বিন্দুতে থাকা অবস্থায়

খ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 2.090 + 0.604 = 2.694 মিটার হওয়া উচিত।

প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ 2.970 > 2.694, তাই কলিমেশন রেখা উর্ধ্বমুখী।

(iii) নির্ণেয় কলিমেশন ভ্রান্তি ঃ

মোট ভ্রান্তি = কলিমেশন ভ্রান্তি + বক্রতা-প্রতিসরণ ভ্রান্তি

∴ কলিমেশন ভ্রান্তি = মোট ভ্রান্তি – বক্রতা প্রতিসরণ ভ্রান্তি

$= (2.970 - 2.694) - 0.0545$

$= 0.2215$ মিটার (ঊর্ধ্বমুখী)

∴ কলিমেশন ভ্রান্তি (100 মিটারের জন্য) $= \frac{0.2215}{900} \times 100 = 0.02461$ মিটার (প্রায়)

• [কলিমেশন রেখার ঢাল $= \frac{0.2215}{900} = \frac{\text{উল্লম্ব}}{\text{অনুভূমিক}} = 1:4063$ (প্রায়) ঊর্ধ্বমুখী

কলিমেশন ভ্রান্তি কৌণিক, $\tan\alpha = \frac{0.2215}{900}$

$\therefore \alpha = 0°0'50.76''$

বিকল্প নিয়ম ঃ

প্রশ্নানুসারে ক হতে খ নিচু

তাই খ$_1$ = 2.970 এবং খ$_2$ = 1.195

ক$_1 = \frac{2.090}{0.88}$ এবং ক$_2 = \frac{0.867}{0.328}$

ক ও খ এর এলিভেশনের পার্থক্য

$= \frac{(\text{খ}_1 - \text{ক}_1) + (\text{খ}_2 - \text{ক}_2)}{2}$

$= \frac{0.88 + 0.328}{2}$

$= 0.604$m

মোট ভ্রান্তি $= \frac{(\text{খ}_1 - \text{ক}_1) - (\text{খ}_2 - \text{ক}_2)}{2}$

$= \frac{0.88 + 0.328}{2}$

$= 0.276$m

• নির্ণেয় খ এর আর.এল $= 45.00 - 0.604$

$= 44.396$g.

• নির্ণেয় বক্রতা ও প্রতিসরণ সংযুক্তি ভ্রান্তি

$= 0.06729 \times \left(\frac{900}{1000}\right)^2 = 0.05545$m

• নির্ণেয় কলিমেশন ভ্রান্তি

= মোট ভ্রান্তি-সংযুক্তি ভ্রান্তি

$= 0.276 - 0.0545$

$= 0.2215$m.

100 মিটারের জন্য কলিমেশন ভ্রান্তি

$= \frac{0.2215}{900} \times 100 = 0.02461$m.

উত্তর ঃ খ এর আর.এল = 44.396m

সংযুক্ত ভ্রান্তি = 0.0545m

কলিমেশন (100 মিটারের জন্য) = 0.02461m.

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **লেভেলিংকে কী কী শাখায় ভাগ করা যায়?**

উত্তর ঃ লেভেলিংকে (ক) প্রত্যক্ষ লেভেলিং ও (খ) পরোক্ষ লেভেলিং এই দু' শাখায় ভাগ করা যায়।

২। **পরোক্ষ লেভেলিংগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ (ক) ব্যারোমেট্রিক লেভেলিং (খ) হিপসোমিতি লেভেলিং ও (গ) ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এ তিন প্রকারের লেভেলিং পরোক্ষ লেভেলিং এর আওতাভুক্ত।

৩। **ফ্লাই লেভেলিং কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ১১]

উত্তর ঃ কোন বেঞ্চ মার্ক হতে দূরবর্তী কোন ঈপ্সিত বিন্দুতে আর.এল. বহন করে নেয়ার জন্য দূরত্ব না মেপে স্পষ্ট দৃশ্যমান দূরত্বে প্রতি যোজনায় শুধুমাত্র 'পশ্চাৎ পাঠ' ও অগ্রবর্তী পাঠ নিয়ে যে লেভেলিং করা হয়, তা ফ্লাই লেভিলিং।

৪। **ফ্লাই লেভেলের বৈশিষ্ট্য কী?**

উত্তর ঃ এ পদ্ধতির লেভেলিং এ স্টেশনগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব মাপা হয় না এবং প্রতি যোজনায় শুধুমাত্র পশ্চাৎ পাঠ ও অগ্রবর্তী পাঠ নেয়া হয়।

৫। **নিরীক্ষায়ন লেভেলিং কেন করা হয়?**

উত্তর ঃ পূর্বে নির্ণীত বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. যাচাইকরণে নিরীক্ষায়ণ লেভেলিং করা হয়।

৬। **নিরীক্ষায়ন লেভেলিং এর বৈশিষ্ট্য কী?**

উত্তর ঃ নিরীক্ষায়ন লেভিলিং সমাপ্তি বিন্দু হতে দূরত্বের পরিমাপ না নিয়ে পশ্চাৎ পাঠ ও অগ্রবর্তী পাঠ গ্রহণ করে প্রারম্ভ বিন্দুর দিকে লেভেলিং করা হয়।

৭। **প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং কেন করা হয়?**

উত্তর ঃ লম্বালম্বি কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশের ভূমিরূপ (ভূপৃষ্ঠের প্রকৃতি) জানার জন্য লম্বালম্বি কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়ি প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং করা হয়।

৮। **প্রিসাইজ লেভেলিং কখন করা হয়?**

উত্তর ঃ যে সকল ক্ষেত্রে লেভেলিং অধিক নিখুঁতভাবে করা দরকার, যেমন– বেঞ্চ মার্ক স্থাপন, ঐ সকল ক্ষেত্রে প্রিসাইজ লেভেলিং করা হয়।

৯। **বিনিময়ক্রম লেভেলিং কখন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ যখন দু'বিন্দুর উচ্চতা বা গভীরতা নির্ণয়ের জন্য এদের মাঝে লেভেল যন্ত্র বসানো যায় না, (যেমন– নদীর দু'পাড়, জলাভূমি, কর্দম এলাকা ইত্যাদি) তখন বিনিময়ক্রম লেভেলিং করা হয়।

১০। **প্রিসাইজ লেভেলিং এ অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ কত?**

উত্তর ঃ প্রিসাইজ লেভেলিং এ অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ $\pm 4\sqrt{k}$ মিলিমিটার। (এখানে k কিলোমিটারে)

১১। **ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কোথায় করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০১, ০৫, ০৬, ০৮, ১৩]

উত্তর ঃ যে সকল ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষ লেভেলিং সম্ভব নয় যেমন– মিনার বা টাওয়ারের চূড়া ইত্যাদি এলিভেশন জানা, ঐ সকল ক্ষেত্রে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং করা হয়।

১২। লেভেলিং এ **মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪ (আ), ০৯, ১২, ১১, ১২]
অথবা, মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ কোন বিন্দুর পূর্বে নির্ণীত আর.এল (R.L) ও নিরীক্ষায়নে প্রাপ্ত আর.এল (R.L) এর পার্থক্যকে লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি (Closing error) বলা হয়।

১৩। **যন্ত্রের একই যোজনা A ও B স্টেশনে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.00 ও –1.00। A স্টেশন ডেটামে B এর আর.এল কত?**

উত্তর ঃ + 1.00

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লেভেলিং এর প্রকারভেদ উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.১ দ্রষ্টব্য।

২। **প্রোফাইল লেভেলিং বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ হিপসোমিতি লেভেলিং এ এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৫। **বিনিময়ক্রম লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৬। **কোন মূলনীতির উপর হিপসোমিতি লেভেলিং প্রতিষ্ঠিত?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৭। **বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্যগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১৩, ১৪]
অথবা, বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ দ্রষ্টব্য।

▸▸ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বিভিন্ন ধরনের প্রত্যক্ষ লেভেলিং এর পরিচিতিমূলক বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন ধরনের পরোক্ষ লেভেলিং এর পরিচিতিমূলক বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **চিত্রসহ ফ্লাই লেভেলিং এর কাজের ধারা আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০১, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। **প্রোফাইল লেভেলিং কাজের ধারা চিত্রসহ উপস্থাপন কর।** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। **বিনিময়ক্রম লেভেলিং প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪ (আ), ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৬ দ্রষ্টব্য।

৬। **ফ্লাই লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? এটি কখন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১১, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ দ্রষ্টব্য।

▸▸ গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। A হতে B বিন্দুর দূরত্ব 250 মিটার। A (RL.40) হতে B পর্যন্ত লেভেলিং করাকালে নিম্নের পাঠগুলো পাওয়া গেল। B বিন্দু হতে 25 মিটার পর পর 1:100 উর্ধ্বমুখী ঢালে চারটি খুঁটি বসাতে হবে। খুঁটি চারটির স্টাফ পাঠ ও বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। সর্বাধিক নিরীক্ষা দেখাতে হবে।

স্টাফ পাঠ ঃ পশ্চাৎ পাঠ ঃ 1,20, 1.50, 1.00

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 0.80, 1.20

২। AB = 50 মিটার, AC = CB = 25 মিটার। যন্ত্রের এক যোজনায় A, B ও C স্টেশনে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.00, – 1.00, 0.00। C বিন্দু ঠিক ডেটামে। বিন্দুত্রয়ের আর.এল নির্ণয় কর এবং ছেদিত দৃশ্যে A, B ও C বিন্দুর অবস্থান দেখাও।

৩। A (BM, RL = 40.00) বেঞ্চ মার্ক হতে B (BM, RL = 38.00) পর্যন্ত নিরীক্ষায়ন লেভেলিং করাকালে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি আছে কি? থাকলে এর পরিমাণ কত?

পশ্চাৎ পাঠ ঃ 1.50 (A), 2.00, 2.10

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 1,90, 3.50, 2.20 (B)

৪। A (BM, RL = 20.25) বেঞ্চ মার্ক হতে B (BM, RL = 22.60) বেঞ্চ মার্ক পর্যন্ত পশ্চাৎ পাঠের সমষ্টি এবং অগ্রবর্তী পাঠের সমষ্টি 10.00 এবং 12.00। মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ কত? [উত্তর ঃ + .35]

৫। অসতর্কভাবে ধরা 5 মিটার দৈর্ঘ্যের একটি স্টাফের শীর্ষ স্টেশনগামী উল্লম্ব রেখা হতে 40 সেমি দূরে অবস্থান করে। এ অবস্থায় স্টাফ পাঠ 1.50 পাওয়া গেলে প্রকৃত স্টাফ পাঠ কত হবে? [উত্তর ঃ 1.495]

৬। কক্ষের উচ্চতা নির্ণয়ের জন্য যন্ত্রের এক যোজনায় মেঝে ও ছাদের তলায় যথাক্রমে 1.50 মি (স্টাফ স্বাভাবিক), 2.25 মিটার (স্টাফ উল্টা) স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। কক্ষের উচ্চতা কত? [উত্তর ঃ 3.75 মিটার]

৭। যন্ত্রের এক যোজনায় নিম্নোক্ত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। স্টাফ পাঠগুলো একটি লেভেল বইয়ে বসিয়ে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর এবং (ক) প্লিন্থের উচ্চতা, (খ) বীমের গভীরতা, (গ) গাড়ি বারান্দার উচ্চতা নির্ণয় কর।

স্টাফ পাঠ ঃ 2.50 (BM, RL = 10.00), 2.45 (উঠানের ভূমিতল), 1.25 (প্লিন্থ লেভেল), 2.00 (বীমের তলা, উল্টা স্টাফ), 2.30 (গাড়ি বারান্দার ছাদের তলা, উল্টা স্টাফ)। [উত্তর ঃ (ক) 1.20 (খ) 0.30 (গ) 3.55]

৮। কোন ইমারতের কার্নিশের আর.এল নির্ণয় করাকালে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। তথ্যগুলো লেভেল বইতে বসিয়ে কার্নিশের আর.এল নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ

অস্থায়ী বেঞ্চ মার্কের (RL=60.120) উপর প্রাপ্ত উল্টো স্টাফ পাঠ	2.332
ভূমিতে A বিন্দুর উপর স্টাফ পাঠ-	1.034
যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তন -	
A বিন্দুর উপর স্টাফ পাঠ-	1.328
কার্নিশের তলায় উল্টো স্টাফ পাঠ-	4.124

[উত্তর ঃ 62.206]

৯। বেঞ্চ মার্ক (A) হতে বেঞ্চ মার্ক (B) পর্যন্ত লেভেলিং করে পশ্চাৎ পাঠ ও অগ্রবর্তী পাঠগুলোর সমষ্টি যথাক্রমে 3.194 ও 1.408 পাওয়া গেল মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। (A= 107.854, B= 109.652) [উত্তর ঃ 0.012]

১০। ঠিক ডেটামের উপুর অবস্থিত B বিন্দু এবং A,B, C বিন্দু একই উল্লম্বতলে অবস্থিত। যন্ত্রের এক যোজনায় A, B, C, বিন্দুতে যথাক্রমে 3.00,00.00, – 3.00 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দুগুলো 15 মিটার অন্তর অন্তর অবস্থান করলে একটি লেভেল বইয়ের পৃষ্ঠায় স্টাফ পাঠগুলো বসিয়ে বিন্দুত্রয়ের আর.এল. নির্ণয় কর, প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও এবং প্রস্থচ্ছেদ অংকন করে বিন্দুত্রয়ের অবস্থান দেখাও।

১১। A বেঞ্চ মার্কের উপর ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A হতে দুরবিনের অভিনেত্রের কেন্দ্রের উচ্চতা 1.246m এবং B বেঞ্চ মার্কের স্টাফে 0.892 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। পুনরায় উক্ত লেভেল যন্ত্রটি B বেঞ্চ মার্কের উপর বসিয়ে B হতে দুরবিনের অভিনেত্রের কেন্দ্রের উচ্চতা 1.362 এবং A বেঞ্চ মার্কের স্টাফে 1.720 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যদি A এর আর.এল 100.00 হয় তবে B এর আর.এল. কত হবে। [উত্তর ঃ 100.356]

১২। বিনিময়ক্রম লেভিলিং এ নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল– (ক) P ও Q বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য (খ) P বিন্দুর আর.এল (গ) কলিমেশন ভ্রান্তির হার নির্ণয় কর।

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	P	Q	
P	1.460	2.780	P ও Q এর দূরত্ব = 1200m
Q	0.430	1.700	Q এর আর.এল. =100.00

[উত্তর ঃ (ক) 1.295, (খ) 101.295, (গ) – 0.006%]

অধ্যায়-৮

লেভেল সেকশন অঙ্কন
(Plotting Level Section)

৮.১ লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল (Longitudinal profile and cross profile) ঃ

কোন প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ, খাল, পয়ঃপ্রণালি ইত্যাদির কেন্দ্রীয় রেখা বা নির্ধারিত রেখা বরাবর ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ, বন্ধুরতা বা উঁচু-নিচু জানার জন্য যে লম্বালম্বি ছেদন দৃশ্য দেখানো হয় তা লম্বালম্বি প্রোফাইল। এ প্রোফাইল অংকনের তথ্যাদি জানার জন্য প্রোফাইল লেভেলিং করা হয় এবং প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে লম্বালম্বি প্রোফাইল অংকন করা হয়।

অনুরূপভাবে কোন প্রস্তাবিত সড়ক, জনপথ, রেলপথ, খাল, পয়ঃপ্রণালি ইত্যাদির দৈর্ঘ্যমুখী কেন্দ্রীয়রেখার উভয় পাশের ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ, বন্ধুরতা বা উঁচু-নিচু জানার জন্য কেন্দ্রীয় রেখার নির্ধারিত দূর (সাধারণত 30 মিটার) পর পর এর যে আড়াআড়ি ছেদন দৃশ্য দেখানো হয়, তা আড়াআড়ি প্রোফাইল। প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং এর মাধ্যমে আড়াআড়ি প্রোফাইলের তথ্যাদি সংগ্রহ করা হয় এবং প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে আড়াআড়ি প্রোফাইল অংকন করা হয়। সাধারণত সড়কের ক্ষেত্রে একদিকে 30 হতে 60 মিটার করে এবং রেলপথের ক্ষেত্রে একদিকে 250 হতে 300 মিটার করে কেন্দ্রীয় রেখার উভয় দিকে আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখানো হয়।

৮.২ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকনের উদ্দেশ্য (Purposes of plotting longitudinal section and cross section) ঃ

লেভেল সেকশনের মাধ্যমে নির্দিষ্ট এলাকার ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ সহজেই বুঝা যায়।

নিচে লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকনের উদ্দেশ্য উদ্ধৃত করা হলো–

(ক) প্রকৌশলীগণ সহজে ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ অনুধাবন করার উদ্দেশ্যে;

(খ) প্রস্তাবিত প্রকল্প বাস্তবায়নে মাটিকাটা ও ভরাটের পরিমাণ জানার উদ্দেশ্যে;

(গ) প্রকল্প বাস্তবায়নের জন্য কার্যকরী প্রোফাইল অংকনের উদ্দেশ্যে;

(ঘ) ঢাল নির্ধারণ, খরচের পরিমাণ নিরূপণ ইত্যাদি সংক্রান্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণের উদ্দেশ্যে;

(ঙ) প্রকল্পের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্বাচনের উদ্দেশ্যে;

(চ) প্রস্তাবিত প্রকল্পের প্রস্তুতিতল ও প্রকৃত ভূমিতলের সাথে সমন্বয়সাধনের ধারণা নেয়ার উদ্দেশ্যে।

৮.৩ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশানের বিভিন্ন উপাদান (Various elements of longitudinal section and cross section) ঃ

প্রকৌশলীগণ কোন প্রস্তাবিত প্রকল্প যেমন– সড়ক, জনপথ, রেলপথ, খাল, পয়ঃপ্রণালি ইত্যাদি সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহের ক্ষেত্রে প্রথম দিকেই উক্ত প্রকল্প স্থানের লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন তৈরি করেন। তারা এ সকল নকশার বিভিন্ন উপাদানগুলোর প্রতি বিশেষভাবে চিন্তাভাবনা করেন। নকশাগুলোর উপাদানগুলো হলো–

(ক) মূল ভূপ্রকৃতি– বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. হতে এটা নকশায় চিহ্নিত করা হয়।

(খ) প্রস্তাবিত প্রস্তুতিতল দেখানো হয় যে তলে মাটির কাজ করতে হবে।

(গ) মাটিকাটা ও মাটি ভরাটের পরিমাণ – এটা আর.এল. ও প্রস্তুতিতলের উপর নির্ভর করে নিরূপণ করা হয়।

(ঘ) প্রস্তাবিত ঢাল–এটা নির্ভর করে প্রকল্পের ধরন, পানি নিষ্কাশন, ভূপ্রকৃতি ইত্যাদির উপর।

(ঙ) অনুভূমিক দূরত্ব– এটা প্রারম্ভিক বিন্দু হতে কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর পরিমাপ করা হয় এবং লম্বালম্বি সেকশনের অনুভূমিক রেখায় এ পরিমাপ প্রদর্শিত হয়। অনুভূমিক দূরত্বের ঈপ্সিত দূরত্ব পর পর আর.এল. নির্ণয় করা হয়, যা মূল ভূপ্রকৃতি চিহ্নিতকরণে ব্যবহৃত হয়।

(চ) আড়াআড়ি সেকশানের অনুভূমিক দূরত্ব – যা দৈর্ঘ্য বরাবর কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়িভাবে নেয়া হয় এবং আড়াআড়ি অনুভূমিক রেখার ঈপ্সিত বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নির্ণয় করে কেন্দ্রীয় রেখার দু' পাশের মূল ভূপ্রকৃতি প্রদর্শন করে। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন চিত্র নং ৮.১ ও ৮.২-এ দেখানো হলো।

৮.৪ লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকন প্রক্রিয়া (Procedure of plotting longitudinal and cross section) ঃ

লম্বালম্বি লেভেল সেকশন অংকন প্রক্রিয়া ঃ লম্বালম্বি লেভেল সেকশন আঁকতে হলে প্রথমে উপাত্ত রেখা হিসাবে একটা অনুভূমিক রেখা এঁকে স্টাফ স্টেশনগুলোর দূরত্ব বা চেইনেজসহ স্টাফ স্টেশনগুলো সুবিধামতো স্কেলে চিহ্নিত করতে হবে। প্রত্যেক স্টেশনে (রেখার উপর) সুবিধাজনক স্কেলে প্রাপ্ত আর.এল. এর মান অনুযায়ী (উপাত্ত রেখার উপর) লম্ব টেনে নিতে হবে। এখন লম্ব রেখাগুলোর শীর্ষবিন্দু ধারাবাহিকভাবে সরল রেখায় যোগ করলে লম্বালম্বি রেখা বরাবর ভূমিরূপ পাওয়া যাবে। সাধারণত অনুভূমিক স্কেল 1ঃ1000 হতে 1ঃ2500 এবং উল্লম্ব স্কেল 1ঃ100 হতে 1ঃ250 ধরা হয়ে থাকে (সাধারণত উল্লম্ব স্কেল অনুভূমিক স্কেলের দশগুণ বড় করে ধরা হয়)। উপাত্ত রেখার আর.এল. এমনভাবে ধরা হয় যেন লম্ব রেখার উচ্চতা 4 সেমি হতে 15 সেমি এর মধ্যে থাকে। লম্বালম্বি লেভেল সেকশানের চিত্রের উপাত্ত রেখা ও ভূমি রেখা কালো কালিতে আর.এল. এর মানের লম্ব রেখা নীল কালিতে আঁকতে হয়। উপাত্ত রেখার মান রেখার উপরে চেইনেজ বা দূরত্ব এবং আর.এল. এর মান স্ব স্ব লম্ব রেখা বরাবর উপাত্ত রেখার নিচে এবং প্রয়োজনীয় অন্যান্য তথ্যাদি ভূমি রেখার নিকটবর্তী সুবিধাজনক স্থানে লেখতে হয়।

আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকন প্রক্রিয়া ঃ আড়াআড়ি লেভেল সেকশন আঁকার ক্ষেত্রে লম্বালম্বি লেভেল সেকশন আঁকার সকল প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়। তবে এক্ষেত্রে বড় স্কেল ব্যবহৃত হয়। সাধারণত অনুভূমিক ও উল্লম্ব স্কেল একই রকম হয়ে থাকে এবং 1ঃ100 ও 1ঃ200 স্কেল ব্যবহার করা হয়।

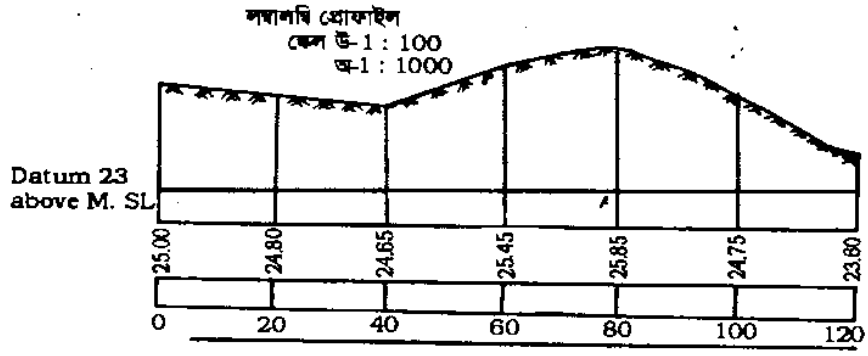
প্রসঙ্গত ঃ উল্লেখ্য যে, প্রকল্প বাস্তবায়নের সিদ্ধান্ত গৃহীত হলে প্রকৌশলীদের কাজের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি সমেত যে ছেদ দৃশ্য অঙ্কন করা হয়, তাকে কার্যকরী প্রোফাইল (Working Profile) বলা হয়। এতে মূল ভূপ্রকৃতি, প্রস্তুতিতল, সমাপ্তি তল (নির্মাণের উপরিতল), মাটিকাটার গভীরতা, মাটি ভরাটের উচ্চতা, নির্মাণের ঢাল ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি প্রদর্শন করা হয়। এক্ষেত্রে প্রস্তুতিতল লাল কালিতে, চূড়ান্ততল নীল কালিতে আঁকতে হয় এবং ভরাটের পরিমাণ নীল কালিতে ও কাটার পরিমাণ লাল কালিতে লেখতে হয়। স্পষ্ট অক্ষরে ঢালের মাত্রা লিখে দূরত্ব তীর চিহ্ন দ্বারা নির্দেশ করতে হয়।

[চিত্র ঃ ৮.১ - লম্বালম্বি লেভেল সেকশন বা লম্বালম্বি প্রোফাইল
চিত্র ঃ ৮.২ - আড়াআড়ি সেকশন বা আড়াআড়ি প্রোফাইল
চিত্র ঃ ৮.৩ - কার্যকরী লম্বালম্বি প্রোফাইল]

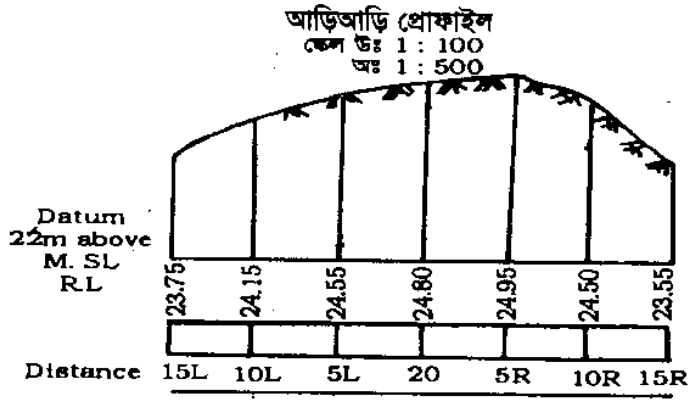
৮.৫ লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল প্রস্তুতকরণ (Prepare the longitudinal profile and cross profile) ঃ

নিচে একটি প্রস্তাবিত রাস্তার প্রোফাইল লেভেলিং ও আড়াআড়ি লেভেলিং এ প্রাপ্ত স্টাফ পাঠসহ অন্যান্য তথ্যাদি সংবলিত লেভেল বই উদ্ধৃত করা হলো। এটা হতে লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখানো হলো (রাস্তাটির প্রারম্ভিক বিন্দুতে আর.এল. এবং এফ.এল. পরস্পর সমান এবং 1ঃ100 নিম্নমুখী ঢালে নির্মিত হবে এবং পেভমেন্টের পুরুত্ব 25 সেমি)।

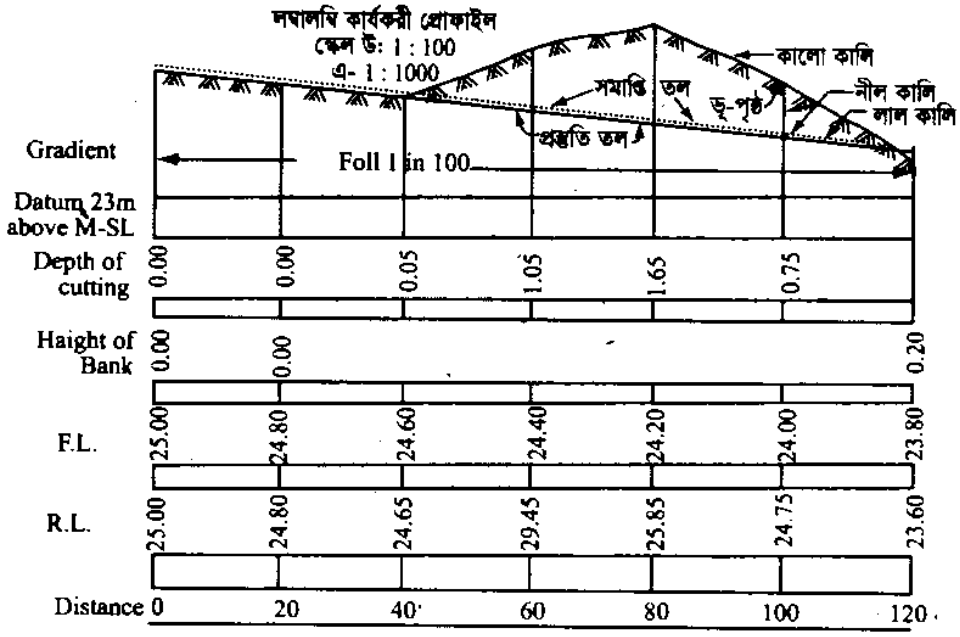
দূরত্ব (মি.)			স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	এফ.এল	মন্তব্য
বাম	কেন্দ্রীয়	ডান	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
	0		1.20			26.20	25.00	25.00	RL = F.L
	20			1.40			24.80	24.80	
5				1.65			24.55	–	
10				2.05			24.15	–	
15				2.45			23.75	–	
		5		1.25			24.95	–	
		10		1.70			24.50	–	
		15		2.65			23.55	–	
	40			1.55			24.65	24.60	
	60			0.75			25.45	24.40	
	80			0.35			25.85	24.20	
	100			1.45			24.75	24.00	
	120				2.60		23.60	23.80	
নিরীক্ষা			1.20 2.60 – 1.40		2.60		23.60 25.00 – 1.40		ঠিক আছে



চিত্র ঃ ৮.১



চিত্র ঃ ৮.২

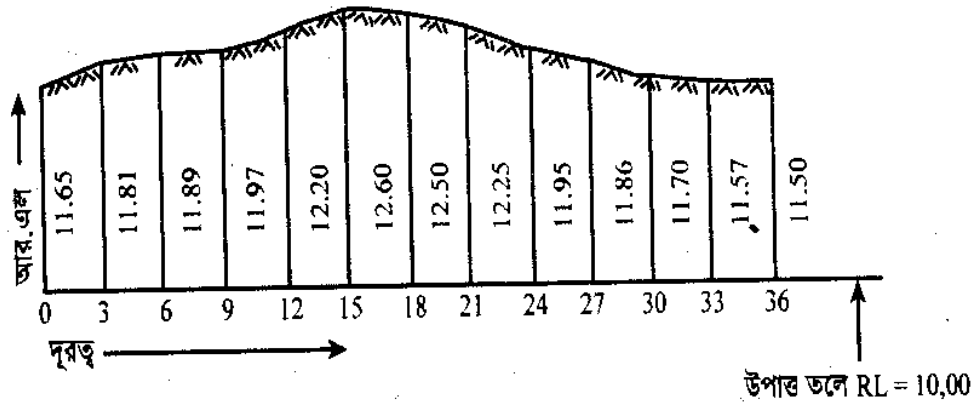


চিত্র ঃ ৮. ৩

উদাহরণ-১। একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়িভাবে বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 2.95, 2.79, 2.71, 2.63, 2.40, 2.00, 2.10, 2.35, 2.65, 2.74, 2.90, 3.03 ও 3.10 পাওয়া গেল। স্টাফ পাঠ 3 মিটার পর পর নেয়া হয়েছে। ৫ম পাঠের আর.এল 12.20 মিটার হলে অন্যান্য সব বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করে আড়াআড়ি প্রোফাইল অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ যেহেতু যন্ত্রের যোজনা এবং সমতলমিতি লঘুকরণের পদ্ধতি সম্পর্কে কোন নির্দেশনা নেই, তাই এক যোজনায় স্টাফ পাঠগুলো নেয়া হয়েছে ধরে যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতিতে সমাধান করা হল ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	2.95			14.60	11.65	0	
		2.79			11.81	3	
		2.71			11.89	6	
		2.63			11.97	9	
		2.40			12.20	12	RL = 12.20 (দেয়া)
		2.00			12.60	15	
		2.10			12.50	18	
		2.35			12.25	21	
		2.65			11.95	24	
		2.74			11.86	27	
		2.90			11.70	30	
		3.03			11.57	33	
			3.10		11.50	36	
নিরীক্ষা	2.95 3.10 – 0.15		3.10		11.50 – 11.65 = – 0.15		নিরীক্ষিত, ঠিক আছে



চিত্র ঃ আড়াআড়ি প্রোফাইল (স্কেলে নয়)

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **লম্বালম্বি প্রোফাইল কী?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ প্রস্তাবিত সড়ক, খাল ইত্যাদির কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর বা অন্য কোন লম্বালম্বি রেখা বরাবর ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ (বন্ধুরতা) প্রদর্শনকারী ছেদিত দৃশ্যই লম্বালম্বি প্রোফাইল।

২। **আড়াআড়ি প্রোফাইল কী?**

উত্তর ঃ প্রস্তাবিত সড়ক ইত্যাদির কেন্দ্রীয় রেখার আড়াআড়ি বা যে কোন লম্বালম্বি রেখার আড়াআড়ি ভূমিরূপ (বন্ধুরতা) প্রদর্শনকারী ছেদিত দৃশ্যই আড়াআড়ি প্রোফাইল।

৩। **সড়কের কেন্দ্রীয় রেখায় কতদূর পর পর আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখানো হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ সাধারণত কেন্দ্রীয় রেখার 30 মিটার পর পর আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখানো হয়।

৪। **সড়কের ক্ষেত্রে কত দূর পর্যন্ত আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখাতে হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ সড়কের ক্ষেত্রে একপাশে 30 মিটার হতে 60 মিটার করে কেন্দ্রীয় রেখার উভয়পাশে আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখাতে হয়।

৫। **রেলপথের ক্ষেত্রে কত দূর পর্যন্ত আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখাতে হয়?**

উত্তর ঃ রেলপথের ক্ষেত্রে একপাশে 200 হতে 300 মিটার করে কেন্দ্রীয় রেখার উভয়পাশে আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখাতে হয়।

৬। **লম্বালম্বি লেভেল সেকশন অংকনের স্কেলগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ লম্বালম্বি সেকশন অঙ্কনে 1ঃ1000 – 2500 স্কেল অনুভূমিক মাপের ক্ষেত্রে এবং 1ঃ100 – 250 স্কেল উল্লম্ব মাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

৭। **আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকনের স্কেল উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অংকনে অনুভূমিক ও উল্লম্ব উভয় পরিমাপের ক্ষেত্রে সাধারণত 1ঃ100 – 200 স্কেল ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

৮। **কার্যকরী প্রোফাইলে কী কী তথ্যাদি প্রদর্শন করা হয়?**

উত্তর ঃ প্রকল্প বাস্তবায়নের সিদ্ধান্ত গৃহীত হলে মূল ভূপ্রকৃতি, প্রস্তুতিতল, সমাপ্তি তল (নির্মাণের উপরিতল), মাটিকাটার গভীরতা, ভরাটের উচ্চতা, ঢাল ও অন্যান্য তথ্যাদি প্রদর্শন করে কার্যকরী প্রোফাইল অঙ্কন করা হয়।

৯। **কার্যকরী প্রোফাইল কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯]

উত্তর ঃ কোন প্রকল্প বাস্তবায়নের সিদ্ধান্ত গৃহীত হলে উক্ত প্রকল্পের কাজ সম্পাদনের জন্য মূল ভূপ্রকৃতি, প্রকল্পের প্রস্তুতিতল, সমাপ্তি তল, মাটি ভরাট-খনন, নির্মাণের ঢাল ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি সংবলিত যে লম্বালম্বি প্রোফাইল অঙ্কন করা হয়, তাকে কার্যকরী প্রোফাইল বলা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১ দ্রষ্টব্য

২। **লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কনের উদ্দেশ্যগুলো উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০১২, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.২ দ্রষ্টব্য

৩। **লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশনের উপাদানগুলোর নাম লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ দ্রষ্টব্য

৪। **কার্যকরী প্রোফাইলের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ দ্রষ্টব্য

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশনের উপাদানগুলো ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ দ্রষ্টব্য

২। **লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৪ দ্রষ্টব্য

৩। **চিত্রসহ লম্বালম্বি কার্যকরী প্রোফাইল বুঝিয়ে লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ দ্রষ্টব্য

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি প্রস্তাবিত সড়কের জন্য P হতে Q পর্যন্ত 10 মিটার পর পর স্টাফ ধরে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর এবং লম্বালম্বি লেভেল সেকশন অঙ্কন কর।

স্টাফ পাঠ ঃ 1.20 (BM, R.L = 40.00, অ্যালাইনমেন্টের বাইরে), 0.90 (P), 0.70, 1.10, 1.60, 1.40, (1.30, 2.10), 1.80, 1.90, 2.20, 0.60, 0.80, 1.20, (1.50, 1.70), 2.40, 2.00 (Q)।

২। প্রস্তাবিত একটি মাটির বাঁধের কেন্দ্রীয় রেখার 100 মিটার দূরত্বে আড়াআড়ি লেভেলিং করা কালে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। স্টাফ 5 মিটার পর পর ধরা হয়েছে। প্রারম্ভিক বিন্দুর আর এল 20.00। বিভিন্ন বিন্দুর আর এল নির্ণয় কর এবং আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

স্টাফ পাঠ ঃ 1.60, (25L), 1.30 (20L), 2.00 (15L), 2.15(10L), 3.00 (5L), 2.40 (কেন্দ্রীয় রেখা), 2.50 (5R), 1.60 (10R), 1.90 (15R), 2.15 (20R), 1.40 (25R)।

৩। একটি প্রস্তাবিত সড়কের কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর 15 মিটার অন্তর অন্তর এবং আড়াআড়াভাবে প্রতি 45 মিটার দূরত্বে 5 মিটার পর পর নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। প্রারম্ভিক বিন্দুতে আর.এল 100.00 এবং এফ.এল, 99.00 হলে লম্বালম্বিও আড়াআড়ি প্রোফাইল অঙ্কন কর। সড়কটির লম্বালম্বি ঢাল 0 হতে 60 মিটার পর্যন্ত 1:50 উর্ধ্বমুখী, 60 মিটার হতে 120 মিটার পর্যন্ত 1:60 নিম্নমখী ঢালে নির্মাণ করা হবে। আড়াআড়ি ঢাল 1:30 নিম্নমুখী (কেন্দ্রীয় রেখার উভয় দিকে)।

স্টাফ পাঠ ঃ 0.70, 0.90, 1.00, 1.20, 1.30 (5 ডাঃ), 1.40 (10 ডাঃ), 1.60 (15 ডাঃ), 0.90 (5 বাঃ), 0.70 (10 বাঃ), 0.50 (15 বাঃ), 1.00(15 বাঃ), 0.50, 2. 00, 1.50, 1.00 (5 ডাঃ), 1.20 (10 ডাঃ), 1.50 (15ডাঃ), 1.60 (5বাঃ), 1.70 (10 বাঃ), 1.90 (15 বাম), 2.00 (15 বাম), 2.40, 3.00.

অধ্যায়-৯ লেভেলিং-এ অসুবিধাদি ও ভুলভ্রান্তি (Difficulties & Errors in Levelling)

৯.১ লেভেলিং-এ অসুবিধাদি (Difficulties in levelling) ঃ

লেভেলিং করার কালে সাধারণত নিম্নের জটিলতা বা অসুবিধাদির সম্মুখীন হতে হয় ঃ

(ক) পাহাড়ে আরোহণ ও অবতরণজনিত অসুবিধা,

(খ) স্টাফ অতি নিকটবর্তী হওয়াজনিত অসুবিধা,

(গ) স্টাফ খুব উঁচু বা খুব নিচু হওয়াজনিত অসুবিধা,

(ঘ) স্টাফ স্টেশন বা বেঞ্চ মার্ক কলিমেশন রেখার উপরে হওয়াজনিত অসুবিধা,

(ঙ) বিস্তৃত পুকুর বা হ্রদ পারাপারে অসুবিধা,

(চ) নদী পারাপারে অসুবিধা,

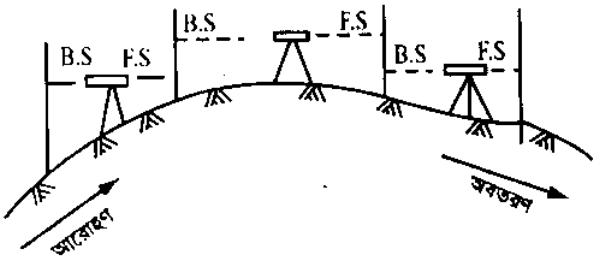
(ছ) কাঠ বা হার্ডবোর্ডের বেড়া অতিক্রমণে অসুবিধা,

(জ) দেয়াল অতিক্রমণে অসুবিধা।

৯.২ বিবিধ অসুবিধার মধ্যে লেভেলিং করার প্রক্রিয়া (The procedure of levelling in various difficulties) ঃ

বিবিধ অসুবিধার মধ্যে লেভেলিং করার প্রক্রিয়া নিম্নে আলোচনা করা হলো–

(ক) পাহাড়ে আরোহণ ও অবতরণজনিত অসুবিধা ঃ পাহাড়ে আরোহণকালে পশ্চাৎ পাঠ অধিক এবং অগ্রবর্তী পাঠ কম পাওয়া যায় অর্থাৎ পশ্চাৎ পাঠ স্টাফের উপরের দিকে এবং অগ্রবর্তী পাঠ স্টাফের নিম্নপ্রান্তের দিকে পাওয়া যায়। আবার পাহাড় হতে অবতরণকালে উপর্যুক্ত অবস্থার সম্পূর্ণ বিপরীত অবস্থা দেখা দেয় (চিত্রঃ ৯.১)। তাছাড়াও স্টাফ স্টেশনগুলোর পারস্পরিক দূরত্বও মোটামুটি সমান রাখা সম্ভব হয় না। এক্ষেত্রে স্টাফ উল্লম্ব না হওয়া বা যন্ত্রের ত্রুটিপূর্ণ সমন্বয়নের কারণে স্টাফ পাঠ প্রকৃত স্টাফ পাঠ হতে কমবেশি হতে পারে। দৃষ্টিরেখা স্টাফের উর্ধ্বাংশে ছেদ করলে স্টাফ উল্লম্ব না হওয়াজনিত ভ্রান্তির মান অধিক হয়। এ অবস্থায় ভ্রান্তিমুক্ত স্টাফ পাঠ পেতে হলে স্টাফের নিম্নপ্রান্ত স্টেশনে রেখে স্টাফ সামনে-পিছনে হেলিয়ে সর্বনিম্ন স্টাফ পাঠটি গ্রহণ করতে হবে। কিন্তু অগ্র ও পশ্চাৎ পাঠের স্টেশনদ্বয়ের দূরত্ব সমান বা সমানের কাছাকাছি করা প্রায় অসম্ভব। এক্ষেত্রে জরিপ রেখার ডানে বা বামে উপযুক্ত স্থানে যন্ত্র যোজনা করে স্টেশনদ্বয়ের দূরত্ব সমতায় এনে এবং আঁকাবাঁকা (Zigzag)-ভাবে স্টাফ পাঠ নিতে হবে নতুবা দূরত্ব অসমতা স্টাফ পাঠকে প্রভাবিত করবে। অবশ্য এ প্রক্রিয়ায় স্টাফ পাঠ গ্রহণের ফলে স্বল্প দূরত্বের জন্য স্টাফ পাঠ গ্রহণজনিত অসুবিধাও দূর করা যাবে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, পাহাড়ি এলাকায় লেভেলিং কাজ করার জন্য যথেষ্ট সতর্কতা ও বিচক্ষণতার সাথে যন্ত্রের স্টেশন নির্বাচন, পরিবর্তন বিন্দু নির্বাচন করলে এবং যন্ত্রকে পাহাড়ের চূড়ায় বা উপত্যকার তলদেশে যোজনা না করলে শ্রম, সময় ও অর্থের সাশ্রয় হবে।

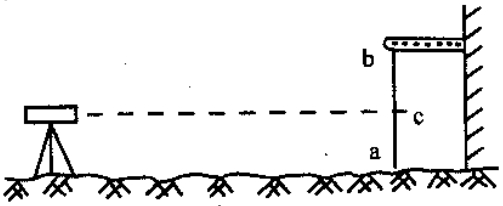


চিত্র ঃ ৯.১

(খ) স্টাফ যন্ত্রের অতিনিকটবর্তী হওয়াজনিত অসুবিধা ঃ যখন লেভেল যন্ত্রের অবস্থান স্টাফ স্টেশনের খুবই নিকটে হয়, তখন যন্ত্রের সাহায্যে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা যায় না। এরূপ অবস্থা যথাসম্ভব পরিহার করা উচিত। যদি পরিহার করা না যায় তবে টার্গেট হিসেবে একখণ্ড সাদা কাগজ স্টাফের উপর-উপরে নিচে উঠানামা করিয়ে যে স্টাফ পাঠে কাগজের প্রান্ত ও কলিমেশন রেখা মিলিত হয় ঐ স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হবে। যন্ত্রের স্টেশনে বা স্টেশনের অতি নিকটে যন্ত্রের অভিলক্ষ্য কাচের ভিতর দিয়ে তাকিয়ে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা যায়। এরূপ ক্ষেত্রে যন্ত্রের অভিনেত্রের কেন্দ্র পর্যন্ত স্টাফের সাহায্যে মেপে স্টাফ পাঠ নেয়া যেতে পারে।

(গ) স্টাফ খুব নিচু বা খুব উঁচু হওয়াজনিত অসুবিধা ঃ যখন কলিমেশন রেখা স্টাফের উপর দিয়ে (স্টাফ খুব নিচু) অতিক্রম করে তখন যন্ত্র পরিচালক কর্তৃক স্টাফম্যানকে স্টাফ উত্তোলনের জন্য নির্দেশ দিলে স্টাফম্যান স্টাফকে নিচ হতে উপরের দিকে ধীরে ধীরে উঠাতে থাকে যেন স্টাফ পাঠ পড়া যায়। এ অবস্থায় স্টাফের নিচে ঠেকনা দেয়া হয়। ঠেকনার উচ্চতার সাথে স্টাফ পাঠ যোগ করে ভূমি হতে স্টাফ পাঠের মান পাওয়া যায়।

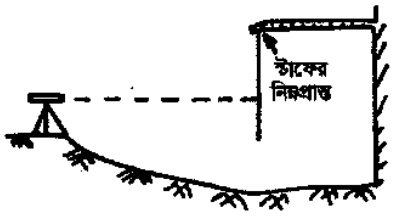
যখন স্টাফ স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে (স্টাফ উঁচু) থাকে এবং স্টেশন হতে কলিমেশন রেখার দূরত্ব কম হয়, তাহলে স্টাফ উল্টা ধরে স্টাফ পাঠ নেয়া সম্ভব হয় না। এরূপ ক্ষেত্রে স্টেশন বরাবর স্টাফ স্বাভাবিক অবস্থায় উল্লম্বভাবে ধরে স্টেশনের উচ্চতা (ab) নির্ণয় করতে হবে এবং কলিমেশন রেখার স্টাফ পাঠ (ac) নির্ণয় করতে হবে। এখন ab হতে ac বিয়োগ করলে (bc স্টাফ পাঠ) b স্টাফ স্টেশনের স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে।



চিত্র ঃ ৯.২

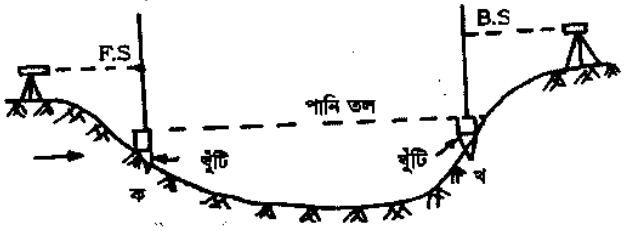
এ স্টাফ পাঠ '–' বোধক চিহ্ন দিয়ে লেখতে হবে। তবে এ জাতীয় স্টাফ পাঠ অগ্রবর্তী পাঠ বা পশ্চাৎ পাঠ হিসাবে না লেখাই উত্তম। (চিত্র ঃ ৯.২)

(ঘ) স্টাফ স্টেশন বা বেঞ্চ মার্ক কলিমেশন রেখার উপরে হওয়াজনিত অসুবিধা ঃ সাধারণত ইমারতের কার্নিশকে বেঞ্চ মার্ক ধরলে বা ছাদ, খিলান ইত্যাদির তলদেশের আর.এল. নির্ণয় করতে হলে এ ধরনের অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয়। এক্ষেত্রে স্টাফকে উল্টা করে ধরে স্টাফের নিম্নপ্রান্ত ঈপ্সিত স্টাফ স্টেশনে (বীম, গ্রাডার, ছাদ, খিলান ইত্যাদির তলদেশে) স্টাফ পাঠ নিতে হবে এবং প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (–) বিয়োগবোধক চিহ্ন দিয়ে লেখতে হবে। (চিত্র ৯.৩)



চিত্র ঃ ৯.৩

● **বিস্তৃত পুকুর বা হ্রদ পারাপারে অসুবিধা ঃ** পুকুর বা শান্ত হ্রদের পানি স্থির অবস্থায় থাকে। এ অবস্থায় লেভেলিং কার্য চলাকালে বিস্তৃত পুকুর বা হ্রদ অতিক্রম করার জন্য উভয় পাড়ের নিকটে পানিতে পানি সমতলের সমান করে দু'টি খুঁটি পুঁতে এদের উপর স্টাফ পাঠ নিতে হবে। নিচের চিত্রে স্টাফ পাঠ নেয়ার প্রক্রিয়া দেখানো হলো।

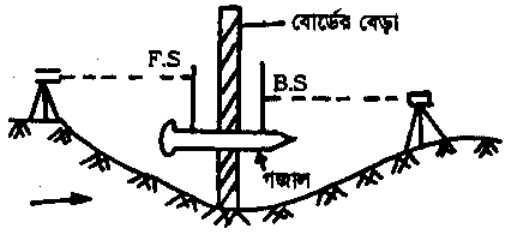


চিত্র ঃ ৯.৪

পানি সমতলে ক ও খ বিন্দুর অবস্থিতি বিধায় এরা একটি পরিবর্তন বিন্দুর কাজ করে।

● **নদী পারাপারে অসুবিধা ঃ** প্রবহমান নদীতে জোয়ারভাটা হয় বিধায় (ঙ) বর্ণিত পদ্ধতিতে অসুবিধা উৎরানো সম্ভব নয়। কেননা পানি সমতল সর্বদা উঠানামা করে। এক্ষেত্রে বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর মাধ্যমে এক পাড় হতে অন্য পাড়ে আর.এল. স্থানান্তর করে নিতে হয়।

(ঙ) কাঠ বা হার্ডবোর্ডের বেড়া অতিক্রমণজনিত অসুবিধা ঃ এক্ষেত্রে একটি গজাল বা বড় পেরেক (নিম্নের চিত্রানুরূপ) বেড়াতে অনুভূমিকভাবে এফোঁড়-ওফোঁড় করে দিতে হবে।



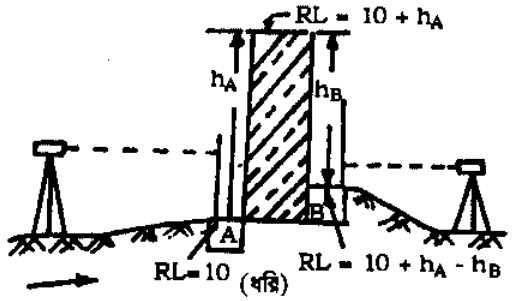
চিত্র ঃ ৯. ৫

গজালের (Spike) উপর স্টাফ ধরে অগ্রবর্তী পাঠ নিয়ে বেড়ার অপর পাশে যন্ত্র যোজনা করে গজালের উপর পশ্চাৎ পাঠ নিয়ে লেভেলিং কার্য অগ্রসর করতে হয়। গজালটি মূলত একটি পরিবর্তন বিন্দুর ভূমিকা পালন করে।

(চ) দেয়াল অতিক্রমণজনিত অসুবিধা ঃ সাধারণত তিন প্রক্রিয়ায় এ বাধা অতিক্রম করা যায়।

১ম প্রক্রিয়া ঃ দেয়ালের যে বিন্দুতে কলিমেশন রেখা ছেদ করে তা চিহ্নিত করে ঐ বিন্দু হতে দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা পরিমাপ করে যন্ত্রের কলিমেশন রেখার এলিভেশনের সাথে যোগ করলে দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর আর.এল. পাওয়া যাবে। এরপর যন্ত্র দেয়ালের অপর পাশে এনে যোজনা করলে কলিমেশন রেখা দেয়ালের যে বিন্দুতে ছেদ করে তা চিহ্নিত করে চিহ্নিত বিন্দু হতে দেয়ালের শীর্ষবিন্দু পর্যন্ত উচ্চতা মাপতে হবে। এখন দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর আর.এল. হতে উক্ত উচ্চতা বিয়োগ করলে যন্ত্রের কলিমেশন রেখার এলিভেশন পাওয়া যাবে এবং ধারাবাহিকভাবে লেভেলিং কার্য করা যাবে।

২য় পদ্ধতি ঃ দেয়ালের উভয় পাশে দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর সাথে স্টাফ উল্টাভাবে ধরে দেয়ালের পূর্ববর্তী যোজনার সাথে পরবর্তী যোজনার সংযোগ রক্ষা করা যেতে পারে এবং ধারাবাহিকভাবে লেভেলিং কার্য সম্পন্ন করা যায়। এক্ষেত্রে দেয়ালের শীর্ষবিন্দু একটি পরিবর্তন বিন্দু হিসেবে ভূমিকা পালন করে।



চিত্র ঃ ৯.৬

৩য় পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে দেয়ালের উভয় পাশে (চিত্রঃ ৯.৬) A ও B বিন্দুতে দু'টি খুঁটি পুঁততে হবে এবং A খুঁটির উপর স্টাফ ধরে A খুঁটির আর.এল. নির্ণয় করতে হবে এবং A খুঁটির শীর্ষ হতে দেয়ালের শীর্ষ পর্যন্ত উচ্চতা পরিমাপ করে A খুঁটির আর.এল. এর সাথে যোগ করলে দেয়ালের শীর্ষের আর.এল. পাওয়া যাবে। এরপর B খুঁটির শীর্ষ হতে দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা পরিমাপ করে দেয়ালের শীর্ষবিন্দুর আর.এল হতে এ উচ্চতা বিয়োগ করলে B খুঁটির আর.এল. পাওয়া যাবে এবং B খুঁটির উপর স্টাফ ধরে পরবর্তী লেভেলিং কার্য ধারাবাহিকভাবে করা যাবে।

৯.৩ লেভেলিং এ যান্ত্রিক ত্রুটি ও ব্যবহারজনিত ব্যক্তিগত কারণে সৃষ্ট ত্রুটির তালিকা (List of instrumental and personal errors in levelling) ঃ

(ক) যান্ত্রিক ত্রুটি (Intrumental errors) ঃ

(i) লেভেল যন্ত্রের ত্রুটিপূর্ণ স্থায়ী সমন্বয়ন,

(ii) ত্রুটিপূর্ণ ফোকাসিং টিউব,

(iii) ত্রুটিপূর্ণ বাবল টিউব,

(iv) ত্রুটিপূর্ণ স্টাফ (অসম ও অস্পষ্ট দাগকাটা স্টাফ)।

(খ) ব্যবহারজনিত ব্যক্তিগত ত্রুটি (Personal errors) ঃ

(i) যন্ত্রের ত্রুটিপূর্ণ অস্থায়ী সমন্বয়ন,

(ii) বাবল কেন্দ্রে না থাকা অবস্থায় পাঠ গ্রহণ,

(iii) স্টাফ উল্লম্ব না থাকা অবস্থায় পাঠ গ্রহণ,

(iv) প্যারালাক্স থাকা অবস্থায় পাঠ গ্রহণ,

(v) অসঠিকভাবে অসতর্ক অবস্থায় পাঠ গ্রহণ

(vi) পরিবর্তন বিন্দু বা লেভেল যন্ত্র ডেবে যাওয়ার পর পাঠ গ্রহণ।

● **প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট ত্রুটি (Natural errors) ঃ**

(i) ভূপৃষ্ঠের বক্রতাজনিত কারণে সৃষ্ট ত্রুটি,

(ii) বায়ুমণ্ডলের আলোর প্রতিসরণজনিত কারণে সৃষ্ট ত্রুটি,

(iii) সূর্যালোক ও বায়ুপ্রবাহের দরুন সৃষ্ট ত্রুটি,

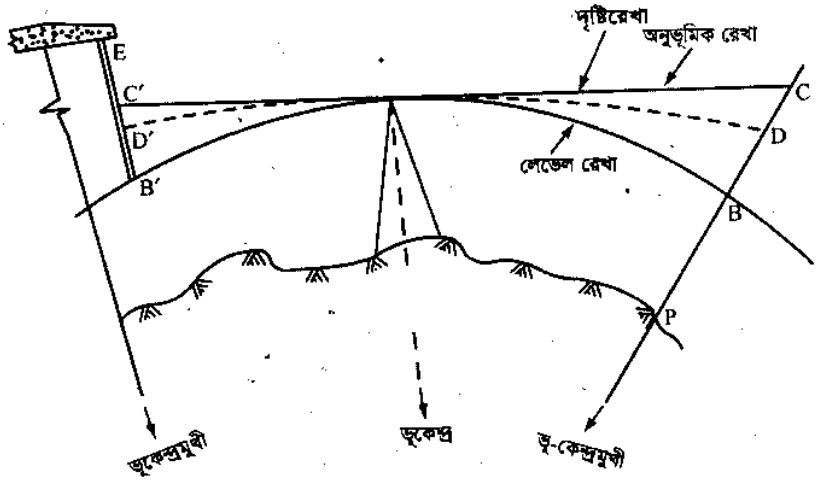
(iv) তাপমাত্রার তারতম্যের দরুন স্টাফের সংকোচন ও প্রসারণজনিত ত্রুটি,

(v) প্রবল বায়ুপ্রবাহে সৃষ্ট কম্পনের জন্য ত্রুটি,

(vi) পরিবর্তন বিন্দু বা তেপায়ার ডেবে যাওয়ার ফলে সৃষ্ট ত্রুটি।

৯.৪ লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব (Effects of earth curvature and refraction of light on levelling) ঃ

যেহেতু লেভেল রেখা একটি বক্ররেখা এবং এর প্রতিটি বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সমদূরবর্তী অপরদিকে অনুভূমিক রেখা একটি সরল রেখা এবং এর যে বিন্দু লেভেল রেখার সাথে স্পর্শক ঐ বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সর্বনিম্ন দূরত্বে এবং উক্ত লেভেল রেখার সমদূরত্বে অবস্থিত (চিত্রঃ ৯.৭)। কাজেই লেভেল রেখা অনুভূমিক রেখার নিচে অবস্থান করে।



চিত্র ঃ ৯.৭ লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব

ফলত যন্ত্র হতে অনেক দূরে স্টেশন বিন্দু (P) কলিমেশন রেখার নিচে হলে স্টাফ স্বাভাবিক অবস্থায় ধরে স্টাফ পাঠ নিলে পৃথিবীর বক্রতার জন্য প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (PC) প্রকৃত স্টাফ পাঠ (PB) হতে অধিক হয় (চিত্রে PC > PB) । ফলে স্টেশন বিন্দুর প্রকৃত আর.এল হতে প্রাপ্ত আর.এল কম হয়। তাই প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (PC) হতে বক্রতাজনিত সংশোধনী (BC) বিয়োগ করতে হয়।

আবার যন্ত্র হতে অনেক দূরে স্টেশন বিন্দু (E) কলিমেশন রেখার উপরে হলে স্টাফ উল্টা অবস্থায় ধরে স্টাফ পাঠ নিলে পৃথিবীর বক্রতার জন্য প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ প্রকৃত স্টাফ পাঠ হতে কম হয় (চিত্রে EC′ < EB′)। ফলে স্টেশন বিন্দুর প্রকৃত আর.এল হতে প্রাপ্ত আর.এল কম হয়। তাই প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের (EC′) সাথে বক্রতাজনিত সংশোধনী (B′C′) যোগ করতে হয়।

অপরপক্ষে বায়ুমণ্ডলে বায়ুর ঘনত্বের তারতম্যে আলোর প্রতিসরণের জন্য দৃষ্টিরেখা (কলিমেশন রেখা) অনুভূমিকভাবে না গিয়ে কিছুটা নিচের দিকে (ভূপৃষ্ঠমুখী) বেঁকে যায়। ফলে দৃষ্টিরেখা অনুভূমিক রেখায় গেলে কলিমেশন রেখা নিচের স্টেশনের (P) ক্ষেত্রে (স্টাফ স্বাভাবিক) যে পরিমাণ স্টাফ পাঠ পাওয়া যেতো তার চেয়ে কম স্টাফ পাঠ পাওয়া যায় (চিত্রে PC.এর স্থলে PD)। তাই অনুভূমিক রেখায় স্টাফ পাঠ পাওয়ার জন্য প্রতিসরণজনিত সংশোধনী যোগ করতে হয়।

আবার কলিমেশন রেখার উপরের স্টেশনের (E) ক্ষেত্রে স্টাফ উল্টা অবস্থায় অনুভূমিক রেখার যে পরিমাণ স্টাফ পাঠ পাওয়া যেতো তার চেয়ে অধিক স্টাফ পাঠ পাওয়া যায় (চিত্রে EC′ এর স্থলে ED′)। তাই অনুভূমিক রেখায় স্টাফ পাঠ পাওয়ার জন্য প্রতিসরণজনিত সংশোধনী (C′D′) বিয়োগ করতে হয়।

এবার পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের সম্মিলিত প্রভাব বিবেচনা করলে–

(ক) কলিমেশন রেখার নিচে স্টেশন বিন্দু (P), (স্টাফ স্বাভাবিক অবস্থায়) হলে-

প্রকৃত স্টাফ পাঠ (PB) = প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (PD) –বক্রতার সংশোধনী (BC) + প্রতিসরণ সংশোধনী (DC)

$= PD - BC + DC$ | $BC - DC = BD$

$= PD - (BC - DC)$ | = সংযুক্ত সংশোধনী

= প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ–সংযুক্ত সংশোধনী

(খ) কলিমেশন রেখার উপরে স্টেশন বিন্দু (E), (স্টাফ উল্টা) হলে-

প্রকৃত স্টাফ পাঠ (EB′) = প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ (ED′) + বক্রতা সংশোধনী (B′C′) – প্রতিসরণ সংশোধনী (D′C′)

$= ED' + (B'C' - D'C')$ | $B'D' = B'C' - D'C'$

$= ED' + B'D'$ | = সংযুক্ত সংশোধনী

$= PD - BD$

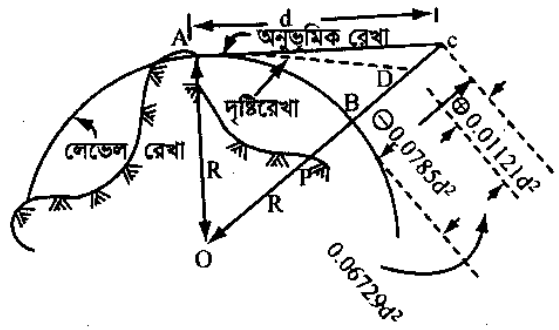
= প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ + সংযুক্ত সংশোধনী

সাধারণ সূত্র, প্রকৃত স্টাফ পাঠ = প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ ± সংযুক্ত সংশোধনী
('+' যখন স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে এবং '–' যখন স্টেশন কলিমেশন রেখার নিচে)

৯.৫ লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনীর সূত্র (Formula for earth curvature and refraction of light on levelling) ঃ

এখানে 'd' দূরত্বের অনুভূমিক রেখার নিচের স্টেশনের জন্য পৃথিবীর বক্রতাজনিত সংশোধনী, আলোর প্রতিসরণজনিত সংশোধনী ও সংযুক্ত সংশোধনী এর সূত্র নির্ণয় করা হল।

● **পৃথিবীর বক্রতাজনিত সংশোধনীর সূত্র ঃ**



চিত্র ঃ ৯.৮

চিত্র ঃ ৯.৮ হতে

$OC^2 = AC^2 + AO^2$ (যেহেতু $\angle CAO = 90^\circ$)

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

তাই $AO = OB = R$

এবং $OC = R + BC$

$AC = d$

অতএব $(R + BC)^2 = d^2 + R^2$

বা, $R^2 + 2R.BC + (BC)^2 = d^2 + R^2$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এর তুলনায় BC খুবই নগণ্য।

তাই $(BC)^2$ এর মান বাদ দেয়ায়

$2R.BC = d^2$

অতএব $BC = \frac{d^2}{2R}$

এখানে R, d ও BC একই এককে (কি.মি.)

পৃথিবীর ব্যাস 2R = 12742 কিলোমিটার ধরে

$$BC = \frac{d^2}{12742} \text{ (কি.মি.)}$$

$$= \frac{d^2 \times 1000}{12742} \text{ মিটার}$$

$$= 0.0785d^2 \text{ মিটার}$$

অর্থাৎ, পৃথিবীর বক্রতার জন্য সংশোধনী = (–) $0.0785d^2$ মিটার।

● আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনীর সূত্র ঃ

প্রতিসরণের জন্য দৃষ্টিরেখা নিম্নমুখী হয় অর্থাৎ দৃষ্টিরেখা ভূপৃষ্ঠমুখী হয়। প্রতিসরণের জন্য সৃষ্ট কার্ভের মাত্রা বায়ুমণ্ডলের ঘনত্বের উপর নির্ভর করে বিধায় বায়ুমণ্ডলের ঘনত্বের তারতম্যের দরুন এটা একটি অনিয়মিত (irregular) কার্ভে পরিণত হয়। গড় পড়তায় এর বক্রতার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের প্রায় 7 গুণ বিধায় এর জন্য সংশোধনীর পরিমাণ পৃথিবীর বক্রতার জন্য সংশোধনীর পরিমাণের $\frac{1}{7}$ অংশ ধরা হয়। (চিত্রঃ ৯.৮)

অতএব, $CD = \frac{1}{7}.0.0785d^2 (+)$

$= 0.01121d^2 (+)$

অর্থাৎ, আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনী = $(+)\ 0.01121d^2$ মিটার।

● পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণ এর জন্য সংযুক্ত সংশোধনীর সূত্র ঃ

পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের জন্য সংযুক্ত সংশোধনীর পরিমাণ, $h = -0.0785d^2 + 0.01121d^2$

$\therefore\ h = (-)\ 0.06729d^2$ মিটার

সাধারণত 200 মিটারের কম দূরত্বের জন্য সংশোধনীর প্রয়োজন হয় না।

৯.৬ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তির সমস্যার সমাধান (Solution of problems on error due to curvature and refraction) ঃ

উদাহরণ-১। (ক) 1200 মিটার ও (খ) 2.48 কিলোমিটার দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতা, আলোর প্রতিসরণ ও সংযুক্ত সংশোধনীর পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

(ক) 1200 মিটারের জন্য -

(*) বক্রতার সংশোধনী $= 0.0785\left(\frac{1200}{1000}\right)^2$

$= 0.113$ মিটার (-) ঋনাত্মক

(●) আলোর প্রতিসরণের সংশোধনী $= 0.01121\left(\frac{1200}{1000}\right)^2$

$= 0.016$ মিটার (+) ধণাত্মক

বা, আলোর প্রতিসরণের সংশোধনী $= \frac{1}{7}(0.113)$

$= 0.016$ মিটার (+) ধনাত্মক

(●) সংযুক্ত সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{1200}{1000}\right)^2$

$= 0.097$ m (–) ঋণাত্মক

বা, সংযুক্ত সংশোধনী $= \frac{6}{7}(0.113)$

$= 0.097$ মিটার (–) ঋণাত্মক

(খ) 2.48 কিলোমিটারের জন্য –

(●) বক্রতার জন্য সংশোধনী $= 0.0785\ (2.48)^2$

$= 0.483$ মিটার (–) ঋণনাত্মক

(●) প্রতিসরণের জন্য সংশোধনী $= 0.01121(2.48)^2$

$= 0.069$ m(+) ধনাত্মক

(●) সংযুক্ত সংশোধনী $= \frac{6}{7}(0.483) = 0.414$ মিটার (–) ঋণাত্মক

উদাহরণ-২। AB = 860 মিটার, AC = 60 মিটার, CB = 900 মিটার। C বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 0.70 ও 1.50 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দুদ্বয়ের এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য কত? [বাকশিবো-২০০৯]

সমাধান: মাত্র 60 মিটারের জন্য সংযুক্ত সংশোধনীর পরিমাণ খুবই নগণ্য বিধায় A বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনীর প্রয়োজন নাই। B বিন্দুর স্টাফ পাঠের জন্য সংযুক্ত সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{900}{1000}\right)^2$

$= 0.055$ মিটার (–) ঋণাত্মক

অতএব B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 1.50 - 0.055 = 1.445$ মিটার

অতএব A ও B বিন্দুর এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য $= 1.445 - 0.70$

$= 0.745$ মিটার

A বিন্দু হতে B বিন্দু 0.745 মিটার নিচু।

উদাহরণ-৩। 'প' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে 25 মিটার দূরে 'অ' বিন্দুতে এবং 250 মিটার দূরে 'আ' বিন্দুতে যথাক্রমে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল 1.255 ও 1.970 মিটার। 'আ' বিন্দুর আর এল 50.00 মিটার 'অ' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকশিবো-২০০৩]

সমাধান: 'অ' বিন্দুর দূরত্ব 25 মিটার। এতে সংযুক্ত ভ্রান্তির (বক্রতা ও প্রতিসরণ) পরিমাণ খুবই নগণ্য বিধায় সংশোধনের দরকার নেই অর্থাৎ 'অ' বিন্দুর স্টাফ পাঠ = 1.255

'আ' বিন্দুর দূরত্ব 250 মিটার। তাই উক্ত বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধন করতে হবে।

'আ' বিন্দুতে সংযুক্ত সংশোধনীর পরিমাণ $= -0.06729\left(\frac{250}{1000}\right)^2$

$= -0.004$ মিটার

'আ' বিন্দুতে সংশোধিত স্টাফ পাঠ $= 1.970 - 0.004$

$= 1.966$ মিটার

অতএব, 'আ' বিন্দু ও 'অ' বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য $= 1.966 - 1.255 = 0.711$ মিটার (অ-বিন্দু উঁচু)

নির্ণেয় 'অ' বিন্দুর আর.এল $= 50.00 + (1.966 - 1.255)$

$= 50.711$ মিটার

উদাহরণ-৪। AB রেখার দৈর্ঘ্য 1200 মিটার। A হতে AB দূরত্বের $\frac{1}{6}$ অংশ দূরে C বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A বিন্দুতে পশ্চাৎ পাঠ 2.00 এবং B বিন্দুতে অগ্রবর্তী পাঠ 3.00 পাওয়া গেল। যদি B বিন্দুর আর.এল. 33.333 হয়, তবে A বিন্দুর আর.এল. কত হবে?

সমাধান: $AC = \frac{1}{6} \times 1200 = 200$ মিটার

200 মিটারের জন্য সংযুক্ত সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{200}{1000}\right)^2$

$= 0.003$ মিটার (–) ঋণাত্মক

$CB = 1200 - 200 = 1000$ মিটার

1000 মিটারের জন্য সংযুক্ত সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{1000}{1000}\right)^2$

$= 0.06729$ মিটার (–) ঋণাত্মক

অতএব A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 2.000 - .003 = 1.997$ মিটার।

এবং B বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ $= 3.00 - 0.06729 = 2.933$ মিটার।

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য $= 2.933 - 1.997 = 0.936$ মিটার।

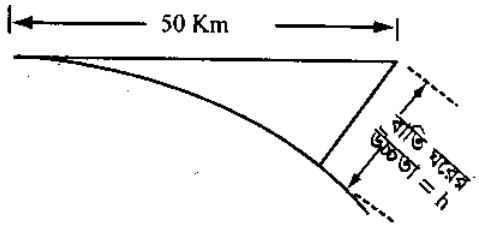
B বিন্দুর তুলনায় A বিন্দু উঁচু।

অতএব A বিন্দুর আর.এল $= 33.333 + 0.936$

$= 34.269$ মিটার

উদাহরণ-৫। সাগরের পানি সমতলে অবস্থিত একটি স্টেশন হতে 75 কিলোমিটার দূরের একটি বাতি ঘরের শীর্ষের বাতিকে ঠিক দিকচক্রবাল রেখায় দৃষ্টিগোচর হয়। বাতি ঘরের উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.৯

আমরা জানি, $h = 0.06729d^2$ মিটার

$= 0.06729\ (75)^2 = 378.51$ মিটার

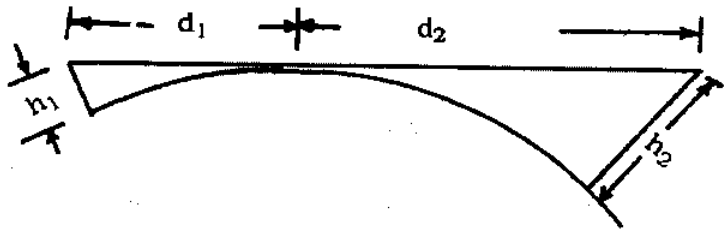
উদাহরণ-৬। চট্টগ্রাম বন্দরে পানি সমতা হতে 3 মিটার উঁচু জেটিতে দাঁড়িয়ে একজন দর্শক দেখল যে, একটি জাহাজ ঘন্টায় 24 কিলোমিটার বেগে গভীর সমুদ্রের দিকে যাত্রা করছে। তিনি 1 ঘন্টা 13 মিনিট 37.2 সেকেন্ড পর দেখলেন যে, জাহাজটির মাস্তুলের শীর্ষবিন্দু ঠিক দিকচক্রবালে দেখা যায়। জাহাজটির মাস্তুলের উচ্চতা নির্ণয় কর। দর্শকের দৃষ্টির উচ্চতা (জেটি হতে) 1.676 মিটার। [বাকাশিবো-২০০৭]

সমাধান ঃ

পানি তল হতে দৃষ্টির উচ্চতা, $h_1 = 3 + 1.676 = 4.676$ মিটার

দর্শক হতে মাস্তুলের শীর্ষবিন্দুর দূরত্ব $= 24 \times \left(1 + \frac{13}{60} + \frac{37.2}{60 \times 60}\right)$

$= 29.448$ কিমি.



চিত্র ঃ ৯.১০

দর্শকের দৃষ্টি উচ্চতার জন্য দিকচক্রবাল দূরত্ব,

$d_1 = \sqrt{\frac{h_1}{0.06729}} = \sqrt{\frac{4.676}{0.06729}} = 8.336$ কি.মি.

অতএব মাস্তুলের উচ্চতার জন্য দিকচক্রবাল দূরত্ব $= 29.448 - 8.336$

$= 21.112$ কি.মি.

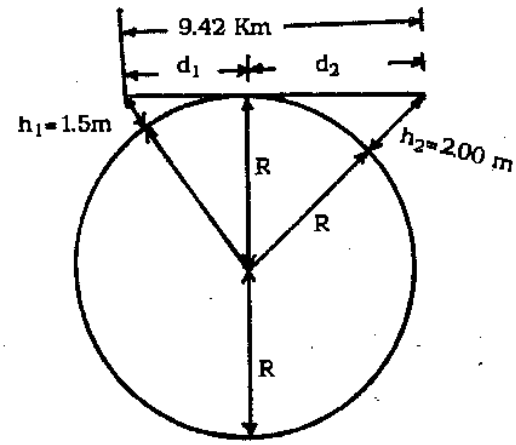
মাস্তুলের উচ্চতা, $h_2 = 0.06729d_2^2$

$= 0.0672D\ (21.112)^2$

$= 30$ মিটার

উদাহরণ-৭। পৃথিবীর ব্যাস নির্ণয় করার জন্য একজন জরিপকর শান্ত পানিতলের উপর 1.50 উচ্চতাবিশিষ্ট দণ্ডের মাথা 9.42 কিলোমিটার দূর হতে ঠিক দিগন্ত রেখায় দেখতে পেল। জরিপকরের দৃষ্টির উচ্চতা 2.00 মিটার। পৃথিবীর ব্যাস কত? (আলোর প্রতিসরণ বিবেচনা করতে হবে না)

সমাধান



চিত্র ঃ ৯.১১

আমরা জানি, $h_1 = \frac{d_1^2}{2R}$ (একই এককে h_1, d_1ও R)

$$\therefore \frac{1.5}{1000} = \frac{d_1^2}{2R}$$

$$\therefore d_1 = \sqrt{\frac{3R}{1000}} \text{ কি.মি.}$$

অনুরূপভাবে, $\frac{2.00}{1000} = \frac{(d_2)^2}{2R}$

$$\therefore d_2 = \sqrt{\frac{4R}{1000}} \text{ কি.মি.}$$

প্রশ্নানুসারে, $d_1 + d_2 = 9.42$ কিলোমিটার

$$\therefore \sqrt{\frac{3R}{1000}} + \sqrt{\frac{4R}{1000}} = 9.42$$

বা, $\sqrt{R}\left(\sqrt{\frac{3}{1000}} + \sqrt{\frac{4}{1000}}\right) = 9.42$

বা, $\sqrt{R}\,(0.118) = 9.42$

বা, $\sqrt{R} = \frac{9.42}{0.118}$

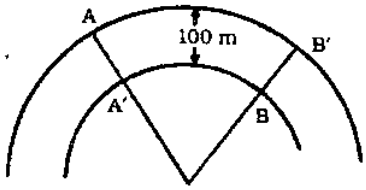
বা, $R = \left(\frac{9.42}{0.118}\right)^2$

$\therefore R = 6370.99$ কি.মি.

অতএব, পৃথিবীর ব্যাস, $2R = 12742$ কি.মি.।

উদাহরণ-৮। A ও B ভূপৃষ্ঠের উপরস্থ দু'টি বিন্দু। B হতে A বিন্দু 100 মিটার উপরে অবস্থিত। যদি B লেভেলে পৃথিবীর ব্যাস 12750 কি.মি. এবং A হতে B এর দূরত্ব 50 কিলোমিটার হয়। তবে A লেভেলে A হতে B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে?

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১২

B লেভেলে পৃথিবীর ব্যাস = 12750 কি.মি.

অতএব, এক্ষেত্রে পৃথিবীর পরিধি $= \pi D = 12750 \times \frac{22}{7}$

$= 40071.429$ কি.মি.

অতএব, পৃথিবীর কেন্দ্রে সৃষ্ট কোণ, (A'B = 50)

$\angle AOB = \frac{360 \times 50}{40071.429} = 0.4492°$

A লেভেলে পৃথিবীর ব্যাস $= 12750 + 2\left(\frac{100}{1000}\right) = 12750.2$ কি.মি.

অতএব এক্ষেত্রে পৃথিবীর পরিধি $= \pi D$

$= 12750.2 \times \frac{22}{7}$

$= 40072.057$ কি.মি.

এখন A লেভেলে A ও B বিন্দুর দূরত্ব $AB' = \frac{40072.057 \times 0.4492}{360}$

$= 50.00102$ কি.মি.

$= 50$ কি.মি. $+1.02$ মি.

উদাহরণ-৯। 5000 মিটার দূরবর্তী A ও C বিন্দুর মাঝে A বিন্দু হতে 2000 মিটার দূরে B বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও C বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 3.75 মিঃ ও 3.65 মিঃ পাওয়া গেল। A ও C বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান ঃ যন্ত্র হতে A বিন্দুর দূরত্ব = 2000 মিটার

যন্ত্র হতে C বিন্দুর দূরত্ব = 5000 – 2000 = 3000 মিটার

A বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{2000}{1000}\right)^2 = 0.2692$ মিটার (–)

C বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনী $= 0.06729\left(\frac{3000}{1000}\right)^2 = 0.6056$ মিটার (–)

A বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 3.75 – 0.2692 = 3.4808 মিটার

C বিন্দুর প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 3.65 – 0.6056 = 3.0444 মিটার

নির্ণেয় A ও C বিন্দুর প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য = 3.4808 – 3.0444 = 0.4364 মিটার (A বিন্দু নিচু)

উদাহরণ-১০। লেভেল যন্ত্রের একটি সেটিং এ যন্ত্রের সামনে 20 মিটার দূরের বিন্দুতে এবং যন্ত্রের 1000 মিটার পিছনের বিন্দুতে যথাক্রমে 1.50 মিটার ও 1.75 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। স্টাফ স্টেশনদ্বয়ে উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৮]

সমাধান ঃ যন্ত্রের সামনের 20 মিটার দূরের বিন্দুর স্টাফ পাঠে সংশোধনীর দরকার নেই।

যন্ত্রের পিছনের দিকের 1000 মিটার দূরের বিন্দুর স্টাফ পাঠের সংশোধনীর দরকার আছে এবং নির্ণেয় সংশোধনী = 0.06729 $\left(\frac{1000}{1000}\right)^2$ = 0.06729 মিটার (–)।

নির্ণেয় সংশোধিত স্টাফ পাঠ = 1.75 – 0.06729 = 1.68271 মিটার।

নির্ণেয় বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য = 1.68271 – 1.5 = 0.18271 মিটার।

উদাহরণ-১১। যথাযথভাবে সমন্বিত একটি লেভেল যন্ত্রের একই যোজনায় যন্ত্রের সামনের দিকে 1000 মিটার দূরের A বিন্দুতে এবং যন্ত্রের পিছনের 2000 মিটার দূরের B বিন্দুতে যথাক্রমে 2.50 মিটার ও – 3.20 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর।

যদি A বিন্দুর আর.এল 50.00 মিটার হয় তবে B বিন্দুর আর.এল কত হবে?

সমাধান ঃ A বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ = 2.50 – 0.06729 $\left(\frac{1000}{1000}\right)^2$ = 2.43271 মিটার

B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ= – [3.20 + 0.06729 $\left(\frac{2000}{1000}\right)^2$]

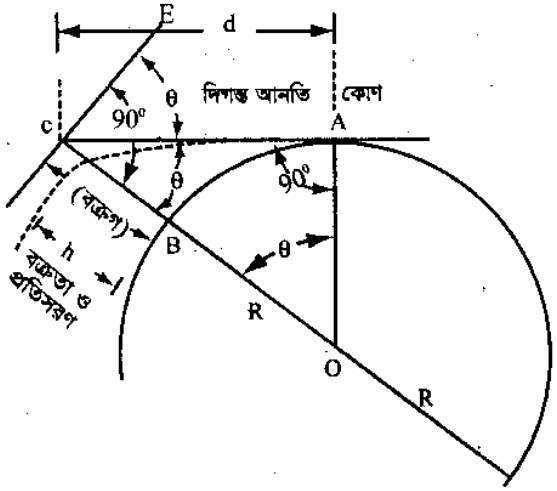
= – 3.46916 মিটার (স্টাফ উল্টা)

নির্ণেয় বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য = 2.43271 + 3.46916 = 5.90187 মিটার (B বিন্দু উঁচু)

নির্ণেয় B বিন্দুর আর.এল = 50.00 + 5.90187 = 55.90187 মিটার।

৯.৭ দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব ও দিগন্ত আনতি কোণের সূত্র (Formula for distance of visible horizon and dip of the horizon) ঃ

সমুদ্রের প্রকৃত গড়পড়তা পানি তলের উপরের কোন নির্দিষ্ট উচ্চতার বিন্দু হতে তাকালে দৃষ্টিরেখা সমুদ্রের গড়পড়তা পানি তলের (M.S.L) যে বিন্দুতে স্পর্শক সৃষ্টি করে, ঐ বিন্দু হতে দৃষ্টিবিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব (distance of visible horizon) বলে। দর্শকের চিত্রে BC উচ্চতার জন্য AC দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব। দিগন্ত দূরত্বে আকাশ পৃথিবীতে মিলে গেছে বলে দর্শকের নিকট ভ্রম হয়।



চিত্র ঃ ৯.১৩

৯.৫ নং অনুচ্ছেদে দেখানো হয়েছে যে, যদি শুধুমাত্র পৃথিবীর বক্রতা বিবেচনা করা হয় তবে $h = 0.0785d^2$

তাহলে $d = \sqrt{\frac{h}{0.0785}}$ কি.মি. হবে।

কিন্তু অধিক দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণ উভয়ই প্রভাব ফেলে থাকে। ফলত $h = 0.06729d^2$ হয়।

এক্ষেত্রে $d = \sqrt{\frac{h}{.06729}}$ কিলোমিটার হবে।

যদি উচ্চতা h এর মানকে পৃথিবীর ব্যাসের তুলনায় নগণ্য ধরা না হয়, তবে চিত্র ৯.১৩ হতে দেখানো যায় যে,

$AC^2 = (BC + BO)^2 — (AO)^2$

$d^2 = (h + R)^2 — R^2$

বা, $d^2 = h^2 + 2Rh + R^2 — R^2$

বা, বা $d^2 = h(h + 2R)$ [2R = পৃথিবীর ব্যাস = D]

বা, $d^2 = h(h + D)$

$\therefore d = \sqrt{h(h + D)}$ (h, D, d একই এককে)

পর্যবেক্ষণ স্টেশন বিন্দুতে অংকিত অনুভূমিক রেখাও উক্ত বিন্দুতে অংকিত দিগন্ত রেখা যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে দিগন্ত আনতি কোণ বলা হয়। এ কোণ দিগন্ত রেখা পৃথিবীর কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তার সমান।

(চিত্রঃ ৯.১৩ অনুযায়ী) CE অনুভূমিক রেখা এবং CO ওলন রেখা। কাজেই তারা পরস্পরের উপর লম্ব। অতএব $\angle ECO = 90°$। $\angle ACO = \phi$ হলে দিগন্ত আনতি কোণ, $\theta = 90° — \phi$ . . . . (i)

ত্রিভুজ ACO তে $\angle CAO + \phi + \angle AOC = 180°$

$\therefore \angle AOC = 180° - 90° - \phi$

$\therefore \angle AOC = 90° - \phi$

$\therefore \angle AOC = 90° - \phi = \theta$

অর্থাৎ, দিগন্ত দূরত্ব পৃথিবীর কেন্দ্রে যে পরিমাণ কোণ উৎপন্ন করে তা দিগন্ত আনতি কোণের সমান।

এই আনতি কোণ, $\theta = \frac{\text{বৃত্তচাপ AB}}{\text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}}$

$= \frac{d}{R}$ রেডিয়ান

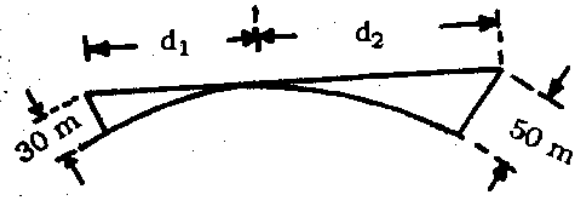
d = AB প্রায়

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

৯.৮ দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব ও দিগন্ত আনতি কোণ সংক্রান্ত সমস্যার সমাধান (Solution on problems on visible horizon and dip of the horizon) ঃ

উদাহরণ-১ । পরস্পর বিপরীতমুখীগামী 30 মিটার ও 50 মিটার মাস্তুলবিশিষ্ট দু'টি জাহাজ ঘন্টায় 10 কি.মি. বেগে কোন এক বিন্দু হতে যাত্রা করল। যাত্রার পর কতক্ষণ পর্যন্ত জাহাজদ্বয় পরস্পরকে দেখতে পাবে? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১০]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৪

প্রথম জাহাজটির মাস্তুলের জন্য দিগন্ত দূরত্ব, $d_1 = \sqrt{\frac{30}{0.06729}}$

$= 21.115$ কি.মি.

দ্বিতীয় জাহাজটির মাস্তুলের জন্য দিগন্ত দূরত্ব, $d_2 = \sqrt{\frac{50}{0.06729}}$

$= 27.26$ কি.মি.

অতএব মোট দিগন্ত দূরত্ব $= 21.115 + 27.26$

$= 48.375$ কি.মি.

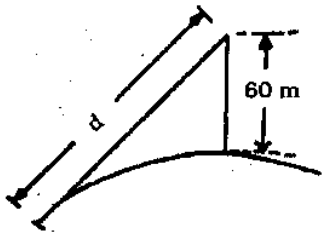
প্রতি ঘন্টায় পরস্পরে ব্যবধান $= 10 + 10 = 20$ কি.মি.

দৃশ্যমান সময় $= \frac{48.375}{10 + 10} = 2.41875$ ঘন্টা

$= 2$ ঘন্টা 25 মিনিট 7.5 সেকেন্ড

উদাহরণ-২ । গড় সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে 60 মিটার উঁচু একটি পর্যবেক্ষণ টাওয়ারের দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কত হবে? যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6371 কিলোমিটার হয়, তবে দিগন্ত আনতি কোণের পরিমাণ কত হবে?

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৫

আমরা জানি,

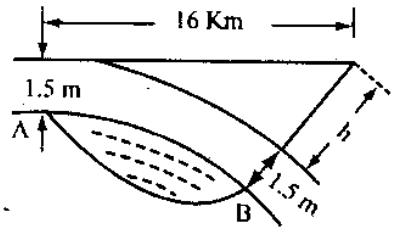
দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব, $d = \sqrt{\frac{h}{.06729}} = \sqrt{\frac{60}{.06729}} = 29.86$ কি.মি.

আমরা জানি, দিগন্ত আনতি কোণ, $\phi = \frac{d}{R} = \frac{29.86}{6371}$ রেডিয়ান

$= \frac{29.86}{6371} \times \frac{180}{p} = 0°16'6.75''$.

উদাহরণ-৩। 16 কিলোমিটার প্রশস্ত নদীর দু' বিপরীত পাড়ে A ও B দু'টি বিন্দু। A বিন্দু হতে B বিন্দুর পর্যবেক্ষণ টাওয়ারটি ধ্বংস করার জন্য A বিন্দুর 1.5 মিটার উপর দিয়ে ঠিক দিগন্ত রেখায় গোলা নিক্ষেপ করা হলো। যদি B বিন্দুর পর্যবেক্ষণ টাওয়ারের উচ্চতা 15.00 মিটার হয়, তবে গোলায় টাওয়ারটি ধ্বংস হবে কি? (শুধুমাত্র পৃথিবীর বক্রতা বিবেচ্য)

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৬

B বিন্দুতে টাওয়ারের উচ্চতা (1.5 + h) ∠15.00 মিটার হলে গোলাটি টাওয়ারে আঘাত হানবে।

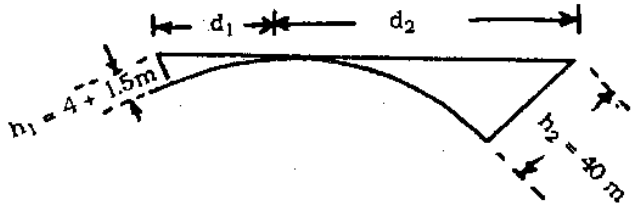
$h = \sqrt{\frac{16}{.0785}} = 14.28$ মিটার

$h + 1.5 = 14.28 + 1.5 = 15.78$ মিটার > 15.00 মিটার

অতএব, গোলাটি পর্যবেক্ষণ টাওয়ারে আঘাত হানবে না।

উদাহরণ-৪। একজন পরিদর্শক গড় সমুদ্রতল হতে 4.00 মিটার উঁচু জেটির উপর দাঁড়িয়ে 40 মিটার মাস্তুলবিশিষ্ট একটি জাহাজ ছাড়ার 2 ঘন্টা পর পর্যন্ত জাহাজটি দেখতে পেল। যদি জেটি হতে পরিদর্শকের চোখের উচ্চতা 1.5 মিটার হয়, তবে জাহাজের গতিবেগ ও দূরত্ব কত ছিল? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১, ১৪]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৭

গড় সমুদ্রতল হতে দর্শকের চোখের উচ্চতা = 4.00 + 1.5

= 5.5 মিটার

উক্ত উচ্চতার জন্য দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব, $d_1 = \sqrt{\frac{5.5}{0.06729}}$

= 9.04 কি.মি.

মাস্তুলের উচ্চতার জন্য দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব $d_2 = \sqrt{\frac{40}{0.06729}}$

= 24.38 কি.মি.

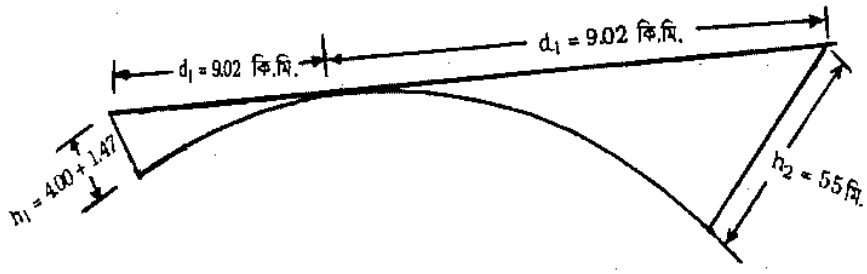
অতএব, মোট দৃশ্যমান দূরত্ব = 9.04 + 24.38 = 33.42 কিলোমিটার।

নির্ণেয় জাহাজের গতিবেগ $= \frac{33.42}{2} = 16.71$ কি.মি./ঘন্টা।

উদাহরণ-৫। গড় সমুদ্রতল হতে 4 মিটার উঁচু একটি জাহাজের পাটাতনের উপর 1.47 মিটার উঁচু (চক্ষু উচ্চতা) একজন নাবিক অপর একটি জাহাজের 55 মিটার উঁচু মাস্তুলের শীর্ষ (ঠিক দিকচক্রবালে) দেখতে পেল। জাহাজ দুটোর মাঝে দূরত্ব নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৮

গড় সমুদ্রতল হতে চোখের উচ্চতা 4.00 + 1.47 = 5.47 মিটার

উক্ত উচ্চতার জন্য দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব, $d_1 = \sqrt{\frac{5.47}{0.06729}} = 9.02$ কি. মি.

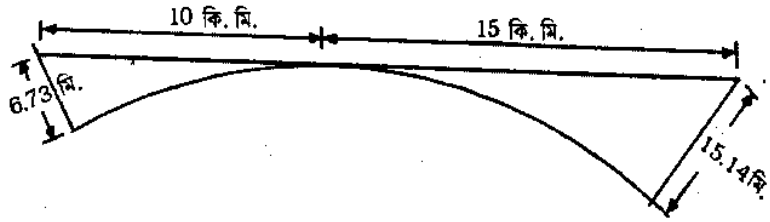
মাস্তুলের উচ্চতার জন্য দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব, $d_2 = \sqrt{\frac{55}{0.06729}} = 28.59$ কি. মি.

জাহাজ দু'টোর মাঝে দূরত্ব = $d_1 + d_2 = 9.0_2 + 28.59 = 37.61$ কি. মি.

উদাহরণ-৬। দুটি জাহাজ একই বন্দর হতে একই দিকে একই সময়ে সমুদ্রে যাত্রা করল। জাহাজদ্বয়ের মাস্তুলের উচ্চতা 15.14 মিটার ও 6.73 মিটার এবং গতিবেগ প্রতি ঘন্টায় যথাক্রমে 12 কিলোমিটার ও 7 কিলোমিটার। যাত্রার পর কতক্ষণ এবং কতদূর পর্যন্ত জাহাজ দুটি পরস্পরকে দেখতে পাবে?

[বাকাশিবো-২০০৮, ১২, ১৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৯

জাহাজ দুটির মাস্তুলের জন্য দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব $= \sqrt{\frac{6.73}{0.06729}} + \sqrt{\frac{15.14}{0.06729}}$

$= 10 + 15$

$= 25$ কিলোমিটার

প্রতি ঘন্টা পর পরস্পরের দূরত্বের ব্যবধান = 12 – 7 = 5 কিলোমিটার।

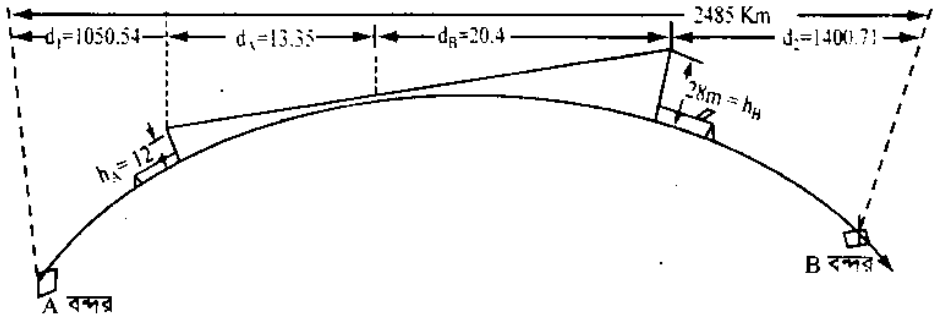
দৃশ্যমান সময় = 25 ÷ 5 = 5 ঘন্টা

এ সময়ে দ্রুতগামী জাহাজটি অতিক্রম করবে = 12 × 5 = 60 কিলোমিটার।

এ সময়ে ধীরগামী জাহাজটি অতিক্রম করবে = 7 × 5 = 35 কিলোমিটার।

উদাহরণ-৭। দুটি সমুদ্রবন্দরের মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব 2485 কিলোমিটার। একই সময়ে দুটি জাহাজ A ও B যথাক্রমে ১ম ও ২য় সমুদ্রবন্দর হতে পরস্পরের দিকে যথাক্রমে 45 কিমি./ঘণ্টা এবং 60 কিমি./ঘণ্টা বেগে ছেড়ে গেল। A ও B জাহাজের মাস্তুলের উচ্চতা পানি সমতল হতে যথাক্রমে 28 মিটার ও 12 মিটার হলে কত সময় পর জাহাজ দুটির পরস্পর দিকচক্রবালে দৃষ্টিগোচর হবে? [বাকাশিবো-২০০১, ০৯]

সমাধান ঃ



১নং বন্দর ২নং বন্দর

চিত্র ঃ ৯.২০

A জাহাজের জন্য দৃশ্যমান দিক চক্রবাল দূরত্ব, $d_A = \sqrt{\frac{12}{0.06729}} = 13.35$ কিমি.

B জাহাজের জন্য দৃশ্যমান দিক চক্রবাল দূরত্ব, $d_B = \sqrt{\frac{28}{0.06729}} = 20.40$ কিমি.

A ও B জাহাজ পরস্পরের মাস্তুল শীর্ষ 13.35 + 20.40 = 33.75 কিমি দূরত্ব হতে দিকচক্রবাল দেখতে পাবে।

A ও B জাহাজ বিপরীত দিক হতে যৌথভাবে $d_1 + d_2 = 2485 - 33.75 = 2451.25$ কিমি.

অতিক্রমের পর পরস্পরের মাস্তুল শীর্ষ দিক চক্রবালে দেখতে পাবে।

প্রতি ঘণ্টায় জাহাজদ্বয় অতিক্রম করে 45 + 60 = 105 কিলোমিটার।

জাহাজ ছাড়ার সময় হতে $\frac{2451.25}{105} = 23.345$ (প্রায়) ঘণ্টা পর জাহাজদ্বয় পরস্পরের মাস্তুল শীর্ষ দেখবে।

● [এ সময়ে A জাহাজ অতিক্রম করবে $d_1 = 45 \times \frac{2551.25}{105} = 1050.54$ কিমি.

এবং B জাহাজ অতিক্রম করবে, $d_2 = \frac{60 \times 2451.25}{105} = 1400.71$ কিমি.

অর্থাৎ ১ম বন্দর হতে 1050.54 কিমি দূরে এবং ২য় বন্দর হতে 1400.71 কিমি দূরে A ও B জাহাজ পরস্পরের মাস্তুল শীর্ষ দেখতে পাবে।]

৯.৯ লেভেলিং এ সাধারণ ভুলভ্রান্তি (Common mistakes in levelling) ঃ

নিম্নে লেভেলিং এ যে সকল সাধারণ ভুলভ্রান্তি হয়ে থাকে সেগুলোর সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হলো ঃ

(ক) পরিবর্তন বিন্দুতে অগ্র ও পশ্চাৎ পাঠ গ্রহণকালে স্টাফের নিম্নপ্রান্ত একই স্থানে (পরিবর্তন বিন্দুতে) না থাকলে ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় লেভেলিং করা কালে ভুলের পরিমাণ বাড়তে থাকে।

(খ) পাঠ গ্রহণকালের স্টাফ পাঠ নিচের দিক হতে না হিসাব করে ভুলবশত উপরের দিক হতে হিসাব করে পাঠ গ্রহণ করলে ভুল স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে, ফলত লেভেলিং এ মারাত্মক প্রভাব ফেলবে।

(গ) কলিমেশন হেয়ারে বা মধ্য হেয়ারে পাঠ না পড়ে স্টেডিয়া হেয়ারে (উপরের বা নিচের হেয়ারে) পাঠ গ্রহণ করলে প্রকৃত পাঠ অপেক্ষা কম বা বেশি পাঠ পাওয়া যায়।

(ঘ) মিটার ও ডেসিমিটারে ভুল পাঠ গ্রহণ করা।

(ঙ) পাঠ গ্রহণকালে সংখ্যা মান ভুল পড়া, যেমন– 9 এর স্থলে 6 বা 6 এর স্থলে 9 ইত্যাদি।

(চ) ভুল কলামে পাঠ লেখা, যেমন– অগ্রবর্তী পাঠকে পশ্চাৎ পাঠের কলামে বা পশ্চাৎ পাঠকে অগ্রবর্তী কলামে লেখা ইত্যাদি।

(ছ) সমতলমিতি লঘুকরণকালে পশ্চাৎ পাঠকে বিয়োগ ও অগ্রবর্তী পাঠ যোগ করা ইত্যাদি।

(জ) কোন স্টাফ পাঠ লেভেল বইতে না লেখা।

(ঝ) স্টাফকে সম্পূর্ণরূপে বর্ধিত না করা।

(ঞ) স্টাফ পাঠ ভুল লেখা (যেমন– 1.422 স্থলে 1.242 ইত্যাদি) ।

(ট) মন্তব্যের কলামে ভুল মন্তব্য লেখা।

৯.১০ লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তির মান ও অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির সীমা (Magnitude and permissible limits of closing error in levelling) ঃ

লেভেলিং এ নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর মিলন ভ্রান্তির মান নির্ভর করে ঃ

(ক) লেভেল যন্ত্রের ও স্টাফের ধরনের উপর,

(খ) জরিপকরের দক্ষতার উপর,

(গ) ভূপৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্যের উপর।

(ঘ) আবহাওয়ার অবস্থার উপর।

মিলন ভ্রান্তির মান নির্ণয়ের জন্য নিম্নের সূত্রটি ব্যবহৃত হয় ঃ

$E' = C'\sqrt{K}$ (মেট্রিক পদ্ধতিতে)

$E = C\sqrt{M}$ (এফ.পি.এস. পদ্ধতিতে)

এখানে E and E'= অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তি যথাক্রমে মি.মি. ও ফুটে

C and C' ধ্রুব

M =দূরত্ব মাইলে

K = দূরত্ব কি.মি. এ

নিচে বিভিন্ন ধরনের লেভেলিং এর অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তির সীমা উল্লেখ করা হলো ঃ

জরিপের ধরন ও উদ্দেশ্য	ভ্রান্তি (E') মিলিমিটার	ভ্রান্তি (E) ফুট
খসড়া লেভেলিং (পর্যবেক্ষণ ও প্রারম্ভিক)	$\pm 100\sqrt{K}$	$\pm 0.4\sqrt{M}$
সাধারণ লেভেলিং (লোকেশন ও কনস্ট্রাকশন)	$\pm 24\sqrt{K}$	$\pm 0.1\sqrt{M}$
গুরুত্বপূর্ণ লেভেলিং (প্রধান জরিপের বেঞ্চ মার্ক ও বিশদ জরিপের উল্লেখযোগ্য বেঞ্চ মার্ক স্থাপন)	$\pm 12\sqrt{K}$	$\pm .05\sqrt{M}$
নিখুঁত লেভেলিং (সূক্ষ্মভাবে দেশের অভ্যন্তরে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন)	$\pm 4\sqrt{K}$	$\pm .017\sqrt{M}$

অনুশীলনী–৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **লেভেলিং এ অসুবিধাগুলোর মধ্য হতে দু'টি অসুবিধার নাম লিখ।**

উত্তর ঃ লেভেলিং এ নানাবিধ অসুবিধার মধ্যে নিম্নে দু'টি অসুবিধার নাম উল্লেখ করা হলো–

(ক) পাহাড়ে আরোহণ ও অবতরণজনিত অসুবিধা,

(খ) নদী পারাপারে অসুবিধা।

২। **লেভেলিং এ ত্রুটিগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ লেভেলিং এ ত্রুটিগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) যান্ত্রিক ত্রুটি (খ) ব্যক্তিগত ত্রুটি ও (গ) প্রাকৃতিক ত্রুটি।

৩। **লেভেলিং এ যান্ত্রিক ত্রুটিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ লেভেলিং এ যান্ত্রিক ত্রুটিগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) যন্ত্রের ত্রুটিপূর্ণ স্থায়ী সমন্বয়ন,

(খ) ত্রুটিপূর্ণ ফোকাসিং টিউব,

(গ) ত্রুটিপূর্ণ বাবল টিউব ও

(ঘ) ত্রুটিপূর্ণ স্টাফ।

৪। **লেভেলিং এ চারটি ব্যক্তিগত ত্রুটি উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ লেভেলিং এ চারটি ব্যক্তিগত ত্রুটি নিম্নে উল্লেখ করা হল–

(ক) ত্রুটিপূর্ণ অস্থায়ী সমন্বয়ন,

(খ) স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় না ধরা,

(গ) প্যারালাক্স থাকা অবস্থায় পাঠ গ্রহণ ও

(ঘ) বাবল কেন্দ্রে না থাকা অবস্থায় পাঠ গ্রহণ।

৫। **পৃথিবীর বক্রতা স্টাফ পাঠে কী প্রভাব ফেলে?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

অথবা, স্টাফ পাঠে পৃথিবীর বক্রতার প্রভাব কীরূপ হয়?

উত্তর ঃ পৃথিবীর বক্রতার জন্য কলিমেশন রেখার নিচের স্টেশনে গৃহীত স্টাফ পাঠ প্রকৃত স্টাফ পাঠ হতে অধিক হয় এবং কলিমেশন রেখার উপরের স্টেশনে গৃহীত স্টাফ পাঠ প্রকৃত স্টাফ পাঠ হতে কম হয়।

৬। **আলোর প্রতিসরণ স্টাফ পাঠে কী প্রভাব ফেলে?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

অথবা, স্টাফ পাঠে আলোর প্রতিসরণজনিত প্রভাব কী?

উত্তর ঃ আলোর প্রতিসরণের প্রভাবে দৃষ্টিরেখা ভূপৃষ্ঠমুখী কিছুটা বেঁকে যায় বিধায় কলিমেশন রেখার নিচের স্টেশনে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ প্রকৃত স্টাফ পাঠ হতে কম হয় এবং কলিমেশন রেখার উপরের স্টেশনে গৃহীত স্টাফ পাঠ অধিক হয়।

৭। **বায়ুমণ্ডলে আলোর প্রতিসরণ বাঁকের ব্যাসার্ধ ও পৃথিবীর ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক কী?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, বায়ুমণ্ডলের ঘনত্বের তারতম্যের জন্য সৃষ্ট আলোর প্রতিসরণ বাঁকের ব্যাসার্ধের প্রায় 7 গুণ।

৮। **পৃথিবীর বক্রতার জন্য শুদ্ধির পরিমাণ কত?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ পৃথিবীর বক্রতার জন্য শুদ্ধির পরিমাণ = $\pm 0.0785\ d^2$ [কলিমেশন রেখার নিচের স্টেশনের জন্য (-) এবং উপরের স্টেশনের জন্য (+)]

৯। **আলোর প্রতিসরণের জন্য শুদ্ধির পরিমাণ কত?**

উত্তর ঃ আলোর প্রতিসরণের জন্য শুদ্ধির পরিমাণ = $\pm 0.01121\ d^2$ [কলিমেশন রেখার নিচের স্টেশনের জন্য (+) এবং উপরের স্টেশনের জন্য (−)]

১০। **স্টাফ পাঠে আলোর প্রতিসরণজনিত শুদ্ধির পরিমাণ পৃথিবীর বক্রতাজনিত শুদ্ধির পরিমাণের এক সপ্তমাংশ ধরা হয় কেন?**

উত্তর ঃ আলোর প্রতিসরণের জন্য দৃষ্টিরেখা নিম্নমুখী অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠমুখী হয়। প্রতিসরণের জন্য সৃষ্ট কার্ভের মাত্রা বায়ুমণ্ডলের বায়ুর ঘনত্বের উপর নির্ভর করে বিধায় এর ঘনত্বের তারতম্যের দরুন এর কার্ভটি একটি অনিয়মিত কার্ভে পরিণত হয় এবং গড়ে এর বক্রতার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের প্রায় 7 গুণ। তাই আলোর প্রতিসরণের জন্য শুদ্ধির পরিমাণ পৃথিবীর বক্রতাজনিত শুদ্ধির পরিমাণের এক সপ্তমাংশ ধরা হয়।

১১। **দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব এর সংজ্ঞা লিখ। অথবা দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কী?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১১, ১৩]
অথবা, দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কাকে বলে?

উত্তর ঃ গড় সমুদ্রতলের (M.S.L) উপরের কোন নির্দিষ্ট উচ্চতার বিন্দু হতে তাকালে দৃষ্টিরেখা গড় সমুদ্রতলের যে বিন্দুতে স্পর্শক হয়, দৃষ্টি বিন্দু হতে ঐ স্পর্শক বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব বলা হয়। দর্শকের নিকট ও দূরত্বে আকাশ পৃথিবীতে মিশে গেছে বলে ভ্রম হয়।

১২। **লোটেশনের ব্যাখাসহ মিলন ভ্রান্তি নির্ণয়ের (মেট্রিক একক) সূত্রটি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭]

উত্তর ঃ অনুমোদিত মিলন ভ্রান্তি, $E' = C\sqrt{K}$, (এখানে, C ধ্রুব এবং K দূরত্ব কিলোমিটারে)

১৩। **লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?**

উত্তর ঃ নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি নির্ভর করে ঃ

(ক) লেভেল যন্ত্র ও স্টাফের ধরনের উপর,
(খ) জরিপকরের দক্ষতার উপর,
(গ) ভূপৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্যের উপর ও
(ঘ) আবহাওয়ার অবস্থার উপর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লেভেলিং এ অসুবিধাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.১ দ্রষ্টব্য।

২। **পাহাড়ে আরোহণ ও অবতরণকালে কীভাবে লেভেলিং করবে?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **স্টাফ স্টেশন যন্ত্রের অতি নিকটবর্তী হলে কীভাবে স্টাফ পাঠ নিতে হবে?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **স্টাফ স্টেশন কলিমেশন রেখার উপরে থাকলে কীভাবে স্টাফ পাঠ নিতে হবে?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৫। **কলিমেশন রেখা স্টাফ উচ্চতার উপর দিয়ে অতিক্রম করলে কীভাবে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করা যাবে?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৬। **বিস্তৃত পুকুর বা হ্রদ পারাপারকালে কীভাবে লেভেলিং করবে?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৭। নদী পারাপারে কীভাবে এক পাড় হতে আর.এল অপর পাড়ে স্থানান্তর করবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৮। হার্ডবোর্ড বা কাঠের বেড়ার এক পাশ হতে অপর পাশে কীভাবে আর.এল স্থানান্তর করবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

৯। লেভেলিং কার্য উঁচু দেয়ালে বাধাপ্রাপ্ত হলে দেয়াল অতিক্রমণ প্রক্রিয়া চিত্রসহ বুঝিয়ে লেখ। অথবা, দেয়ালের এক পাশ হতে অপর পাশে কীভাবে আর.এল স্থানান্তর করবে? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

১০। লেভেলিং এ সাধারণ ভুল-ভ্রান্তিগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৯ দ্রষ্টব্য।

১১। দেখাও যে, পৃথিবীর বক্রতার জন্য ভ্রান্তির পরিমাণ = $0.0785d^2$ [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৫, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ দ্রষ্টব্য।

১২। প্রমাণ কর যে, দিগন্ত দূরত্ব পৃথিবীর কেন্দ্রে যে কোন উৎপন্ন করে তা দিগন্ত আনতি কোণের সমান।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৭ দ্রষ্টব্য।

১৩। ভূপৃষ্ঠের বক্রতাজনিত সংশোধনী অনুভূমিক রেখার নিচের স্টেশনের ক্ষেত্রে বিয়োগবোধক, বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ দ্রষ্টব্য।

১৪। ভূপৃষ্ঠের বক্রতাজনিত সংশোধনী অনুভূমিক রেখার উপরের স্টেশনের ক্ষেত্রে যোগবোধক, বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ দ্রষ্টব্য।

১৫। অনুভূমিক রেখার নিচের ও উপরের স্টেশনের ক্ষেত্রে আলোর প্রতিসরণজনিত সংশোধনী যথাক্রমে '+' বোধক ও '–' বোধক হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। লেভেলিং করাকালে যে সকল অসুবিধার সম্মুখীন হয়, এগুলো অতিক্রমের উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ দ্রষ্টব্য।

২। লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। লেভেলিং এ সংযুক্ত সংশোধনীর সূত্রটি প্রতিপাদন কর। প্রয়োজনীয় চিত্র ও নোটেশনের ব্যাখ্যা দিতে হবে। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। লেভেলিং এ যান্ত্রিক, ব্যক্তিগত ও প্রাকৃতিক ত্রুটিগুলোর একটি বিশদ তালিকা তৈরি কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৩ ও ৯.৪ দ্রষ্টব্য।

৫। প্রয়োজনীয় নোটেশন সহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673\ d^2$। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ দ্রষ্টব্য।

৬। লেভেলিং এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনীর পরিমাণ = $\pm 0.01121\ d^2$ [বাকাশিবো- ২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 5 কিলোমিটার ও 1200 মিটার দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতার জন্য সংশোধনী, আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনী ও সংযুক্ত সংশোধনীর পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তরঃ (– 1.962, + 0.28, – 1.682), (– 0.113, + 0.016, – 0.0969)]

২। A হতে B এর দূরত্ব 1500 মিটার। A ও B এর মাঝে A হতে 500 মিটার দূরে C বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে A ও B স্টেশনে যথাক্রমে 2.07 ও 3.10 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দুদ্বয়ের এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 0.9795 মি.]

৩। PQ রেখার দৈর্ঘ্য 1050 মিটার। P হতে PQ দূরত্বের $\frac{1}{21}$ অংশ দূরে R বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে P (BM, RL = 40.00) স্টেশনে পশ্চাৎ পাঠ 1.60 এবং Q স্টেশনে অগ্রবর্তী পাঠ 2.50 পাওয়া গেল। Q স্টেশনের আর.এল কত? [উত্তর ঃ Q (RL = 39.17)]

৪। 30 মিটার উঁচু একটি টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু গড়পড়তা সমুদ্র পানি সমতায় অবস্থিত কত দূরের স্টেশন হতে দেখা যাবে? [উত্তর ঃ 21.11 কি.মি.]

৫। চট্টগ্রাম বন্দরে পানি সমতা হতে 2 মিটার উঁচু জেটিতে দাঁড়িয়ে একজন দর্শক দেখলেন যে, একটি জাহাজ ঘন্টায় 20 কি.মি. বেগে যাত্রা করছে। তিনি জাহাজটির যাত্রার 1 ঘন্টা 30 মিনিট পর দেখলেন যে-এর মাস্তুলের শীর্ষবিন্দু দিকচক্রবালে মিলে যাচ্ছে। জেটি হতে দর্শকের দৃষ্টি উচ্চতা 1.50 মিটার। জাহাজটির মাস্তুলের উচ্চতা নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 34.94 মি.]

৬। একজন জরিপকর পৃথিবীর ব্যাস নির্ণয় করতে গিয়ে শান্ত পানি তলের উপর 2.00 মিটার উঁচুদৃষ্টি রেখায় 12.673 কিলোমিটার দূর হতে 1.2 মিটার উঁচু একটি খুঁটির শীর্ষবিন্দু ঠিক দিগন্ত রেখায় দেখতে পেল। পৃথিবীর ব্যাস কত? [উত্তর ঃ 12749.69 কি.মি.]

৭। A (ঠিক ডেটামে) লেভেলে পৃথিবীর ব্যাস 12500 কিলোমিটার। B (RL = 200) লেভেলে A হতে B এর দূরত্ব 60 কিলোমিটার হলে A লেভেলে A হতে B এর দূরত্ব কত? [উত্তর ঃ 58.14 কি.মি.)]

৮। পরস্পর বিপরীতমুখী গমনকারী দু'টি জাহাজের মাস্তুলের উচ্চতা যথাক্রমে 40 মিটার ও 25 মিটার এবং এদের গতিবেগ যথাক্রমে 20 কিলো/ঘন্টা ও 25 কিলোমিটার/ঘন্টা। যাত্রার কতক্ষণ পর পর্যন্ত এদের পরস্পরের মাস্তুল দেখা যাবে? [উত্তর ঃ 58 মি.. 12.5 মি.]

৯। A হতে B বিন্দুর দূরত্ব 16 কিলোমিটার। B বিন্দুতে 20 মিটার উচ্চতার একটি টাওয়ারকে ধ্বংস করার জন্য A বিন্দুর 2.00 মিটার উপর দিয়ে গোলা নিক্ষেপ করা হলো। টাওয়ারটিতে গোলা আঘাত হানবে কি? (শুধুমাত্র পৃথিবীর বক্রতা বিবেচ্য) [উত্তর ঃ হ্যাঁ, আঘাত হানবে]

১০। কক্সবাজারে গড় সমুদ্রতল হতে 2 মিটার উঁচু জেটিতে দাঁড়িয়ে একজন দর্শক (দর্শকের চক্ষু উচ্চতা 1.2 মিটার) 30 মিটার উচ্চতার মাস্তুলবিশিষ্ট জাহাজকে বন্দর ছেড়ে যাওয়ার 2 ঘন্টা পর পর্যন্ত দেখতে পেল। জাহাজটির গতিবেগ কত ছিল? [উত্তর ঃ 14 কি.মি./ঘন্টা]

১১। গড় সমুদ্রতল অপেক্ষা 70m উঁচু পর্যবেক্ষণ টাওয়ার হতে দিগন্তে দৃশ্যমান দূরত্ব কত হবে? যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 কি.মি. হয় তবে দিগন্ত আনতি কোণ কত হবে? [উত্তর ঃ 32.25 কি.মি. 0°17′20″]

১২। গড় সমুদ্রতল হতে 38m উঁচু একটি জাহাজের পাটাতনের উপর দাঁড়িয়ে 1.5 m উঁচু (চক্ষু উচ্চতা) একজন নাবিক অপর একটি জাহাজের 48 m উঁচু মাস্তুলের শীর্ষ দেখতে পেল। জাহাজদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 50.90 কি.মি.]

১৩। B বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে সামনের A স্টেশনে ও পিছনের C স্টেশনে যথাক্রমে 3.00 মিটার ও (–) 3.00 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। AB = 500 মিটার, AC = 1500 মিটার। A স্টেশনের RL = 40.00 মিটার হলে C স্টেশনের R.L কত? [উত্তর ঃ 46.05 মিটার]

অধ্যায়-১০ কন্টুরিং এর বিভিন্ন দিক (Aspects of Contouring)

১০.১ কন্টুর, কন্টুরিং, অনুভূমিক সমার্থক এবং সমোন্নতি ব্যবধান (Contour, contouring, horizontal equivalent and vertical interval) ঃ

কন্টুর (Contour) ঃ সমতল পৃষ্ঠ (Level surface) ভূপৃষ্ঠের যে রেখার সাথে মিলে যায়, তা কন্টুর। অন্যভাবে বলা যায়, নির্দিষ্ট উপাত্ততল হতে সমলম্ব দূরত্বে অবস্থিত বিভিন্ন বিন্দুর সংযোগকারী কাল্পনিক রেখাকে কন্টুর (Contour) বলা হয়। নক্শায় অঙ্কিত কনটুরকে কন্টুর রেখা বা সমোন্নতি রেখা (contour line) বলা হয়।

ভূপৃষ্ঠস্থ কোন জলাশয়ের পানির উপরিপৃষ্ঠ উক্ত জলাশয়ের তীর সংলগ্ন ভূপৃষ্ঠে যে দাগ বা রেখা বরাবর মিলিত হয়, ঐ দাগ বা রেখাই একটি কন্টুর। উক্ত জলাশয়ের পানির উপর পৃষ্ঠ যদি উপাত্ততল হতে 100 মিটার উপরে থাকে, তবে উক্ত কন্টুরকে 100 মিটার কন্টুর বলা হবে। এখন যদি উক্ত জলাশয়ের পানির উপরিতল (পানি নিষ্কাশনের মাধ্যমে) এক মিটার নিচে নামানো হয় তবে পানি তীর সংলগ্ন ভূপৃষ্ঠের মাটিতে যে রেখায় মিলিত হয়, তা হবে 99 মিটার কন্টুর। এ কন্টুরদ্বয় যদি নকশায় অঙ্কন করা হয় তবে রেখাদ্বয় হবে 99 মিটার এবং 100 মিটার কন্টুর রেখা বা সমোন্নতি রেখা। শোর লাইন (Shore line) একটি কন্টুর রেখার বাস্তব উদাহরণ।

জরিপবিদ্যার যে প্রক্রিয়া বা কলাকৌশলের সাহায্যে কন্টুর মানচিত্র বা নক্শা তৈরি করা হয়, সে প্রক্রিয়া বা কলাকৌশলকে কন্টুরিং (Contouring) বলা হয়।

পাশাপাশি দু'টি কন্টুর এর অনুভূমিক দূরত্বকে অনুভূমিক সমতুল বা অনুভূমিক সমার্থক (Horizontal equivalent) এবং উল্লম্ব দূরত্বকে সমোন্নতি ব্যবধান (Contour interval or vertical interval) বা উল্লম্ব ব্যবধান বা কন্টুর বিরতি বলা হয়।

প্রদত্ত কোন কন্টুর বিরতির জন্য অনুভূমিক সমার্থকের মান ভূমির ঢালের উপর নির্ভর করে। অধিক খাড়া ঢালের ভূমিতে নির্দিষ্ট কন্টুর বিরতির জন্য যে পরিমাণ অনুভূমিক সমার্থক হবে, অপেক্ষাকৃত কম ঢালের ভূমির ক্ষেত্রে ঐ পরিমাণ কন্টুর বিরতির জন্য অনুভূমিক সমার্থকের পরিমাণ তার চেয়ে অধিক হবে অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠের ঢাল যত খাড়া হবে কন্টুর রেখাগুলো তত নিকটবর্তী হবে এবং ঢাল যত কম হবে কন্টুর রেখাগুলো পরস্পর তত দূরবর্তী হবে।

কন্টুর নকশা ভূপৃষ্ঠের মুখায়াব প্রদর্শন করে অর্থাৎ কনটুর নকশায় ভূমির ক্ষেত্রফল (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ) ও উচ্চতা বা গভীরতা প্রদর্শন করে। তাই কন্টুর মানচিত্রকে ত্রিমাত্রিক মানচিত্র বলা হয় এবং কন্টুর জরিপকে ত্রিমাত্রিক জরিপ বলা হয়। এ ভূ-সংস্থানিক অবস্থা প্রদর্শনের জন্য কন্টুর বিরতি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তাই জরিপতব্য এলাকার নিম্নোক্ত বিষয়গুলো বিবেচনা করে কন্টুর বিরতির পরিমাণ নির্ধারণ করতে হয়।

১। **ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা (ভূপৃষ্ঠের ঢাল, বন্ধুরতা ইত্যাদি) ঃ** ভূপৃষ্ঠের ঢাল খাড়া হলে কন্টুর বিরতি অধিক হবে, তা না করলে কন্টুর রেখাগুলো পরস্পর খুবই নিকটবর্তী হবে।

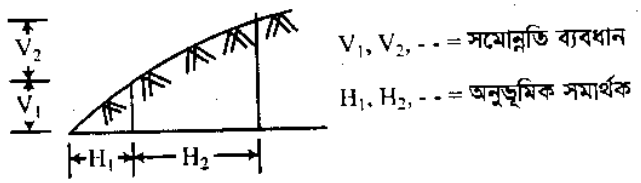
২। **জরিপের উদ্দেশ্য ও পরিসর ঃ** জরিপের উদ্দেশ্যের উপর কন্টুর বিরতি নির্ভর করে, যেমন– অবস্থান জরিপ (Location survey) এর ক্ষেত্রে সাধারণত 2 মিটার, ইমারতের সাইট নির্ধারণে 0.5 মি, জলাধারের ক্ষেত্রে 0.5 মি. হতে 1 মিটার, মাটির কাজের হিসাবকরণে 0.5 মি. ইত্যাদি।

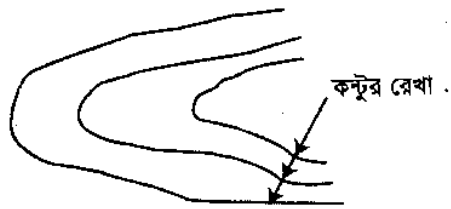
৩। **নকশার স্কেল ঃ** সাধারণ ছোট স্কেলের নকশার ক্ষেত্রে কন্টুর বিরতি অধিক নিতে হয়। যদি কন্টুর বিরতি কম নেয়া হয় তবে মাঠের ও অফিসের কাজ বেড়ে যায়।

৪। **জরিপের জন্য প্রদত্ত সময় ও খরচ ঃ** জরিপের জন্য সময়সীমা সীমিত করে দিলে নির্দিষ্ট সময়ে কাজ সমাপ্তকরণ ও নির্দিষ্ট খরচে কাজ শেষ করার জন্য উপযোগী কন্টুর বিরতি নির্ধারণ করে নিতে হয়।

৫। **সূক্ষ্মতার বা নিখুঁততার মাত্রা ঃ** জরিপ কাজের সূক্ষ্মতার মাত্রা অধিক হতে হলে সময়, খরচ ইত্যাদির বিবেচনায় কন্টুর বিরতি নির্ধারণ করে নিতে হয়।

তবে এলাকার ভূপ্রকৃতি ও মানচিত্রের স্কেলের উপর ভিত্তি করে পাহাড়ি খাড়া ঢালের ছোট স্কেলের মানচিত্রের জন্য অবস্থানুসারে 5, 10, 25 বা 50 মি. কন্টুর বিরতিতে এবং সাধারণ বন্ধুর ভূমির জন্য বড় স্কেলের মানচিত্র 0.25, 0.50, 1 বা 2 মি. কন্টুর বিরতি গ্রহণ করা যেতে পারে। তবে পুরো মানচিত্র একই কন্টুর বিরতিতে সম্পাদন করতে হবে।





চিত্র ঃ ১০.১

১০.২ কন্টুর এর বৈশিষ্ট্য (Characteristics of contour) ঃ

নিচে কন্টুরের বৈশিষ্ট্যগুলো দেয়া হলো ঃ

(ক) একটি কন্টুরের প্রত্যেকটি বিন্দুর এলিভেশন সমান অর্থাৎ প্রত্যেকটি বিন্দু নির্দিষ্ট উপাত্ত তল হতে সমলম্ব দূরত্বে অবস্থিত।

(খ) পাহাড়ের খাড়া দিক বা পাহাড়ের ঝুলে থাকা (Overhanging) অংশ ছাড়া কখনও বিভিন্ন এলিভেশনের দু'টি কন্টুর পরস্পরকে ছেদ করবে না বা পরস্পর মিলিত হবে না।

(গ) একটি কন্টুর কখনও মানচিত্রের মাঝখানে শেষ হবে না। এটা হয় মিলে যাবে, না হয় মানচিত্রের বাইরের দিকে চলে যাবে।

(ঘ) কন্টুরের অনুভূমিক সমার্থক ভূপৃষ্ঠের ঢালের (Slope) বিপরীত অনুপাতে বাড়ে। কন্টুর পর্বত শীর্ষে এবং খাড়াই জলাশয়ে নিকটবর্তী হয়। কন্টুর রেখা যত নিকটবর্তী হয় ঢালের মাত্রা তত বেশি হয়।

(ঙ) সমদূরত্বে কন্টুর রেখার অবস্থিতি সমঢাল নির্দেশ করে।

(চ) সরল সমান্তরাল ও সমদূরত্বে অবস্থিত কন্টুর রেখা সমতল ভূমি নির্দেশ করে।

(ছ) ধারাবাহিক বদ্ধ কন্টুর রেখাগুলোর যদি ভিতরের দিকের কন্টুর মান অধিক হয় তবে পাহাড় বা টিলা বা মৃত্তিকার স্তূপ ইত্যাদি নির্দেশ করে।

(জ) ধারাবাহিক বদ্ধ কন্টুর রেখাগুলোর যদি বাইরের দিকের কন্টুর মান অধিক হয়, তবে ডোবা, জলাশয় বা পুকুর ইত্যাদি নির্দেশ করে।

(ঝ) ধারাবাহিক কন্টুর রেখার ভিতরের দিকের মান কম হলে পানি নিষ্কাশন নালা বা খাল ইত্যাদি নির্দেশ করে।

(ঞ) ধারাবাহিক কন্টুর রেখার ভিতরের দিকের মান অধিক হলে বাঁধ, আইল ইত্যাদি নির্দেশ করে।

(ট) অশান্ত পানির উপর দিয়ে আড়াআড়ি লাইন টানা যায় না। তাই নদীর উপকূল বরাবরে কন্টুর রেখা টানতে হয়।

(ঠ) কন্টুর রেখা খণ্ড খণ্ড হতে পারে না।

(ড) কন্টুর রেখা উপত্যকা ও অধিত্যকা রেখাকে সমকোণে ছেদ করে।

১০.৩ কন্টুরের ব্যবহার (Uses of contour) ঃ

নিচে কন্টুরের ব্যবহার দেয়া হলো ঃ

(ক) সাধারণ ব্যবহার ঃ

(i) কোন এলাকার কন্টুর মানচিত্রের সাহায্যে ঐ এলাকার ভূমির বন্ধুরতা, পাহাড়-পর্বত, জলাশয় ইত্যাদির অবস্থান সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করা যায়।

(ii) কন্টুর ম্যাপ হতে বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা গভীরতা জানা যায়।

(iii) কোন স্থান হতে কোন স্থান দেখা যাবে তা কন্টুর ম্যাপ হতে সহজেই জানা যায়।

(iv) কন্টুর ম্যাপ ত্রিমাত্রিক বিধায় সহজেই দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা বা গভীরতা জানা যায়।

(খ) ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহার ঃ

(i) এটা বিভিন্ন ইঞ্জিনিয়ারিং যেমন ঃ প্রকল্পের (যেমন সড়ক, রেলপথ, খাল পয়ঃপ্রণালি, পাইপ লাইন, বাঁধ, পানি সরবরাহ ও নিষ্কাশন ইত্যাদির) উপযুক্ত ও সুবিধাজনক স্থান নির্বাচনে সহায়তা করে।

(ii) এটা কোন প্রকল্পের জন্য মাটিকাটা ও ভরাটের পরিমাণ নির্ণয়করণে সহায়তা করে।

(iii) এটা অববাহিকা অঞ্চলের ক্ষেত্রফল, আবদ্ধ জলাশয়ের যেমন হ্রদ, জলাধার, ডোবা, পুকুর ইত্যাদির ধারণক্ষমতা নির্ণয়করণে সহায়তা করে।

(iv) এটা বন্যায় আক্রান্ত হওয়ার স্থান ও ঢালু দিক নির্দেশ করে এবং পানি নিষ্কাশনে সহায়ক দিকের অবস্থান দেখিয়ে দেয়।

(v) এটা হতে সহজেই ছেদন চিত্র অঙ্কন করে ভূরূপ প্রদর্শন করা যায়।

(vi) প্রকৌশলীগণ যে কোন গুরুত্বপূর্ণ প্রকল্প প্রণয়ন ও বাস্তবায়নে এটা ব্যবহার করে।

(গ) সামরিক ব্যবহার ঃ

(i) এটা সৈন্যদেরকে আত্মরক্ষার জন্য উপযোগী স্থান নির্বাচনে, আশ্রয় গ্রহণে এবং শত্রু সৈন্যের উপর আক্রমণ রচনার সুবিধাজনক স্থান নির্বাচনে সহায়তা করে।

(ii) এটা সৈন্যদের সমরাস্ত্র, রসদপত্র ইত্যাদি গুদামজাতকরণের সুবিধাজনক স্থান নির্বাচনে সহায়তা করে।

(iii) শত্রু সৈন্যদের সম্ভাব্য অবস্থান নির্ণয়ে, গতিবিধি লক্ষকরণে ও সহজ যাতায়াতের পথ নির্বাচনে সহায়তা করে।

(iv) এর উপর ভিত্তি করে যুদ্ধকৌশল নির্ধারণ, ভারী সমরাস্ত্র স্থাপনা নির্মাণ, সৈন্যদেরকে স্থানান্তরকরণ প্রক্রিয়া নির্ধারণ করা হয়ে থাকে।

১০.৪ কন্টুর জরিপ পদ্ধতি (Methods of contouring) ঃ

কন্টুর জরিপের পদ্ধতিগুলো নিচে দেয়া হলো ঃ

(ক) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direct method) ঃ

(i) বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি

(ii) বিকিরণ রেখা পদ্ধতি

(খ) পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect method) ঃ

(i) বর্গক্ষেত্র বা গ্রিড পদ্ধতি

(ii) টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি

(iii) প্রস্থচ্ছেদ পদ্ধতি।

১০.৫ বিভিন্ন পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপের প্রক্রিয়া (Procedure of different method of contouring) ঃ

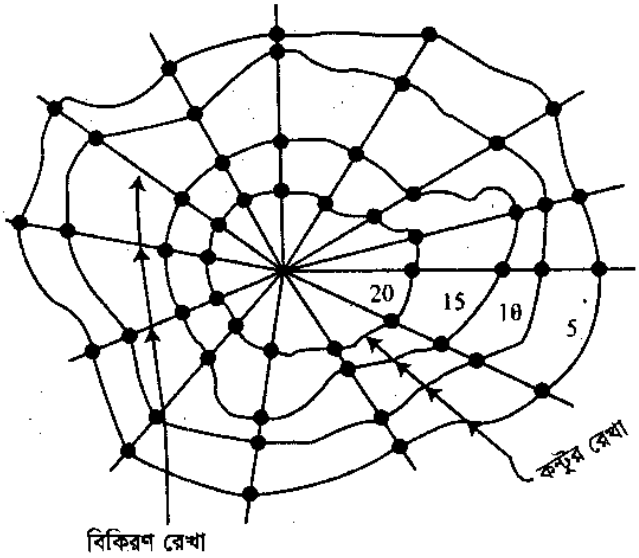
নিম্নে বিভিন্ন পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপ করার প্রক্রিয়া উদ্ধৃত করা হল ঃ

(ক) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি ঃ

(i) **বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি ঃ** এ পদ্ধতিটি ছোট এলাকার কন্টুর নক্শা তৈরিকরণের জন্য উপযোগী। এ পদ্ধতিতে কন্টুর রেখার সঠিক অবস্থান নির্ণয় করা যায়। তবে এটা মন্থর গতির বিরক্তিকর পদ্ধতি। এতে প্রথমে লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে একই আর.এল. বিশিষ্ট বিন্দুগুলো চিহ্নিত করতে হয় এবং পরে প্লেন টেবিল, থিওডোলাইট বা অন্য কোন সুবিধাজনক জরিপ পদ্ধতিতে চিহ্নিত বিন্দুগুলো নক্শায় উঠাতে হয়।

কাজের প্রক্রিয়া ঃ প্রথমে ফ্লাই লেভেলিং-এর মাধ্যমে কোন স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক হতে জরিপতব্য এলাকায় বা এলাকার নিকটে অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করতে হয়। এরপর জরিপতব্য এলাকায় যন্ত্র যোজনা করে (সুবিধাজনক স্থানে, যেখান হতে নির্বিঘ্নে অধিক সংখ্যক পাঠ নেয়া যায়) যন্ত্রের যথার্থ সমন্বয়নের পর বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ গ্রহণ করে যন্ত্রের উচ্চতা (RL + স্টাফ পাঠ) নির্ণয় করতে হয়। এরপর ঈপ্সিত কন্টুর রেখার কন্টুর মান পেতে হলে কত স্টাফ পাঠ পেতে হবে তা নির্ণয় করে যে যে বিন্দুগুলোতে ঐ স্টাফ পাঠ পাওয়া যায় ঐগুলো চিহ্নিত করতে হয়। চিহ্নিত বিন্দুগামী কন্টুর রেখাই ঈপ্সিত মানের কন্টুর রেখা। একটি কন্টুর রেখার বিন্দুগুলো চিহ্নিতকরণ সমাপ্ত করার পর পরবর্তী কন্টুর মানের কন্টুর রেখার বিন্দুগুলোর জন্য স্টাফ পাঠের মান নির্ণয় করে পরবর্তী কন্টুর রেখার বিন্দুগুলো চিহ্নিত করতে হয়। বিভিন্ন কন্টুর রেখার বিন্দুগুলো চিহ্নিত করার পর সুবিধাজনক জরিপ পদ্ধতিতে (প্লেন টেবিল, থিওডোলাইট, কম্পাস) বিন্দুগুলো ম্যাপে উঠাতে হয়। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, এক একটি কন্টুরের জন্য একেক রঙের হোয়াইটস্ বা পতাকাসহ খুঁটি ব্যবহার করলে ভ্রান্তির সম্ভাবনা থাকে না।

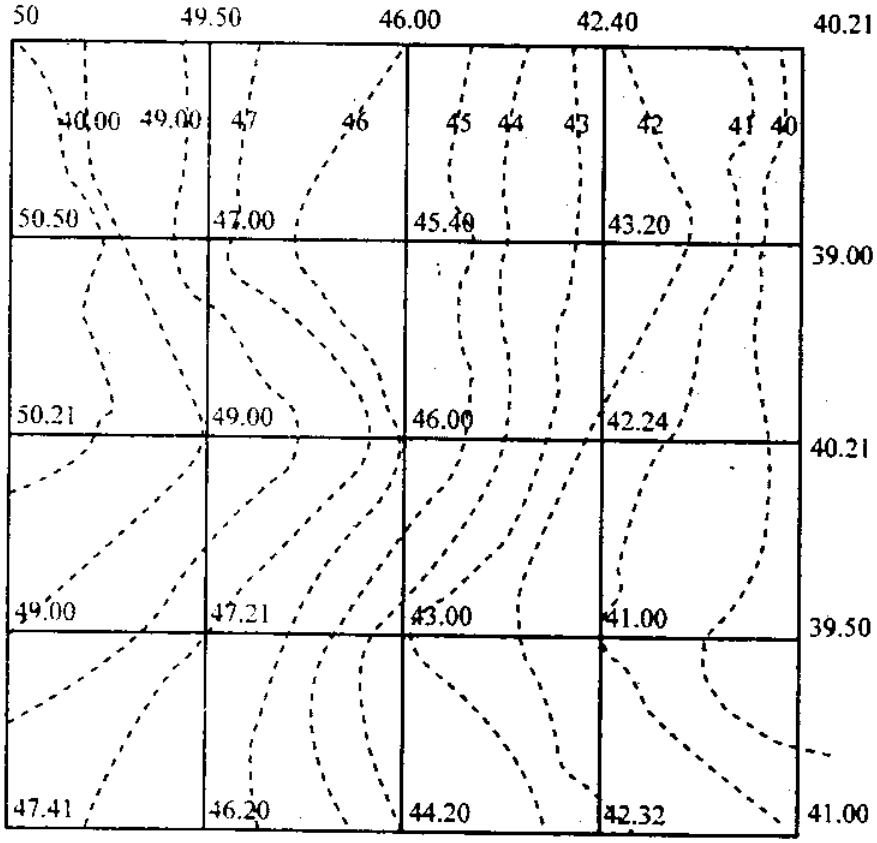
(ii) **বিকিরণ পদ্ধতি ঃ** জরিপতব্য এলাকা ছোট হলে থিওডোলাইট বা কম্পাসের সাহায্যে একটি কেন্দ্রীয় বা সাধারণ বিন্দু হতে পুরো এলাকায় বিকিরণ রেখা টেনে নিতে হবে এবং বিক্ষিপ্ত পদ্ধতির ন্যায় বেঞ্চ মার্ক স্থাপন, যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয়করণ ও স্টাফ পাঠ হিসাব করে নিতে হবে (চিত্রঃ ১০.২)। প্রত্যেকটি বিকিরণ রেখার উপর নির্দিষ্ট কন্টুর মানের কন্টুরের জন্য হিসাবকৃত স্টাফ পাঠ প্রাপ্ত বিন্দুগুলো চিহ্নিত করতে হবে। নক্শায় বিকিরণ রেখাগুলো এদের অন্তর্ভুক্ত কোণ, দিক অনুযায়ী আঁকতে হবে এবং প্রত্যেকটি কন্টুরের জন্য অনুভূমিক দূরত্ব সরেজমিনে মেপে নক্শায় চিহ্নিত করে একই কন্টুরের বিন্দুগুলো ধারাবাহিকভাবে ভগ্নরেখায় বা বক্র রেখায় যোগ করলে কন্টুর রেখাটি ম্যাপে পাওয়া যাবে। একই নিয়মে সকল কন্টুর রেখা ম্যাপে আঁকলে ম্যাপ তৈরি হবে।



চিত্র ঃ ১০.২

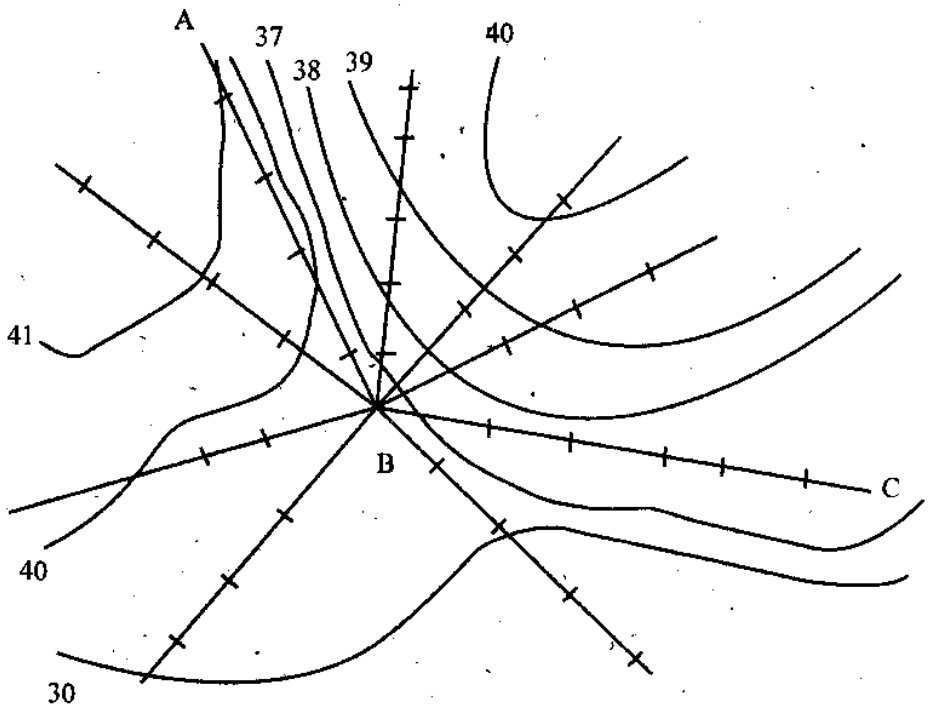
(খ) পরোক্ষ পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে প্রত্যক্ষ পদ্ধতি অপেক্ষা দ্রুততরভাবে, কম খরচে, স্বল্প সময়ে ও স্বল্প পরিশ্রমে কন্টুর নক্শা তৈরি করা যায়। এ পদ্ধতিতে কোন বিন্দুর আর.এল.-কে ঐ বিন্দুর স্পট লেভেল (Spot level) বা স্পট হাইট (Spot height) বলা হয়। এ পদ্ধতিতে পুরো এলাকার উপর বিস্তৃত সারিবদ্ধ রেখার ঈপ্সিত বিন্দুর বা নির্বাচিত বিন্দুর 'স্পট হাইট' নির্ণয় করা হয় এবং ম্যাপে রেখাগুলো টেনে স্পট বিন্দুগুলোর এলিভেশন লেখা হয় এবং প্রাপ্ত এলিভেশনের উপর ভিত্তি করে প্রক্ষেপণের (Interpolation) মাধ্যমে কন্টুর রেখা আঁকা হয়।

(i) বর্গক্ষেত্র বা গ্রিড পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে পুরো এলাকাকে সারিবদ্ধ বর্গক্ষেত্রে (বা আয়তক্ষেত্রে) বিভক্ত করে এদের কোণগুলোতে খুঁটি পুঁতে চিহ্নিত করা হয় এবং প্রত্যেকটি কোনার আর.এল. নির্ণয় করে ম্যাপে লিপিবদ্ধ করে প্রক্ষেপণের মাধ্যমে কন্টুর নক্শা অঙ্কন করা হয়।



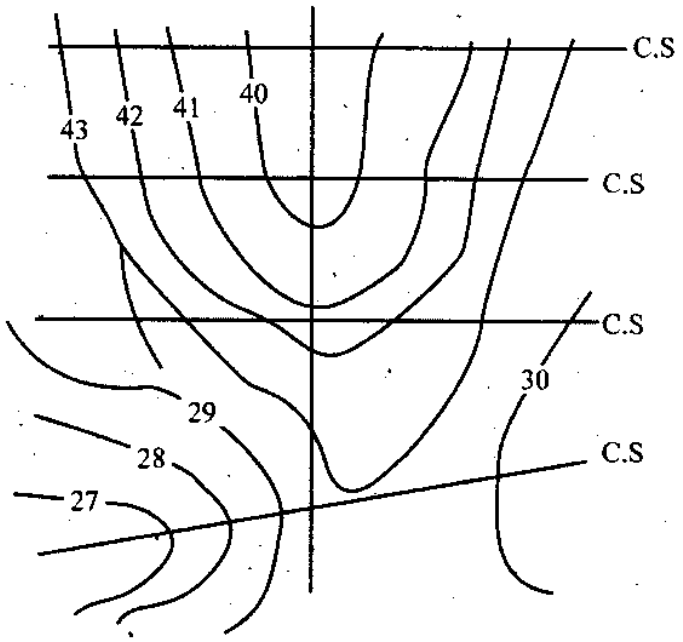
চিত্র ঃ ১০.৩

(ii) টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিটি পাহাড়ি এলাকার জন্য বিশেষ উপযোগী। এ পদ্ধতিতে প্রত্যেক ঘের স্টেশন হতে ঈপ্সিত কৌণিক ব্যবধানে ঈপ্সিত সংখ্যক বিকিরণ রেখা টানা হয় এবং বিকিরণ রেখাগুলোর উপর ঈপ্সিত বিন্দুগুলোতে স্টাফ বসিয়ে প্রত্যেকটি বিন্দুতে উল্লম্ব কোণ ও স্টাফ পাঠত্রয় (দু' স্টেডিয়া পাঠ ও কলিমেশন পাঠ) নেয়া হয় এবং হিসাব করে প্রত্যেকটি বিন্দুর দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয় করা হয়। এরপর প্লট করে এতে কন্টুর রেখাগুলো আঁকা হয়। (চিত্র ঃ ১০.৪)



চিত্র ঃ ১০.৪

(iii) প্রস্থচ্ছেদ পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতি প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ, খাল ইত্যাদির কন্টুর ম্যাপ তৈরির জন্য বিশেষ উপযোগী।



চিত্র ঃ ১০.৫

এ পদ্ধতিতে প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ, বা খালের মধ্যরেখার আড়াআড়ি বা ভূপ্রকৃতি অনুসারে প্রয়োজনে নির্দিষ্ট কোণে বা ঢাল পরিবর্তনের স্থানে, প্রস্থের বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ বসিয়ে বিন্দুগুলোর আর.এল. নির্ণয় করা হয় এবং প্লট করে বিন্দুগুলোর আর.এল. লেখে প্রক্ষেপণের মাধ্যমে কন্টুর ম্যাপ আঁকা হয়। (চিত্র ঃ ১০.৫)

১০.৬ কন্টুর প্রক্ষেপণের প্রাক্কলন পদ্ধতি (Interpolation of contour by estimation method) ঃ

মানচিত্রের উপর ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর মাঝে আনুপাতিক হারে বিভিন্ন মানের কন্টুরের অনুভূমিক সমার্থক নির্ণয় করার প্রক্রিয়াকে কন্টুর প্রক্ষেপণ বলা হয়। প্রাক্কলন (Estimation) প্রক্রিয়া, গাণিতিক (Arithmetical) প্রক্রিয়া ও লৈখিক (Graphical) প্রক্রিয়ায় কন্টুর প্রক্ষেপণ করা যায়।

আমরা এখানে শুধুমাত্র প্রাক্কলন প্রক্রিয়াটি আলোচনা করব।

প্রাক্কলন প্রক্রিয়া ঃ এ পদ্ধতিটি খুবই দ্রুত কিন্তু খুব নিখুঁত নয়। তবে অভিজ্ঞ ও দক্ষ নক্শাকার অনেকটা যথার্থভাবে ও স্বল্প সময়ে কন্টুরগুলো আঁকতে পারে। এ পদ্ধতিতে ম্যাপের উপর চিহ্নিত বিভিন্ন বিন্দুর মাঝে নির্দিষ্ট মানের কন্টুর বিন্দুর অবস্থান অনুমান করে দেখানো হয় এবং বিন্দুগুলো সংযোজনের মাধ্যমে নির্দিষ্ট মানের কন্টুর রেখা আঁকা হয়। তবে ছোট স্কেলের ম্যাপে এ পদ্ধতি ভাল ফলাফল দিতে পারে। (অন্য প্রক্রিয়াগুলো অনুচ্ছেদ ২২.৫ দেয়া হয়েছে।)

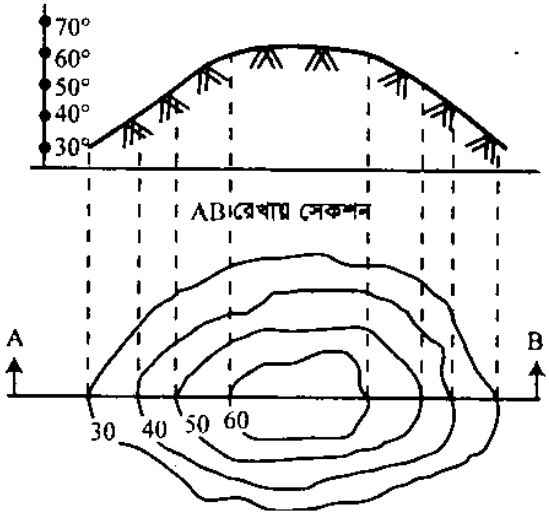
১০.৭ কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন প্রক্রিয়া (Procedure of drawing contour map) ঃ

নিচে কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন প্রক্রিয়া আলোচনা করা হলো ঃ

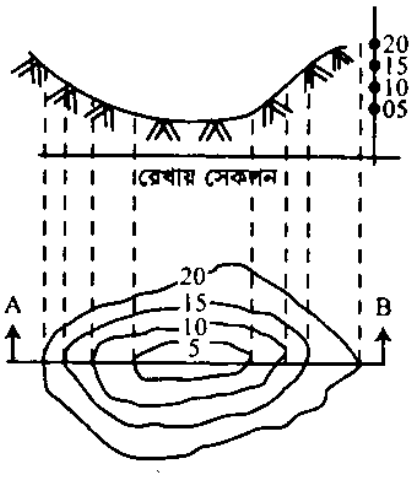
প্রথমে যে এলাকার কন্টুর ম্যাপ অংকন করা হবে ঐ এলাকার নক্শা অঙ্কন করে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল. নকশায় লিপিবদ্ধ করতে হবে। এরপর আর.এল. এর উপর ভিত্তি করে কন্টুর মান অনুযায়ী আনুপাতিক হারে অনুভূমিক দূরত্ব (অনুভূমিক সমার্থক) নির্ণয় করে কন্টুর প্রক্ষেপণ করার পর কালো বা পিঙ্গল বর্ণের কালি দিয়ে যতটুকু সম্ভব বেঞ্চ কার্ভের সাহায্যে এবং মুক্তহস্তে সুষম, সরু বক্ররেখা টেনে কন্টুর রেখাগুলো আঁকতে হবে। সামান্য ব্যবধানে ছোট ছোট ড্যাশ দিয়েও কন্টুর রেখা অঙ্কন করা যাবে। কন্টুর আঁকার জন্য কন্টুর পেন বা জিলটস্ স্টিল পেন নং 303 (Gillot's steel pen No. 303) ব্যবহার করাই উত্তম। প্রতি পঞ্চম রেখা অন্যান্য রেখার তুলনায় মোটা করে আঁকতে হয়। কন্টুর মান (এলিভেশন) কন্টুর রেখার ঠিক উপরে অথবা লাইনে ফাঁক রেখে ফাঁকের মধ্যে লেখা হয়। মানগুলো ক্রমান্বয়ে একটির নিচে একটি লেখা যায়। ছোট স্কেলের ম্যাপে প্রতি পঞ্চম কন্টুর রেখার মান লেখা হয়। প্রথম হতে কন্টুর রেখা প্রক্ষেপণের পূর্ব পর্যন্ত অঙ্কন ও তথ্যাদি পেন্সিলে লেখা হয়। কন্টুর রেখাগুলো কালিতে অঙ্কন সমাপ্তির পর পেন্সিলের লেখাগুলো মুছে দেয়া হয়। চূড়ান্ত ম্যাপে উত্তর রেখা, অবস্থান, স্কেল, সীমানা রেখা ইত্যাদি লিখে দেয়া হয়।

১০.৮ পাহাড়, জলাধার, উপত্যকা ইত্যাদির কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন (Draw contour maps of hill, reservoir, valley etc.) ঃ

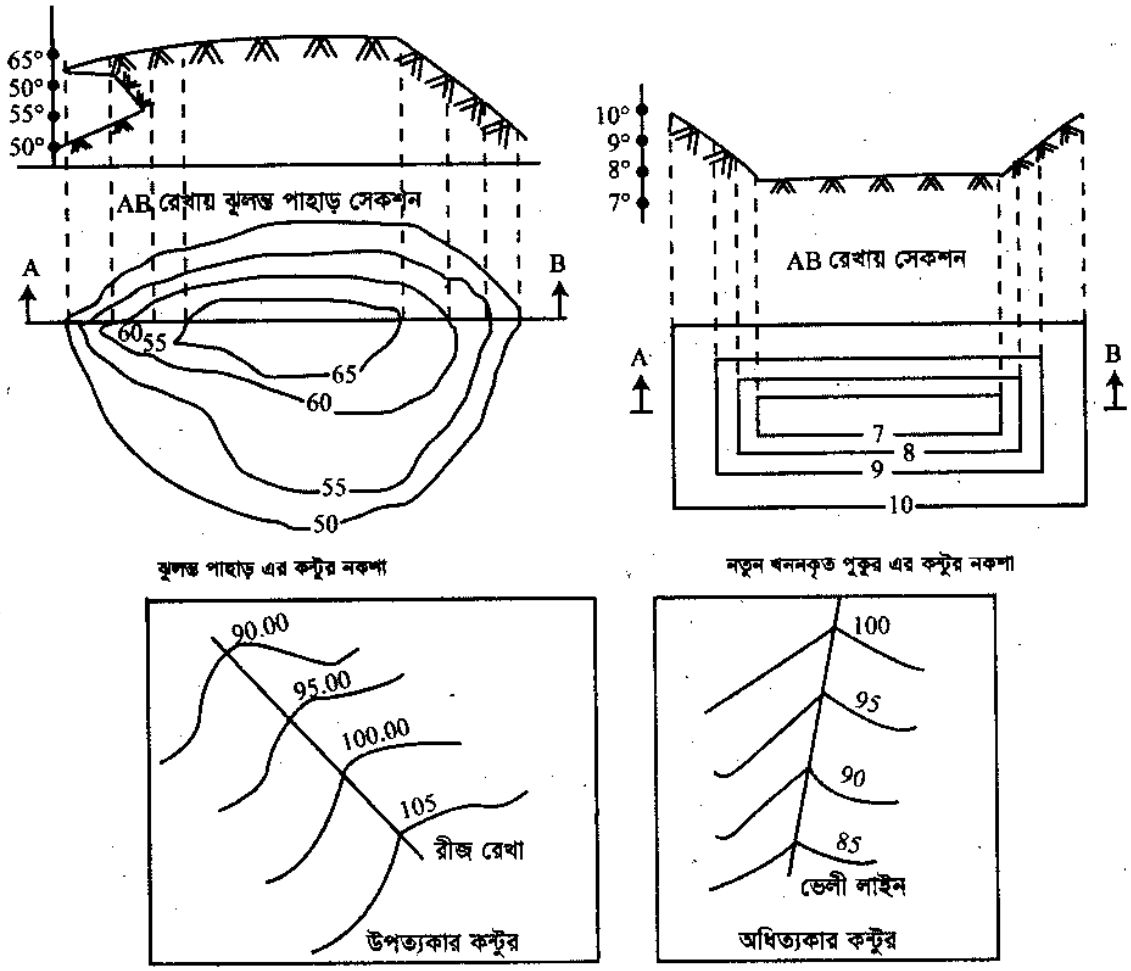
নিম্নে পাহাড়, জলাধার, উপত্যকা ইত্যাদি কন্টুর ম্যাপ দেয়া হল ঃ



পাহাড়ের কন্টুর নকশা



জলাশয় এর কন্টুর নকশা



চিত্র ঃ ১০.৬

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কন্টুর ও কন্টুর রেখা কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১২]

উত্তর ঃ কোন নির্দিষ্ট উপাত্ত তল হতে সমলম্ব দূরত্বে অবস্থিত বিভিন্ন বিন্দুর সংযোগকারী কাল্পনিক রেখাই কন্টুর এবং নকশায় অঙ্কিত কন্টুরই কন্টুর রেখা নামে পরিচিত।

২। **কন্টুরিং কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯, ১২]

উত্তর ঃ জরিপবিদ্যার যে প্রক্রিয়া বা কলাকৌশলের সাহায্যে কন্টুর মানচিত্র বা নকশা তৈরি করা হয়, তাই কন্টুরিং।

৩। **সমোন্নতি ব্যবধান বা কন্টুর বিরতি কী? অথবা কন্টুর ইন্টারভেল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর ঃ পাশাপাশি দু'টি কন্টুরের মধ্যবর্তী উল্লম্ব দূরত্বই সমোন্নতি ব্যবধান বা কন্টুর বিরতি বা কন্টুর ইন্টারভেল।

৪। **অনুভূমিক সমার্থক কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ পাশাপাশি দু'টি কন্টুরের মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্বই অনুভূমিক সমার্থক।

৫। **কী কী বিষয়ের উপর কন্টুর বিরতি নির্ভর করে?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯, ১৩]

অথবা, কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর কন্টুর বিরতি– (১) ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা (২) জরিপের উদ্দেশ্য ও পরিসর (৩) নকশার স্কেল (৪) জরিপের জন্য খরচ ও সময় এবং (৫) নিখুঁততার মাত্রা ইত্যাদির উপর নির্ভর করে।

৬। **কন্টুর নকশার ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো কী কী?**

উত্তর নিম্নের ক্ষেত্রগুলোতে কন্টুর নকশা ব্যবহৃত হয় ঃ

(ক) সাধারণ ব্যবহার ক্ষেত্র (খ) ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহার ক্ষেত্র ও (গ) সামরিক ব্যবহার ক্ষেত্র।

৭। **কন্টুর জরিপ পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর কন্টুর জরিপ পদ্ধতিগুলো হলো– (ক) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি ও (খ) পরোক্ষ পদ্ধতি।

৮। **কন্টুর জরিপের প্রত্যক্ষ পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর কন্টুর জরিপের প্রত্যক্ষ পদ্ধতিগুলো হলো– (ক) বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি ও (খ) বিকিরণ পদ্ধতি।

৯। **কন্টুর জরিপের পরোক্ষ পদ্ধতিগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর কন্টুর জরিপের পরোক্ষ পদ্ধতিগুলো হলো– (ক) বর্গক্ষেত্র বা গ্রিড পদ্ধতি ও (খ) টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি।

১০। **কন্টুর জরিপের বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি কীরূপ এলাকার জন্য উপযোগী?**

উত্তর ছোট পরিসরের এলাকার কন্টুর নকশা তৈরির জন্য বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি বিশেষভাবে উপযোগী।

১১। **কন্টুর জরিপের পরোক্ষ পদ্ধতির সুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর পরোক্ষ পদ্ধতির কন্টুর জরিপ স্বল্প সময়ে, কম পরিশ্রমে, কম খরচে কন্টুর নকশা প্রণয়ন করা যায়।

১২। **কন্টুর প্রক্ষেপণ কী?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৫, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর কন্টুর মানচিত্রের উপর আনুপাতিক হারে বিভিন্ন মানের কন্টুরের অনুভূমিক সমার্থক নির্ণয়ের প্রক্রিয়াই কন্টুর প্রক্ষেপণ।

১৩। **কন্টুর প্রক্ষেপণের প্রক্রিয়াগুলো কী কী?**

উত্তর কন্টুর প্রক্ষেপণের প্রক্রিয়াগুলো হলো–(ক) প্রাক্কলন প্রক্রিয়া (খ) গাণিতিক প্রক্রিয়া ও (গ) লৈখিক প্রক্রিয়া।

১৪। **কন্টুর জরিপের টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি কোন ক্ষেত্রে উপযোগী?**

উত্তর পাহাড়ি বন্ধুর এলাকার কন্টুর জরিপের জন্য টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি উপযোগী।

১৫। **অশান্ত স্রোতস্বিনীর কূল বরাবর কন্টুর রেখা টানতে হয় কেন?**

উত্তর অশান্ত স্রোতস্বিনী বা নদীর আড়াআড়ি কন্টুর রেখা টানা যায় না বিধায় এ সকল ক্ষেত্রে কূল বরাবর কন্টুর রেখা টানতে হয়।

১৬। **কন্টুর মানচিত্র একটি ত্রিমাত্রিক মানচিত্র কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮]

উত্তর কন্টুর মানচিত্র ক্ষেত্রফল ও উচ্চতা বা গভীরতা জ্ঞাপক, অর্থাৎ কন্টুর মানচিত্রে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা বা গভীরতার উল্লেখ থাকে বিধায় কন্টুর মানচিত্র একটি ত্রিমাত্রিক মানচিত্র।

১৭। **পাহাড়ের ঝুলন্ত অংশে কন্টুর রেখাগুলো পরস্পরকে ছেদ করে কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪ (প)]

উত্তর পাহাড়ের ঝুলন্ত অংশে কম আর.এল এর কন্টুর রেখা মানচিত্রের ভিতরের দিকে গমন করে কিন্তু বেশি আর.এল এর অংশ ঝুলন্ত থাকায় তা মানচিত্রের একই অংশে বাইরের দিকে গমন করে। তাই পাহাড়ের ঝুলন্ত অংশে কন্টুর রেখাগুলো পরস্পরকে ছেদ করে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। কন্টুর ও কন্টুরিং এর মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৭, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ দ্রষ্টব্য।

২। কন্টুর বিরতি ও অনুভূমিক সমার্থক কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ দ্রষ্টব্য।

৩। পরোক্ষ পদ্ধতির কন্টুরিং এ কোন নির্দিষ্ট এলিভেশনের কন্টুর রেখার বিন্দুগুলো চিহ্নিত করা হয় না কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। কন্টুরের সাধারণ ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। সামরিক ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ দ্রষ্টব্য।

৬। প্রকৌশল বা ইঞ্জিনিয়ারিং ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ দ্রষ্টব্য।

৭। একটি পাহাড়ের শীর্ষাংশের নমুনা কন্টুর মানচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৮ দ্রষ্টব্য।

৮। একটি পুকুরের নমুনা কন্টুর মানচিত্র অঙ্কন করে এর ছেদিত দৃশ্য দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৮ দ্রষ্টব্য।

৯। কমপক্ষে ৫টি কন্টুর রেখার একটি পাহাড়ের নমুনা কন্টুর মানচিত্র অঙ্কন করে ছেদিত দৃশ্য দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৮ দ্রষ্টব্য।

১০। উপত্যকা ও অধিত্যকা কন্টুর এর নমুনা দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৮ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। কন্টুরের বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.২ দ্রষ্টব্য।

২। বিভিন্ন ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। কন্টুরিং এর প্রত্যক্ষ পদ্ধতিগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। কন্টুরিং এর পরোক্ষ পদ্ধতিগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৫ দ্রষ্টব্য।

৫। কন্টুর মানচিত্র অঙ্কন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৭ দ্রষ্টব্য।

৬। পাহাড়ি এলাকার একটি নমুনা কন্টুর নকশা অঙ্কন কর এবং এতে ভ্যালী লাইন ও রীজ লাইন দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৮ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১১ কন্টুর ম্যাপের প্রয়োগ (Application of Contour Map)

১১.১ কন্টুর ম্যাপের বিবিধ ব্যবহার (Various uses of contour map) ঃ

নিচে কন্টুর ম্যাপের গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহারগুলো দেয়া হল–

(ক) ভূপৃষ্ঠের অবস্থা দেখানোর জন্য সেকশন অঙ্কন ;

(খ) ভূপৃষ্ঠের দু' বিন্দুর আন্তঃদৃষ্টিগোচরতা নিরূপণ ;

(গ) প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ, খাল, পানি নিষ্কাশন প্রকল্পের জন্য উপযোগী, স্থান নির্বাচন ও দিকনির্দেশনা প্রদান ;

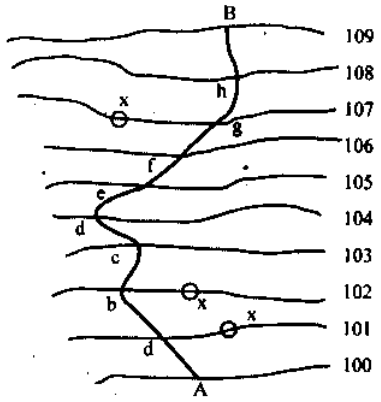
(ঘ) জলাধারের ধারণক্ষমতা নিরূপণ ;

(ঙ) মাটি ভরাট বা মাটি খননের পরিমাণ নিরূপণ।

১১.২ প্রস্তাবিত রাস্তা, খাল ও পানি নিষ্কাশন প্রকল্পের অবস্থান নির্বাচন করার প্রক্রিয়া (Procedure of locating the proposed route for a road, canal and drainage work) ঃ

প্রস্তাবিত রেলপথ, সড়কপথ, খাল ও অন্যান্য অনুরূপ যোগাযোগ মাধ্যমের অবস্থান নির্বাচনের (Route selection) জন্য কন্টুর ম্যাপ খুবই উপকারী।

মনে করি, A ও B বিন্দুর সংযোগ পথ (Route) নির্বাচন করতে হবে। এক্ষেত্রে যদি কন্টুর ম্যাপটিতে কন্টুর ব্যবধান 1 মিটার এবং ঊর্ধ্বমুখী ঢাল 1:40 হয় তবে অনুভূমিক সমার্থক হবে $(1 \times 40) = 40$ মিটার। এখন A বিন্দুকে কেন্দ্র করে মাপের স্কেলে 40 মিটার ব্যাসার্ধ নিয়ে নিকটবর্তী উচ্চতর কন্টুর রেখার উপর বৃত্তচাপ আকলে যে বিন্দুতে বৃত্তচাপ কন্টুর রেখাকে ছেদ করে (a) ঐ বিন্দুকে কেন্দ্র করে একই ব্যাসার্ধে এর পরবর্তী কন্টুর রেখার উপর বৃত্তচাপ আকতে হবে। এ বৃত্তচাপ কন্টুর রেখাকে যে বিন্দুতে (b) ছেদ করে তাকে (b) কেন্দ্র করে একই ব্যাসার্ধের বৃত্তচাপ পরবর্তী কন্টুর রেখার উপর আঁকতে হবে। এভাবে c, d, e, f, g, ইত্যাদি বিন্দুগুলো ধারাবাহিকভাবে কন্টুর রেখাগুলোর উপর চিহ্নিত করা যাবে। যদি কোন বৃত্তচাপ একই কন্টুর রেখা দু'বার ছেদ করে তবে A ও B এর সহজ সংযোগের জন্য উপযোগী বিন্দুটি গ্রহণ করতে হবে। এখন কন্টুর ম্যাপে চিহ্নিত A a b c d e f g h বিন্দুগুলোকে ধারাবাহিকভাবে বক্ররেখায় সংযোগ করলে যে রেখা পাওয়া যাবে, প্রাপ্ত রেখা প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ বা খালের অবস্থানের জন্য নির্বাচন করাই যুক্তিযুক্ত হবে (চিত্র ঃ ১১.১)। এ পথের যতটুকু সম্ভব ধারে কাছে দিয়ে রাস্তা, খাল, প্রকল্প বাস্তবায়ন করতে হবে।



চিত্র ঃ ১১.১

পানি নিষ্কাশন প্রকল্পের ক্ষেত্রে কন্টুর ম্যাপে কন্টুর রেখাগুলোর আড়াআড়ি নিষ্কাশন পথ নির্বাচন করলে সর্বাধিক ঢাল পাওয়া যাবে। তবে এক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হবে যেন সর্বনিম্ন ঢাল 1:800 এর কম না হয়। পার্শ্বস্থ পয়ঃপ্রণালিগুলো সোজা হওয়া বাঞ্ছনীয় এবং এগুলো প্রধান পয়ঃপ্রণালির সাথে তীর্যকভাবে সংযোগ দেয়াই উত্তম। নির্গমন উৎস হতে খুঁটি দিয়ে প্রধান ও পার্শ্ব পয়ঃপ্রণালির গতিপথ নির্দেশ করতে হবে।

১১.৩ কন্টুর ম্যাপ ব্যবহার করে জলাধারের ধারণক্ষমতা নিরূপণ (Calculation of resevoir capacity using contour map) ঃ

কন্টুর ম্যাপ ব্যবহার করে জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের জন্য প্রথমে জলাধারের কন্টুর নকশা অঙ্কন করে বা পূর্বে অংকিত নকশা সংগ্রহ করে প্রত্যেক কন্টুর রেখা দ্বারা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল প্লেনিমিটারের সাহায্যে নির্ণয় করতে হবে। এরপর প্রিজময়েডাল সূত্র, ট্রাপিজয়েডাল সূত্র বা কোন সূত্র (Cone formula) প্রয়োগ করে কন্টুর ব্যবধানের সাহায্যে জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয় করতে হবে। কন্টুর ম্যাপের কন্টুর রেখা পরিবেষ্টিত ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করার পর প্রাপ্ত ক্ষেত্রফলকে ম্যাপের স্কেল অনুযায়ী বাস্তব সরজমিনের ক্ষেত্রফলে রূপান্তর করে নিতে হবে।

(i) **ট্রাপিজয়েডাল নিয়ম ঃ**

জলাধারের ধারণক্ষমতা, $V = D\left[\frac{A_0+A_n}{2} + A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_{n-1}\right]$

(ii) **প্রিজময়েডাল নিয়ম ঃ**

(ক্ষেত্রফল সংখ্যা বিজোড় হলে)

জলাধারের ধারণক্ষমতা,

$V = \frac{D}{3}\left[(A_n + A_n) + 4(A_1 + A_3 + \cdots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \cdots + A_{n-2})\right]$

(iii) **কোন সূত্র ঃ**

জলাধারের ধারণক্ষমতা, $V = \frac{D}{3}(A_n + A_1 + \sqrt{A_0 A_1})$

এখানে D = কন্টুর ব্যবধান (মিটার)

$A_0, A_1 \text{------} A_n$ = হিসাবে ব্যবহৃত ধারাবাহিক কন্টুর রেখাদ্বয়ের কন্টুর রেখায় বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল (বর্গমিটার)

V= জলাধারের ধারণক্ষমতা (ঘনমিটার)।

উদাহরণ-১। একটি জলাধারের কন্টুর ম্যাপ 1:200 স্কেলে অঙ্কিত। এতে 25, 30 ও 35 আর.এল. কন্টুর রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 2.603 বর্গসেন্টিমিটার, 3.52 বর্গসেন্টিমিটার ও 4.201 বর্গসেন্টিমিটার হলে এর ধারণক্ষমতা কত হবে?

[বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ ম্যাপের স্কেল অনুসারে 1 বর্গসেন্টিমিটার = 200 × 200 বর্গসেমি = 4 বর্গমিটার

আর.এল$_{25}$ $A_0 = 2.603 \times 4 = 10.412$ ব.মি.

আর.এল$_{30}$ $A_1 = 3.521 \times 4 = 14.048$ ব.মি.

আর.এল $_{35}$ $A_0 = 4.201 \times 4 = 16.804$ ব.মি.

পানি ধারণক্ষমতা ঃ

(i) ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে–

$V = 5\left[\frac{10.412+16.804}{2} + 14.048)\right] = 138.28$ ঘনমিটার

(ii) **প্রিজময়েডাল নিয়মে–**

$V = \frac{5}{3}\left[(10.412 + 16.804) + 4 \times 14.048\right]$

$= 139.01$ ঘনমিটার

(iii) **কোন সূত্রে–**

$V_1 = \frac{5}{3}\left[10.412 + 14.048 + \sqrt{10.412 \times 14.048}\right]$

$= 60.93$ ঘনমিটার

$V_2 = \frac{5}{3}\left[14.048 + 16.804 + \sqrt{14.048 \times 16.804}\right]$

$= 77.03$ ঘনমিটার

$V = V_1 + V_2 = 137.96$ ঘনমিটার।

উদাহরণ-২। একটি বাঁধের উজানের কন্টুর ম্যাপ হতে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। বাঁধের খালে সৃষ্ট জলাধারে 150 হতে 166 আর.এল. মধ্যে কী পরিমাণ পানি সঞ্চিত থাকবে। 150 আর.এল. এ জলাধারের তলদেশ এবং 166 তে পানির উপরিতল।

[বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৪]

আর.এল. কন্টুর (মিটার)	ক্ষেত্রফল (1000 বর্গমিটার)
150	0.270
152	10.440
154	75.600
156	144.000
158	270.000
160	414.50
162	460.800
164	586.800
166	639.900

সমাধান $A = 0.270$, $A_1 = 10.440$, $A_2 = 75.600$, $A_3 = 144.000$, $A_4 = 270.00$, $A_5 = 414.500$, $A_6 = 460.800$, $A_7 = 586.800$, $A_n = 639.900$, $D = 2$ মিটার

ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে–

জলাধারের ধারণক্ষমতা, $V = D\left[\frac{A_0 + A_n}{2} + A_1 + A_2 + \cdots + A_7\right] \times 1000$

$= 2\left[\frac{0.27 + 639.90}{2} + 10.44 + 75.6 + 144.0 + 270.0 + 414.5 + 460.8 + 586.8\right] \times 1000$

$= 4564450$ ঘনমিটার

প্রিজময়েডাল নিয়মে–

$V = \frac{2}{3}\ [(0.27 + 639.9) + 4\,(10.44 + 144.0 + 414.5 + 586.8) + 2\,(75.6 + 270.0 + 460.80] \times 1000$

$= 4583953.3$ ঘনমিটার

উদাহরণ-৩। একটি বাঁধের উজানে নির্মিত জলাধারের বিভিন্ন সমোন্নতি রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল নিম্নরূপ ঃ

আর.এল	মিটার	100	105	110	115	120	125	130
ক্ষেত্রফল (A)	বর্গমিটার	3000	22500	96000	1,90,000	4,70,000	7,20,000	10,00,000

জলাধারের তলদেশের আর.এল 100 এবং সর্বোচ্চ আর.এল. 130 (মিটার) হলে জলাধারের ধারণক্ষমতা ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে বের কর।

[বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান

নির্ণেয় জলাধারের ধারণক্ষমতা, ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে-

$= 5\left[\left(\frac{3000 + 10,00,000}{2}\right) + (22,500 + 96,000 + 1,90,000 + 4,70,000 + 7,20,000)\right]$

$= 5\ [5,01500 + 14,98,500]$

$= 1,00,00,000$ ঘনমিটার

১১.৪ কন্টুর ম্যাপ ব্যবহার করে মাটিকাটা ও মাটি ভরাটের পরিমাণ নির্ণয়করণ (Calculation of quantity of earth in cutting and filling by using contour map) ঃ

উদাহরণ-১। চিত্রের কন্টুর ম্যাপটির প্রস্থচ্ছেদ আঁক এবং 50.00 আর. এল এর উপরের মাটি কেটে সমান করতে হলে মাটিকাটার কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

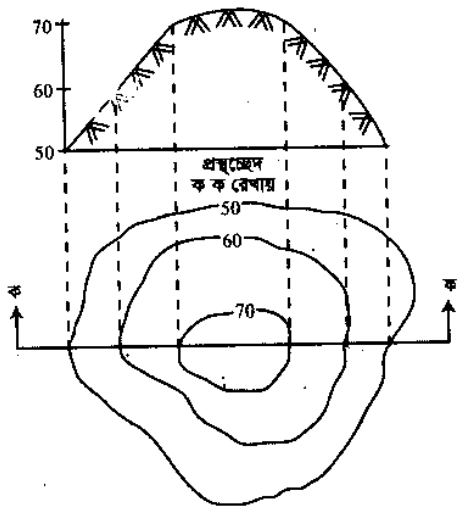
তথ্যাদি ঃ A (R.L. 50) = 15.462 বর্গসেন্টিমিটার

A (R.L. 60) = 10.123 বর্গসেন্টিমিটার

A (R.L 70) = 2.045 বর্গসেন্টিমিটার

স্কেল 1:600 (অনু) এবং 1:100 (উল্লম্ব)

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১১.২

50.00 আর.এল. কন্টুরের প্রকৃত ক্ষেত্রফল $= \frac{600 \times 600 \times 15.462}{100 \times 100}$

= 556.632 বর্গমিটার

60.00 আর.এল. কন্টুরের প্রকৃত ক্ষেত্রেফল $= \frac{600 \times 600 \times 10.123}{100 \times 100}$

= 364.428 বর্গমিটার

70.00 আর.এল. কন্টুরের প্রকৃত ক্ষেত্রফল $= \frac{600 \times 600 \times 2.045}{100 \times 100}$

= 73.62 বর্গমিটার

নির্ণেয় মাটি কাটার পরিমাণ

ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে, $V = 10\left(\frac{73.62 + 556.632}{2} + 364.428\right)$

= 6795.54 ঘনমিটার

প্রিজময়েডাল নিয়মে, $V = \frac{10}{3}\left[(73.2 + 556.632) + 4 \times 364.428\right]$

= 6958.48 ঘনমিটার

উদাহরণ-২। বিগত উপকূলীয় জলোচ্ছ্বাসে 300 মিটার বাঁধ ভেঙে যাওয়ায় তা পুনঃনির্মাণের প্রস্তাব করা হলো। প্রস্থতিতলে বাঁধের প্রস্থ 8 মিটার এবং বাঁধটির 50 মিটার পর পর ভরাটের উচ্চতা 0.67,100, 1.50, 1.67, 2.00, 1.17 ও 0.50 মিটার। বাঁধটি পুনঃনির্মাণে কী পরিমাণ মাটি ভরাটের কাজ করতে হবে? পার্শ্বঢাল 2:1 এবং তলদেশের প্রস্থের দিকে মাটি সমতল অবস্থায় আছে।

[বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A = (B + sh)\,h$

$A_0 = (8 + 2 \times 0.67) \times 0.67 \quad = 6.3$ ব.মি.

$A_1 = (8 + 2 \times 1.00) \times 1.00 \quad = 10.0$ ব.মি.

$A_2 = (8 + 2 \times 1.50) \times 1.50 \quad = 16.5$ ব.মি.

$A_3 = (8 + 2 \times 1.67) \times 1.67 \quad = 18.9$ ব.মি.

$A_4 = (8 + 2 \times 2.00) \times 2.00 \quad = 24.0$ ব.মি.

$A_5 = (8 + 2 \times 1.17) \times 1.17 \quad = 12.1$ ব.মি.

$A_6 = (8 + 2 \times 0.50) \times 0.50 \quad = 4.5$ ব.মি.

প্রিজময়েডাল সূত্র ব্যবহার করে –

আয়তন, $V = \frac{50}{3}\,[(6.3 + 4.5) + 4\,(10.0 + 18.9 + 12.1) + 2\,(16.5 + 24.0)]$

$= 4263.33$ ঘ.মি.

*ট্রাপিজয়েডাল সূত্র ব্যবহার করে–

আয়তন, $V = 50\,[\frac{6.3 + 4.5}{2} + (10.00 + 16.5 + 18.9 + 24.0 + 12.1)]$

$= 4345$ ঘ.মি.

উদাহরণ-৩। 150 মিটার দীর্ঘ একটি সংযোগ সেচ খালের জন্য নিচের তথ্যাদি হতে মাটি খননের পরিমাণ (ক) ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে (খ) প্রিজময়েডাল নিয়মে নির্ণয় কর। খালটির সমদূরত্বে নেয়া ধারাবাহিক প্রস্থচ্ছেদগুলোর ক্ষেত্রফল (বর্গমিটারে) 74, 80, 85, 78, 90 ও 84।

সমাধান প্রশ্নে উদ্ধৃত প্রস্থচ্ছেদ সংখ্যা 6টি।

অতএব, ভাগ সংখ্যা $= 6 - 1 = 5$ টি

প্রতি ভাগের দৈর্ঘ্য $= 150 \div 5 = 30$ মিটার

(ক) ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে–

মাটি খননের পরিমাণ $= 30\,[\frac{74 + 84}{2} + 80 + 65 + 78 + 90]$

$= 11{,}760$ ঘনমিটার

(খ) প্রিজময়েডাল নিয়মে–

যেহেতু প্রশ্নে উদ্ধৃত প্রস্থচ্ছেদ সংখ্যা 6টি, অর্থাৎ জোড়সংখ্যক কিন্তু প্রিজময়েডাল নিয়মে প্রস্থচ্ছেদ সংখ্যা বিজোড় হওয়া শর্ত। তাই প্রথম পাঁচটি প্রস্থচ্ছেদ এর মাটি খননের পরিমাণ প্রিজময়েডাল নিয়মে এবং শেষ ভাগের মাটি খননের পরিমাণ ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে নির্ণয় করা হল।

১ম হতে ৫ম প্রস্থচ্ছেদের মধ্যবর্তী মাটি খননের পরিমাণ,

$$V_1 = \frac{30}{3}\ [(74+90)+4(80+78)+2\times 65]$$

$= 9260$ ঘনমিটার

পঞ্চম হতে ষষ্ঠ প্রস্থচ্ছেদের মধ্যবর্তী মাটি খননের পরিমাণ–

$$V_2 = 30\frac{90+84}{2} = 2610 \text{ ঘনমিটার}$$

সংযোগ খালটির জন্য মাটি খননের পরিমাণ, $V = V_1 + V_2$

$= 9260 + 2610$

$= 11,870$ ঘনমিটার

উদাহরণ-৪। 40.00 আর.এল. বিশিষ্ট প্রস্তুতিতলে 8 মিটার প্রশস্ত উপরিতল সম্পন্ন 180.00 মিটার দৈর্ঘ্যের একটি রাস্তার $1\frac{1}{2}$:1 পার্শ্বঢালে উত্তর হতে দক্ষিণ দিকে নির্মাণ করার প্রস্তাব করা হলো। ভূপৃষ্ঠের অবস্থা পূর্ব হতে পশ্চিমে সমতল। উক্ত রাস্তা লেভেলিং করা কালে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। রাস্তাটির জন্য মাটি খননের পরিমাণ নির্ণয় কর।

চেইনেজ (মি.)	**0**	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
আর.এল. (মি.)	**43.50**	**42.45**	**42.15**	**41.55**	**40.95**	**42.05**	**40.80**

সমাধান

চেইনেজ (মি.)	0	30	60	90	120	150	180
খননের গভীরতা (মি.)	3.50	2.45	2.15	1.55	0.95	2.05	0.80

আমরা জানি, $A = (b + sh)\,h$

$A_0 = (8 + 1\frac{1}{2} \times 3.50)\,3.50 = 46.38$ ব.মি.

$A_{30} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 2.45)\,2.45 = 28.60$ ব.মি.

$A_{60} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 2.15)\,2.15 = 24.13$ ব.মি.

$A_{90} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 1.55)\,1.55 = 16.00$ ব.মি.

$A_{120} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 0.95)\,0.95 = 8.95$ ব.মি.

$A_{150} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 2.05)\,2.05 = 22.70$ ব.মি.

$A_{180} = (8 + 1\frac{1}{2} \times 0.80)\,0.80 = 7.36$ ব.মি.

মাটি খননের পরিমাণ ঃ

ট্রাপিজয়েডাল সূত্রে–

$$V = 30\left[\frac{46.38+7.36}{2} + (28.60+24.13+16.00+8.95) + 22.70\right]$$

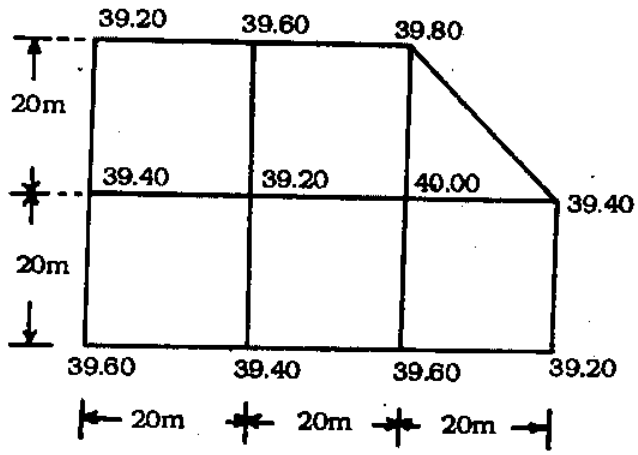
$= 3817.5$ ঘ.মি.

প্রিজময়েডাল সূত্রে–

$$V = \frac{30}{3}\ [(46.38+7.36) + 4(28.60+16.00+22.70) + 2(24.13+8.95)]$$

$= 3891$ ঘ.মি.

উদাহরণ-৫। নিম্নে দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে (ক) যদি 40.00 আর.এল. এ সমতল করতে হয় (খ) যদি 39.00 আর.এল. এ সমতল করতে হয় তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট বা খনন করতে হবে নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ১১.৩

সমাধান (ক) 40.00 আর.এল. এ সমতল করতে হলে ভরাটের পরিমাণ প্রতি কোনায়–

১ম সারি 0.80, 0.40, 0.20

২য় সারি 0.60, 0.80, 0.00, 0.60

৩য় সারি 0.40, 0.60, 0.40, 0.80

গড় ভরাটের উচ্চতা (প্রত্যেক ক্ষেত্রের জন্য)

$\frac{0.80 + 0.40 + 0.60 + 0.80}{4} = 0.650, 0.350, (0.267), 0.60, 0.45, 0.45$

নির্ণেয় ভরাটের মাটির পরিমাণ $= 20 \times 20\,(0.650 + 0.35 + 0.60 + 0.45 + 0.45) + \frac{1}{2} \times 20 \times 20 \times 0.267$

$= 1053.4$ ঘ.মি.

(খ) 39.00 আর.এল. এ সমতল করতে হলে প্রতি কোনায় খনন গভীরতা–

১ম সারি- 0.20, 0.60, 0.80

২য় সারি - 0.40, 0.20, 1.00, 0.40

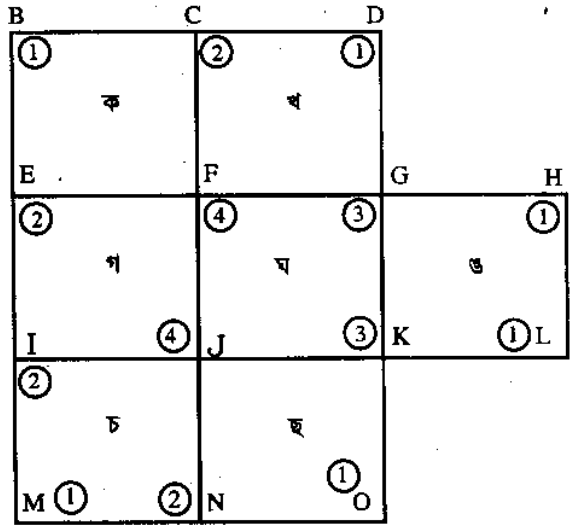
৩য় সারি- 0.60, 0.40, 0.60, 0.20

গড় খননের গভীরতা (প্রতি ক্ষেত্রের জন্য) 0,35, 0.65, (0.733), 0.40, 0.55, 0.55

নির্ণেয় মাটি খননের পরিমাণ $= 20 \times 20\,(0.35 + 0.65 + 0.40 + 0.55 + 0.55) + \frac{1}{2} \times 20 \times 20 \times 0.733$

$= 1146.60$ ঘনমিটার ।

● **স্পট লেভেল হতে মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ নির্ণয় (Volume from spot levels) ঃ**



চিত্র ঃ ১১.৪

(চিত্র নং ১১.৪) চিত্রে একটি স্পট লেভেলিং এর বর্গাকার গ্রিডের ভূমি চিত্র দেখানো হল। এতে 7টি বর্গাকার ক্ষেত্র আছে। এতে প্রত্যেকটি বর্গাকার ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল = A_1 । পুরো ক্ষেত্রটির বিভিন্ন স্থানের ভূমিতল (Ground level) সমান নয় বিধায় প্রস্তুতিতল ও ভূমিতল সমান্তরাল নয়। তাই পুরো ক্ষেত্রটিকে প্রস্তুতিতলে নিতে মাটি খনন বা ভরাটের দরকার হবে। পুরো ক্ষেত্রটির জন্য মাটি ভরাটের বা খননের হিসাব দু' নিয়মে করা যেতে পারে–

(ক) বর্গাকার ক্ষেত্র (Square prisms) বিবেচনা করে

(খ) ত্রিভুজাকার ক্ষেত্র (Triangular prisms) বিবেচনা করে।

(ক) বর্গাকার ক্ষেত্র বিবেচনায় ঃ চিত্রে (চিত্র ১১.৪) 'ক' হতে 'ছ' পর্যন্ত 7টি বর্গক্ষেত্র আছে। এতে প্রত্যেকটি কর্নারে বৃত্তে বেষ্টিত সংখ্যায় কর্নার যতবার হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে তা উল্লেখ করা হয়েছে। ধরে নিই, কর্নার বিন্দুগুলোতে ভরাটের উচ্চতা (বা খননের গভীরতা) B কর্নারে h_B , C কর্নারে h_C, D কর্নারে h_d... এবং O কর্নারে h_O ।

উক্ত চিত্রের যে কোন বর্গক্ষেত্রের জন্য ভরাটের (বা খননের) পরিমাণ = ক্ষেত্রফল × ভরাটের (বা খননের) গড় উচ্চতা (বা গভীরতা)

এখন–

'ক' বর্গক্ষেত্রে ভরাটের (বা খননের) পরিমাণ, $V_1 = A\dfrac{(h_b + h_c + h_e + h_f)}{4}$

অনুরূপভাবে 'খ' বর্গক্ষেত্রে, $V_2 = A\dfrac{(h_c + h_d + h_f + h_g)}{4}$

'গ' বর্গক্ষেত্রে, $V_3 = A\dfrac{(h_e + h_f + h_i + h_j)}{4}$

'ঘ' বর্গক্ষেত্রে, $V_4 = A\dfrac{(h_f + h_g + h_j + h_k)}{4}$

'ঙ' বর্গক্ষেত্রে, $V_5 = A\dfrac{(h_g + h_h + h_k + h_l)}{4}$

'চ' বর্গক্ষেত্রে, $V_6 = A\dfrac{(h_i + h_j + h_m + h_n)}{4}$

'ছ' বর্গক্ষেত্রে, $V_7 = A\dfrac{(h_j + h_k + h_n + h_o)}{4}$

এবার পুরো ক্ষেত্রটিতে মোট ভরাটের (খননের) পরিমাণ, $V = (V_1 + V_2 + ... + V_7)$

$= \frac{A}{4}\ [\ (h_b + h_d + h_h + h_l + h_m + h_o) + 2\ (h_c + h_e + h_i + h_n) + 3\ (h_g + h_k) + 4\ (h_f + h_j\ ]$

যদি হিসাবে একবার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর ভরাট উচ্চতা (বা খনন গভীরতা) এর সমষ্টি Σh_1 এবং দু'বার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর Σh_2, তিনবার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর Σh_3 এবং 4 বার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর Σh_4 হয়, তবে–

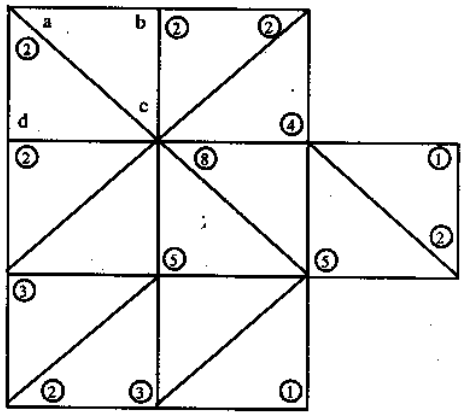
$$V = \frac{A}{4}\ [\ \Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4\ ]$$

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে,

(i) বর্গক্ষেত্র বিবেচনায় কোন কর্নারই চারবার এর বেশি হিসাবে ব্যবহৃত হয় না।

(ii) সমান ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট আয়তাকার গ্রিডের ক্ষেত্রেও মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ নির্ণয়ে উক্ত সূত্রটি ব্যবহার করা যায়।

(খ) ত্রিভুজাকার ক্ষেত্র বিবেচনায় ঃ



চিত্র ঃ ১১.৫

চিত্রে (চিত্র ১১.৫) বর্গাকার স্পট লেভেলের ভূমি চিত্রে সমক্ষেত্রফলের ত্রিভুজে বিভক্ত করে দেখানো হল। এতে বাস্তব ভূমিরূপের সাদৃশ্যতার উপর ভিত্তি করে ত্রিভুজের রেখাগুলো টানা হয়। এ নিয়মে কোন কর্নারই 8 (আট) বারের বেশি হিসাবে ব্যবহার করা সম্ভব নয় অর্থাৎ কোন কর্নারই একবারের কম বা আট বারের বেশি ব্যবহার করা অসম্ভব। চিত্রে বৃত্তবেষ্টিত সংখ্যা নির্দিষ্ট কর্নারটি কতবার হিসাবে ব্যবহৃত হবে তা নির্দেশ করে। চিত্রের অর্থাৎ বর্গক্ষেত্রকে ত্রিভুজে রূপান্তর করার ধরনের উপর ভিত্তি করে নির্দিষ্ট কর্নারের ব্যবহার সংখ্যার পরিবর্তন হয়ে যেতে পারে। যেমন– বর্তমান চিত্রে ac রেখায় abcd বর্গক্ষেত্রকে বিভক্ত না করে bd রেখায় বিভক্ত করলে 'a' কর্নারটি হিসেবে ব্যবহার সংখ্যা দুই এর স্থলে এক হতো যেহেতু ত্রিভুজে বিভক্ত করার ক্ষেত্রে কোন ধরাবাঁধা নিয়ম নেই। তবে সকল ত্রিভুজেরই ক্ষেত্রফল সমান হবে এবং মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণে কিছু ভিন্নতা থাকতে পারে।

ধরে নিই, প্রত্যেকটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল A এবং তিনটি কর্নারের ভরাট বা খননের গড় উচ্চতা বা গভীরতা h_v। অতএব মাটি ভরাটের (বা খননের) পরিমাণ = $A.\ h_v$, । চিত্রের a, b, c, d কর্নারের মাটি ভরাট (বা খননের) উচ্চতা বা গভীরতা যথাক্রমে h_a, h_b, h_c ও h_d।

এখন abc ত্রিভুজের জন্য মাটি ভরাটের (বা খননের) পরিমাণ, $V_1 = A\ .\left(\frac{h_a + h_b + h_c}{3}\right)$ এবং acd ত্রিভুজের জন্য

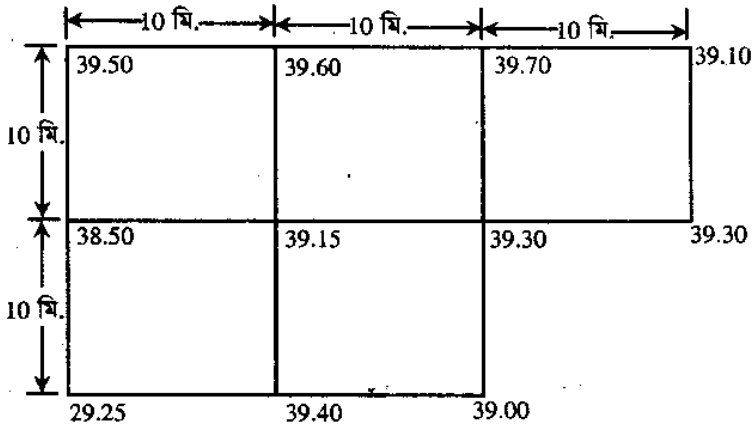
$V_2 = A\frac{(h_a + h_c + h_d)}{3}$ ।

এ নিয়মে চিত্রের সকল ত্রিভুজের মোট মাটি ভরাটের (বা খননের) পরিমাণ, V হলে $V = \frac{A}{3}\ (h_a + h_b + h_c) + \frac{A}{3}\ (\ h_a + h_c + h_d\ )\ +$ ..... ইত্যাদি হবে।

যদি একবার হিসাবে ব্যবহৃত কর্নারগুলোর ভরাট উচ্চতার (বা খনন গভীরতার) সমষ্টি = Σh_1 ; দু'বার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর Σh_2, ...আট বার ব্যবহৃত কর্নারগুলোর Σh_8 হয়, তবে $V = \frac{A}{3}\ [\ \Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + ... + 8\Sigma h_8\ ]$

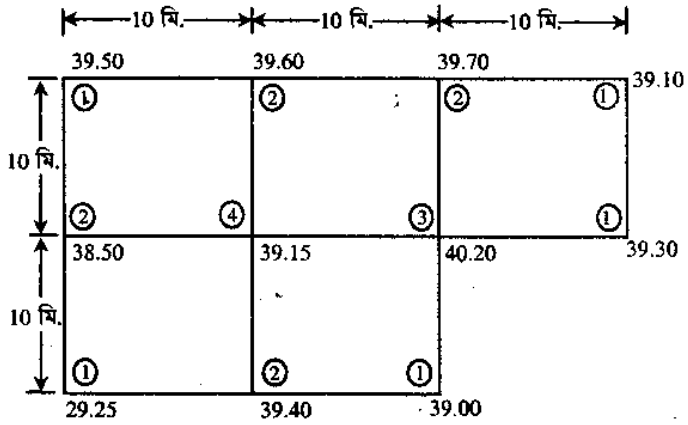
* উপরের চিত্রে কোন কর্নারই 6 (ছয়) বার এবং 7 (সাত) বার ব্যবহৃত হয়নি। তাই Σh_6 ও Σh_7 এর মান 0 হবে।

উদাহরণ-৬। নিচে দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে ভূমিটি যদি 27.25 মিটার আর.এল. এ সমতল করতে হয় তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট বা খনন করতে হবে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০১০]



চিত্র ঃ ১১.৭

সমাধান ঃ স্পট লেভেলে উদ্ধৃত তথ্যাদি অনুযায়ী ভূপৃষ্ঠের আর.এল-সমূহ প্রস্তুতি তলের আর.এল. হতে অধিক। তাই সকল ক্ষেত্রেই মাটি খনন করতে হবে।



চিত্র ঃ ১১.৮

$\Sigma h_1 = (39.50 - 27.25) + (39.10 - 27.25) + (39.30 - 27.25) + (29.25 - 27.25) + (39.00 - 27.25) = 49.90$

$\Sigma h_2 = (39.60 - 27.25) + (39.70 - 27.25) + (38.50 - 27.25) + (39.40 - 27.25) = 48.20$

$\Sigma h_3 = (40.20 - 27.25) = 12.95$

$\Sigma h_4 = (39.15 - 27.25) = 11.90$

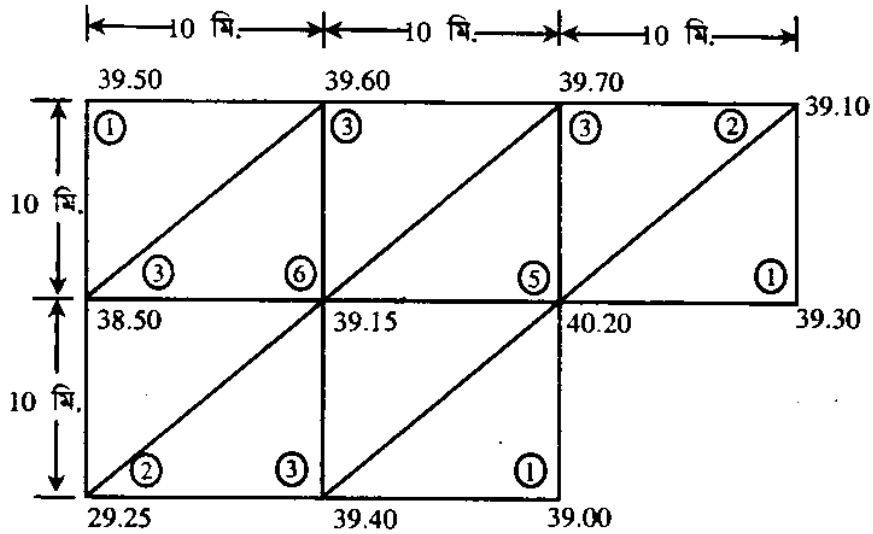
নির্ণেয় মাটি খননের পরিমাণ $= \frac{A}{4}\ [\ \Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4\ ]$

$= \frac{10 \times 10}{4}\ [\ 49.90 + 2 \times 48.20 + 3 \times 12.95 + 4 \times 11.90\ ]$

$= 5818.75$ মিটার

বিকল্প পদ্ধতি ঃ (ত্রিভুজ বিবেচনায়)

স্পট লেভেলের তথ্যাদি ও প্রস্তুতি তলের আর.এল. বিবেচনায় পুরো ক্ষেত্রটিতে মাটি খনন করতে হবে।



চিত্র ঃ ১১.৯

Σh_1 = (39.50 – 27.25) + (39.30 – 27.25) + (39.00 – 27.25) = 36.05

Σh_2 = (39.10 – 27.25) + (29.25 – 27.25) = 13.85

Σh_3 = (39.60 – 27.25) + (39.70 – 27.25) + (38.50 – 27.25) + (39.40 – 27.25) = 48.20

Σh_4 = 0

Σh_5 = (40.20 – 27.25) = 12.95

Σh_6 = (39.15 – 27.25) = 11.90

Σh_7 = 0

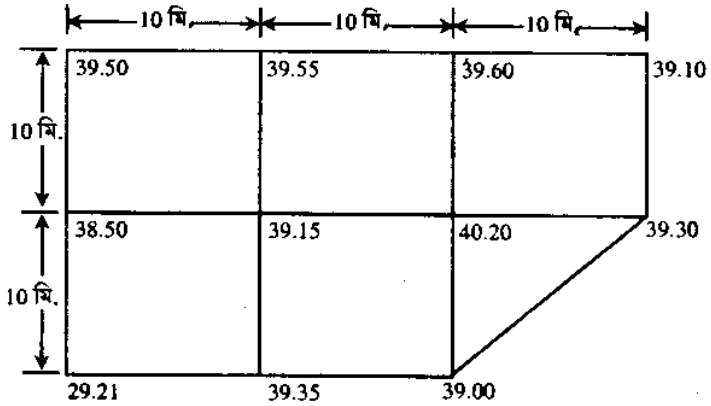
$\Sigma h_8 = 0$

নির্ণেয় মাটি খননের পরিমাণ $= \frac{A}{3}$ [$\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4 + 5\Sigma h_5 + 6\Sigma h_6 + 7\Sigma h_7 + 8\Sigma h_8$]

$= \frac{1}{2} \cdot 10.\ 10 \times \frac{1}{3}$ [36.05 + 2 × 13.85 + 3 × 48.20 + 0 + 5 × 12.95 + 6 × 11.90 + 0 + 0]

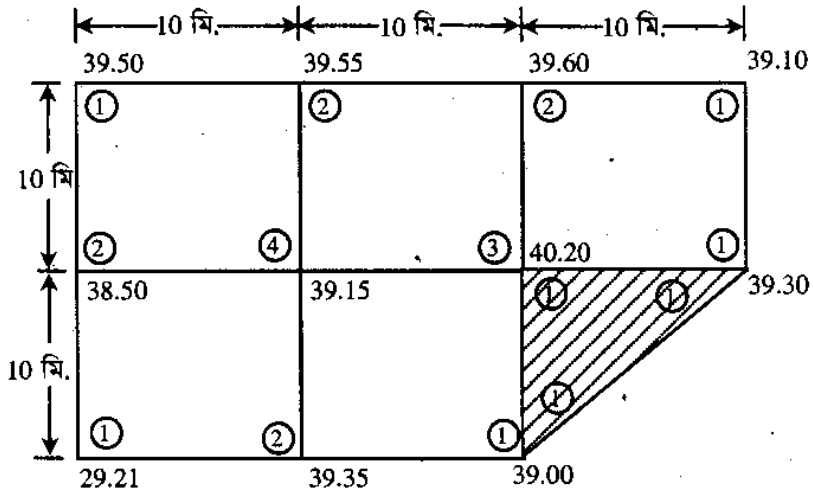
= 5741.67 ঘনমিটার

উদাহরণ-৭। নিচের দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে ভূমিটি যদি 40.50 মিটার আর.এল.-এ সমতল করতে হয়, তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট করতে হবে, নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]



চিত্র ঃ ১১.১০

সমাধান ঃ ভূমিটিতে 5টি বর্গক্ষেত্র ও 1টি ত্রিভুজ আছে। স্পট লেভেলের তথ্য ও প্রস্তুতি তলের আর.এল. অনুযায়ী সকল অংশে ভরাট করতে হবে।



চিত্র ঃ ১১.১১

$\Sigma h_1 = (40.50 - 39.50) + (40.50 - 39.10) + (40.50 - 39.30) + (40.50 - 29.21) + (40.50 - 39.00) = 16.39$

$\Sigma h_2 = (40.50 - 39.55) + (40.50 - 39.60) + (40.50 - 38.50) + (40.50 - 29.35) = 5.00$

$\Sigma h_3 = (40.50 - 40.00) = 0.50$

$\Sigma h_4 = (40.50 - 39.15) = 1.35$

নির্ণেয় মাটি ভরাটের পরিমাণ (বর্গাকার ক্ষেত্রগুলোর জন্য)

$$= \frac{10 \times 10}{4} \; [\, \Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4 \,]$$

$$= \frac{10 \times 10}{4} \; [\, 16.39 + 2 \times 5.00 + 3 \times 0.50 + 4 \times 1.35 \,]$$

= 832.25 ঘনমিটার

নির্ণেয় মাটি ভরাটের পরিমাণ (ত্রিভুজাকার ক্ষেত্রটির জন্য)

$$= \frac{A}{3} \; [\, \Sigma h_1 \,]$$

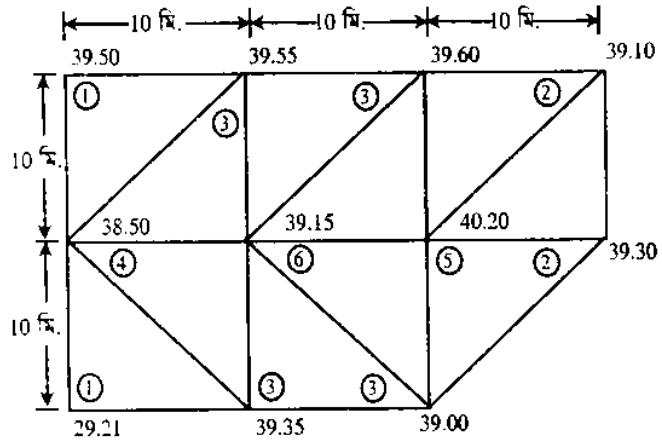
$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10 \times \frac{1}{3} \; [\, (40.50 - 40.00) + (40.50 - 39.30) + (40.50 - 39.00) \,]$$

= 53.33 ঘনমিটার

মোট মাটি ভরাটের পরিমাণ = 832.25 + 53.33 = 885.58 ঘনমিটার।

বিকল্প পদ্ধতি ঃ

(ত্রিভুজাকার ক্ষেত্রে বিভক্ত করে)



চিত্র ঃ ১১.১২

$\Sigma h_1 = (40.50 - 39.50) + (40.50 - 29.21) = 12.29$

$\Sigma h_2 = (40.50 - 39.10) + (40.50 - 39.30) = 2.60$

$\Sigma h_3 = (40.50 - 39.55) + (40.50 - 39.60) + (40.50 - 39.35) + (40.50 - 39.00) = 4.50$

$\Sigma h_4 = (40.50 - 38.50) = 2.00$

$\Sigma h_5 = (40.50 - 40.00) = 0.50$

$\Sigma h_6 = (40.50 - 39.15) = 1.35$

নির্ণেয় মাটি ভরাটের পরিমাণ $= \frac{A}{3}\ [\ \Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4 + 5\Sigma h_5 + 6\Sigma h_6 + 7\Sigma h_7 + 8\Sigma h_8\ ]$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10 \times \frac{1}{3}\ [\ 12.29 + 2 \times 2.60 + 3 \times 4.50 + 4 \times 2.00 + 5 \times 0.50 + 6 \times 11.35 + 0 + 0\ ]$

$= 826.50$ ঘনমিটার

অনুশীলনী–১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কোন মানচিত্র যোগাযোগ মাধ্যমের অবস্থান নির্বাচনের জন্য উপযোগী?**

উত্তর ঃ কন্টুর মানচিত্র যোগাযোগ মাধ্যম (রাস্তা, রেলপথ ইত্যাদি) এর অবস্থান নির্বাচনের জন্য খুবই উপযোগী।

২। **কোন কোন নিয়মে জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয় করা যায়?**

উত্তর ঃ জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ে (ক) ট্রাপিজয়েডাল নিয়ম (খ) প্রিজময়েডাল নিয়ম ও (গ) কোন সূত্র ব্যবহার করা হয়।

৩। **জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের ট্রাপিজয়েডাল সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।**

উত্তর ঃ $V = D\left[\frac{A_0 + A_n}{2} + A_1 + A_2 + \text{------} + A_{n-1}\right]$

V = জলাধারের ধারণক্ষমতা (ঘন এককে)

A_0, A_1, A_2, A_3 ইত্যাদি = যথাক্রমে ধারাবাহিক প্রতিটি কন্টুর রেখায় বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল (বর্গ এককে)

D = কন্টুর ব্যবধান (এককে)

৪। **জলাধারের ধারনক্ষমতা নির্ণয়ের প্রিজময়েডাল সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।**

উত্তর ঃ $V = \frac{D}{3}[A_0 + A_n) + A(A_1 + A_3 + ---- + A_n - 1) + 2(A_2 + A_4 + ---- + A_{n-2})]$

V = জলাধারের ধারণক্ষমতা (ঘন এককে)

$A_0, A_1, ----- A_n$ = যথাক্রমে ধারাবাহিক প্রতিটি কন্টুর রেখায় বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল (বর্গ এককে)

D = কন্টুর বিরতি (এককে)

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কন্টুর মানচিত্রে প্রস্তাবিত রাস্তার অবস্থান নির্বাচনের প্রক্রিয়া সংক্ষেপে বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.২ দ্রষ্টব্য।

২। **কন্টুর মানচিত্রের বিবিধ ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.১ দ্রষ্টব্য।

৩। **কন্টুর মানচিত্র ব্যবহার করে কীভাবে জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয় করা যায়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। **জলাধারের কন্টুর ম্যাপ হতে জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের প্রক্রিয়া লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ দ্রষ্টব্য।

▸▸ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কন্টুর মানচিত্রে প্রস্তাবিত রাস্তা, খাল ও পয়ঃপ্রণালির উপযোগী অবস্থান কীভাবে নির্বাচন করবে আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.২ দ্রষ্টব্য।

২। **দেখাও যে, বর্গাকার গ্রিডের মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ,** $V = \frac{A}{4}[\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h_4]$ **(সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। **দেখাও যে, গ্রিডকে ত্রিভুজে বিভক্ত করে নির্মিত মাটিভরাট/খননের পরিমাণ,** $V = \frac{A}{3}[\sum h_1 + 2\sum h_2 + ... + 8\sum h_8]$ **(সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। **জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের (ক) ট্রাপিজয়েডাল নিয়ম (খ) প্রিজময়েডাল নিয়ম ও (গ) কোন (Cone) সূত্র নোটেশন সহ লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। বিগত বন্যায় একটি শহরের বন্যা প্রতিরোধ বাঁধের 10নং কিলোমিটার পোস্ট হতে 11নং কিলোমিটার পোস্ট পর্যন্ত ভেঙে যাওয়ায় পুনঃনির্মাণের প্রস্তাব করা হলো। প্রস্তুতিতলে বাঁধের প্রস্থ 10 মিটার প্রতি 100 মিটার পর পর ভরাটের উচ্চতা 0.40, 1.50, 1.20, 0.60, 1.40, 1.80, 1.30, 1.00, 2.20, 1.80, 0.50 (মিটার)। তলদেশের প্রস্থ বরাবর মাটি সমতল এবং বাঁধটির পার্শ্বঢাল 2:1 হলে উক্ত স্থান পুনঃনির্মাণে মাটি ভরাটের পরিমাণ নির্ণয় কর [উত্তর ঃ 8647.5 ঘনমিটার]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ উদাহরণ ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। একটি কন্টুর মানচিত্র 1:50 স্কেলে অঙ্কিত। এতে 40:00, 50:00, 60.00 আর.এল. এর সমোন্নতি রেখা বেষ্টিত ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল প্লেনিমিটারের সাহায্য যথাক্রমে 3.00, 6.50, 9.00 বর্গসেন্টিমিটার পাওয়া গেল। উক্ত জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 3125/3167/3089 ঘনমিটার]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ উদাহরণ ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। একটি পাহাড়ি নদীতে বাঁধ দিয়ে জলবিদ্যুৎ উৎপাদনের পরিকল্পনা গ্রহণ করা হলো। 200.00 আর.এল. এর উপরের পানি জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করা যাবে। সর্বোচ্চ পানিতলের আর.এল. 216.00 পর্যন্ত হতে পারবে। প্রকল্পের উজানের কন্টুর মানচিত্র হতে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। জলাধারটিতে কী পরিমাণ পানি সঞ্চয় করা যাবে?

আরএল. কন্টুর (মিটার)	ক্ষেত্রফল (10000 ব.মি.)
200.00	4.27
204.00	25.61
208.00	40.67
212.00	70.53
216.00	85.95

[উত্তর ঃ 7276800 ঘনমিটার]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ উদাহরণ ২ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১২ থিওডোলাইটের মৌলিক নীতিমালা (Fundamentals of Theodolite)

১২.১ট্রানজিট ও নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইট (Transit and non-transit theodolite) ঃ

থিওডোলাইট একটি কোণ (অনুভূমিক ও উল্লম্ব কোণ) পরিমাপক যন্ত্র। এর গঠন খুবই জটিল কিন্তু এর সাহায্যে খুবই নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে কোণ মাপা যায়। অধুনা অতি সূক্ষ্মভাবে উল্লম্ব ও অনুভূমিক কোণ পরিমাপের জন্য ইলেকট্রনিক ডিজিটাল থিওডোলাইট ব্যবহৃত হয়। এগুলোকে উল্লম্ব ও অনুভূমিক অক্ষে 360° ঘুরানো যায় এবং এগুলোর ডিসপ্লে বোর্ডে 1″ পর্যন্ত সূক্ষ্মতায় কোণের মাপ পাওয়া যায়।

থিওডোলাইট প্রধানত দু' প্রকার, যথা–

(ক) ট্রানজিট থিওডোলাইট (Transit theodolite)

(খ) নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইট (Non-transit theodolite)।

এখন আমরা ট্রানজিট ও নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা করব।

ট্রানজিট থিওডোলাইটের দুরবিন উল্লম্বতলে যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের সাপেক্ষে পূর্ণবৃত্ত বা 360° পর্যন্ত ঘূর্ণন সম্পন্ন করতে পারে। পক্ষান্তরে, নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইটের দুরবিন ট্রানজিট থিওডোলাইটের দুরবিনের মতো উল্লম্ব তলে একটি পূর্ণবৃত্ত বা 360° ঘূর্ণন সম্পন্ন করতে পারে না, তবে অনুভূমিক অক্ষের উপরে 45° এবং নিচে 45° পর্যন্ত ঘুরানো যায়।

ট্রানজিট থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তন (Face change) করার জন্য যন্ত্রকে তেপায়া হতে খুলে মুখ ঘুরিয়ে স্থাপন করতে হয় না বরং সহজেই দুরবিন বিপরীতমুখী করে মুখ পরিবর্তন করা যায়। পক্ষান্তরে, নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তনের জন্য এটিকে কাঠামো হতে খুলে মুখ পরিবর্তন করে পুনরায় বসাতে হয়।

ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে যে কোন মানের উল্লম্ব কোণ পরিমাপ করা যায়। পক্ষান্তরে, নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইটে তা সম্ভব নয়, মাত্র 45° উন্নতি ও 45° অবনতি কোণ মাপা যায়।

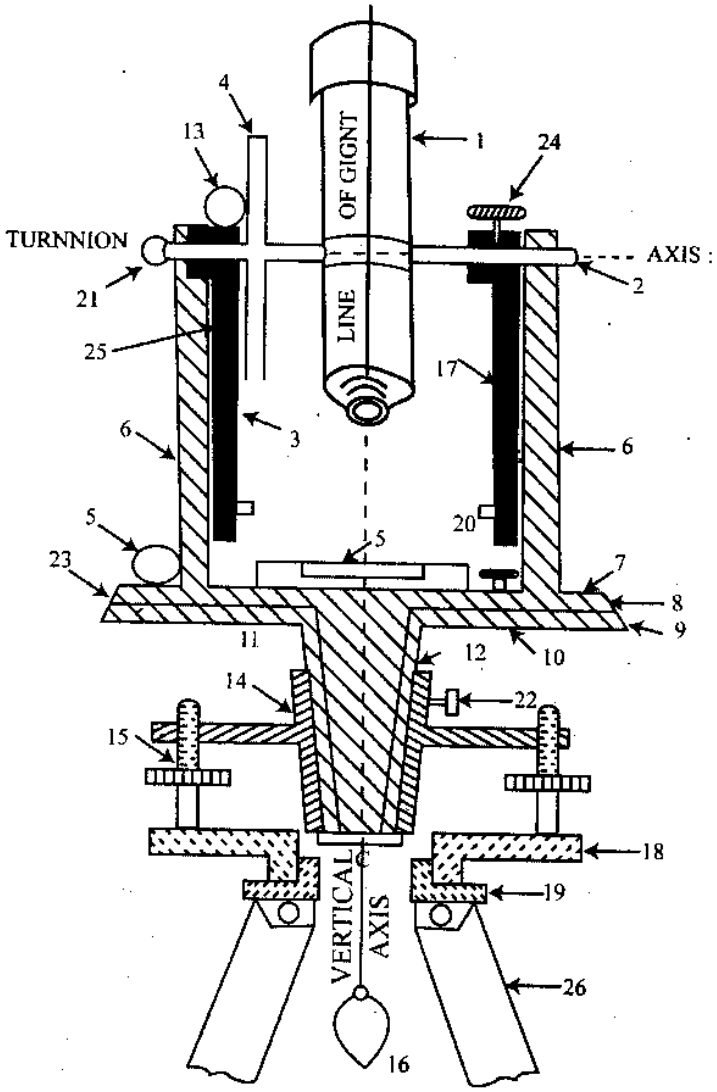
ট্রানজিট থিওডোলাইটে জরিপ কাজ সহজসাধ্য বিধায় এর প্রচলন অধিক। পক্ষান্তরে, নন্‌-ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে জরিপ করা কষ্টসাধ্য বিধায় বর্তমানে এর প্রচলন নেই বললেই চলে। যেমন, এভারেস্ট থিওডোলাইট এবং ওয়াই থিওডোলাইটের প্রচলন নেই বললেই চলে। বর্তমানে সচরাচর ট্রানজিট থিওডোলাইটই ব্যবহৃত হয়। এগুলোকে তিন ভাগে ভাগ করা যেতে পারে। (i) ভার্নিয়ার থিওডোলাই (ii) অপটিক্যাল থিওডোলাইট ও (iii) ইলেকট্রনিক ডিজিটাল থিওডোলাইট।

নিম্নের ছকে ট্রানজিট ও নন-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মধ্যে পার্থক্য দেয়া হল ঃ

তুলনার বিষয়	ট্রানজিট থিওডোলাইট	নন-ট্রানজিট থিওডোলাইট
১। দুরবিনের ঘূর্ণন	১। উল্লম্ব তলে ৩৬০°।	১। অনুভূমিক অক্ষের উপরে ৪৫° এবং নিচে ৪৫°।
২। মুখ পরিবর্তন	২। তেপায়ায় স্থাপিত অবস্থায় মুখ পরিবর্তন করা যায়।	২। তেপায়া হতে খুলে মুখ পরিবর্তন করে পুনঃস্থাপন করতে হয়।
৩। উল্লম্ব কোণ মাপনের পরিমাণ	৩। যে কোন পরিমাণের উল্লম্ব কোণ মাপা যায়।	৩। ৪৫° পর্যন্ত উন্নতি ও ৪৫° পর্যন্ত অবনতি কোণ মাপা যায়।
৪। জরিপ কাজ	৪। সহজসাধ্য।	৪। কষ্টসাধ্য
৫। ব্যবহার ও প্রচলন	৫। ব্যবহার ও প্রচলন অধিক।	৫। ব্যবহার ও প্রচলন নেই বললেই চলে।
৬। দুরবিন টিউবের দৈর্ঘ্য	৬। খাটো, তাই অনুভূমিক অক্ষে উল্লম্বতলে ঘুরানো যায়।	৬। লম্বা তাই অনুভূমিক অক্ষে উল্লম্ব তলে ঘুরানো যায় না।
৭। নাম	৭। ইলেকট্রনিক থিওডোলাইট, থিওসেট, ডিজিটাল থিওডোলাইট ইত্যাদি।	৭। এভারেস্ট থিওডোলাইট, ওয়াই থিওডো- লাইট ইত্যাদি।

●ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ভার্নিয়ার) সাধারণ অঙ্গসমূহ (Common parts of transit theodolite)ঃ

জরিপ যন্ত্রের বিভিন্ন নির্মাতা প্রতিষ্ঠান কর্তৃক থিওডোলাইটের মডেল ও অন্যান্য তথ্যাদিতে যথেষ্ট অমিল থাকার পরও প্রতিটি যন্ত্রেরই আবশ্যিক অঙ্গসমূহের এবং গঠন নীতিমালার তেমন কোন পরিবর্তন করা হয় না। অর্থাৎ প্রত্যেক নির্মাতা প্রতিষ্ঠানের থিওডোলাইট প্রস্তুতির মূলনীতি এক ও অভিন্ন। একটি ট্রানজিট থিওডোলাইটের উল্লম্ব ছেদিত চিত্রে এর সাধারণ অঙ্গগুলো দেখানো হল (চিত্রঃ ১২.১) ঃ



চিত্র ঃ ১২.১

1. দূরবিন
2. ট্রানিয়ন অক্ষ
3. ভার্নিয়ার ফ্রেম
4. উল্লম্ব বৃত্ত
5. প্লেট লেভেল
6. স্ট্যান্ডার্ড
7. ঊর্ধ্বপাত
8. অনুভূমিক পাতের ভার্নিয়ার
9. অনুভূমিক বৃত্ত
10. নিম্নপাত
11. অন্তঃঅক্ষ
12. বহিঃঅক্ষ
13. অ্যালটিটিউড লেভেল
14. লেভেলিং হেড
15. লেভেলিং স্ক্রু
16. ওলন
17. উল্লম্ব পাতের ক্লাম্প আর্ম
18. ফুট প্লেট
19. ভেপায়ার মাথা
20. উপরের ক্লাম্প
21. ফোকাসিং স্ক্রু
22. নিচের ক্লাম্প
23. নিম্ন পাতের স্লো মোশন স্ক্রু
24. উল্লম্ব বৃত্তের ক্লাম্প
25. উল্লম্ব বৃত্তের স্লো মোশন স্ক্রু
26. ভেপায়া

● **ট্রানজিট থিওডোলাইটের বিভিন্নাঙ্গের কার্যাবলি (Functions of different parts of a transit theodolite) ঃ**

(ক) দুরবিন (Telescope) ঃ দুরবিন (1) থিওডোলাইটের একটি গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ। এটি অনুভূমিক অক্ষ বা ট্রানিয়ন (Trunnion) অক্ষের (2) উপর ঘুরতে পারে। দুরবিন আন্তঃফোকাসিং বা বহিঃফোকাসিং উভয় ধরনেই হতে পারে। তবে ট্রানজিট থিওডোলাইটে আন্তঃফোকাসিং দুরবিনই ব্যবহৃত হয়। এর প্রধান কাজ বস্তু বা বিন্দুর প্রতিবিম্ব নিকটতর ও স্পষ্ট করা।

(খ) উল্লম্ববৃত্ত (Vertical circle) ঃ উল্লম্ব বৃত্ত (4) দূরবিনের ট্রানিয়ন অক্ষের সাথে সংযুক্ত বৃত্তাকার পাতবিশেষ। অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে দূরবিনের ঘূর্ণনকালে এটিও ঘুরে। উল্লম্ব বৃত্তকে চারভাগে ভাগ করে 0° হতে 90° পর্যন্ত বিপ্ররীতমুখী ভাগে ভাগ করা থাকে (কোন কোন যন্ত্রে এটিকে 0° হতে 360° পর্যন্ত ডানাবর্তে ভাগ করা থাকে)। 0° হতে 90° বিপরীতমুখী ভাগ করার ফলে দুরবিন অনুভূমিক থাকা অবস্থায় 0° এর সাথে ভার্নিয়ারের শূন্য ডিগ্রি মিলে যায়। উল্লেখ্য যে, উল্লম্ব বৃত্তের ভিতরের দিকে অনড়ভাবে ভার্নিয়ার লাগানো থাকে। সাধারণত উল্লম্ব বৃত্তের পাতে প্রতি ডিগ্রিকে দু'ভাগে ভাগ করা থাকে। সূক্ষ্ম পাঠের জন্য ভার্নিয়ারের ব্যবস্থা থাকে। সাধারণত এতে সর্বনিম্ন এক মিনিট পর্যন্ত পড়া যায়। উল্লম্ব বৃত্তকে প্রয়োজনমতো আটকানোর জন্য ক্লাম্পিং স্ক্রু (24) এবং আটকানোর পর সূক্ষ্মতর পরিবর্তনের জন্য ট্যানজেন্ট স্ক্রু (25) থাকে।

(গ) ইনডেক্স ফ্রেম (Index frame) ঃ ইনডেক্স ফ্রেম (3) টি ফ্রেম (T frame) বা ভার্নিয়ার ফ্রেম নামেও পরিচিত। এটি একটি T আকৃতির ফ্রেম। এটি ক্লিপিং আর্ম (Clipling arm) ও ভার্নিয়ার আর্মের সমন্বয়ে গঠিত। উক্ত দু' আর্মের দু' প্রান্তে উল্লম্ব বৃত্তের কোণের মান পড়ার জন্য দু'টি ভার্নিয়ার আটকানো থাকে। ফলে এটি দৃঢ় অবস্থানে থাকে। দুরবিন ঘুরানোর সাথে সাথে উল্লম্ব বৃত্ত ভার্নিয়ারের সাপেক্ষে ঘুরে, ফলে কোণের মান পড়তে বিঘ্ন সৃষ্টি হয় না। ইনডেক্স ফ্রেমের উপরে একটি বাবল টিউব (13) থাকে। এটি অ্যালটিটিউড বাবল (Altitude bubble) নামে পরিচিত।

(ঘ) স্ট্যান্ডার্ড (Standard) ঃ এটি A ফ্রেম নামেও পরিচিত। ঊর্ধ্বপাতের (7) উপর স্থাপিত দু' স্ট্যান্ডার্ড (6) কে অনেকটা A এর মতো মনে হয় বিধায় অনেকেই এটিকে A ফ্রেম নামে আখ্যায়িত করে। এটি দুরবিনের ট্রানিয়ন অক্ষের ধারক হিসেবে কাজ করে। T ফ্রেম এবং উল্লম্ব বৃত্তের ক্লাম্পের আর্ম (17) ফ্রেমের সাথে আটকানো থাকে।

(ঙ) দু'টি স্পিন্ডল (Spindles) ঃ এতে একটি বাহিরে অপরটি এর ভিতরে অবস্থিত দু'টি অক্ষ থাকে। বাহিরের অক্ষটি (12) ফাঁপা এবং ভিতরের অক্ষটি (11) নিরেট। বাহিরেরটির মধ্যে ভিতরেরটি এমনভাবে লাগানো থাকে যেন উভয় অক্ষই যন্ত্রের একই উল্লম্ব অক্ষে অবস্থান করে। ভিতরের স্পিন্ডলের সাথে ভার্নিয়ার বা উপরের পাত (7) এবং বাহিরের স্পিন্ডলের সাথে প্রধান স্কেল বা নিম্নপাত (10) আটকানো থাকে। বাহিরের ও ভিতরের উভয় স্পিন্ডল যন্ত্রের একই উল্লম্ব অক্ষে অবস্থান করে।

(চ) নিম্নপাত (Lower plate) ঃ নিম্নপাতকে (10) যন্ত্রের নিম্নবৃত্ত (Lower circle) বা প্রধান স্কেল পাত (Main scale plate) ও বলা হয়। এ অংশে বাইরের কিনারার সাথে ভিতরের দিকে পুরো বৃত্তের কিনারা ব্যাপী অনুভূমিক প্রধান স্কেল (9) অনড়ভাবে আটকানো থাকে। এ স্কেলে 0° হতে 360° পর্যন্ত দাগাঙ্কিত থাকে এবং প্রতি ডিগ্রিকে পাতের আকারের ওপর নির্ভর করে 2, 3 বা 6 ভাগে ভাগ করা থাকে। এর সাথে একটি ক্লাম্প স্ক্রু (22) এবং একটি ট্যানজেন্ট স্ক্রু (23) সংযুক্ত থাকে। নিম্নপাতকে ঈপ্সিত স্থানে এনে ক্লাম্প স্ক্রুর সাহায্যে আটকিয়ে নেয়ার পর সূক্ষ্মতর ঘূর্ণনের জন্য ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করা হয়। যখন ক্লাম্প স্ক্রুর সাহায্যে নিম্নপাত আটকানো হয়, তখন লেভেলিং হেডের (14) উপরের ট্রাইব্রেচ (Tribrach) এর সাথে আটয়ে যায়। সাধারণত নিম্নপাতের ব্যাসের আকারের উপরই থিওডোলাইটের আকার নির্ধারণ করা হয়, যেমন– 10 সেন্টিমিটার থিওডোলাইট, 12 সেন্টিমিটার থিওডোলাইট, 25 সেন্টিমিটার থিওডোলাইট ইত্যাদি।

(ছ) ঊর্ধ্বপাত (Upper plate) ঃ ঊর্ধ্বপাতকে (7) ভার্নিয়ার পাতও বলা হয়। এটি ভিতরের স্পিন্ডলের সাথে আটকানো থাকে। এতে দু' বা তিনটি ভার্নিয়ার ম্যাগনিফাইয়ার (3) সহ সংযুক্ত থাকে। ঊর্ধ্বপাত স্ট্যান্ডার্ড এর ভিত্তি হিসাবে এটিকে ধরে রাখে। একে উপরে ক্লাম্প স্ক্রু (20) ও ট্যানজেন্ট স্ক্রুর (21) সাহায্যে নিম্নপাতের ঈপ্সিত দাগাঙ্কে স্থাপন করা যায়। উপরের ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে নিচের ক্লাম্প স্ক্রুকে মুক্ত করে দিলে যন্ত্রটির ঊর্ধ্ব ও নিম্নপাত অনড় থেকে বাইরের অক্ষ বা স্পিন্ডলকে কেন্দ্র করে ঘুরানো যায়। যদি উপরের ক্লাম্প মুক্ত করে নিচের ক্লাম্পটিকে আটকিয়ে দেয়া হয়, তবে যন্ত্রটি ঊর্ধ্বপাতসহ ভিতরের অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরতে পারে। যে কোন ট্যানজেন্ট স্ক্রুকে ঘুরানোর পূর্বে এর সাথে সম্পর্কিত ক্লাম্প স্ক্রু অবশ্যই আটকিয়ে দিতে হয়।

(জ) ক্লাম্প স্ক্রু (Clamp screws) ঃ ঊর্ধ্বপাত ও নিম্নপাতের স্ব স্ব ক্লাম্প স্ক্রু থাকে। এগুলোর কার্যাবলি সুষ্ঠুভাবে সম্পাদনের জন্য নিম্নের শর্ত তিনটি অনুসরণ করা আবশ্যক ঃ

(i) যখন আপার ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে (Tightened) দেয়া হয় এবং লোয়ার ক্লাম্প স্ক্রু মুক্ত (Loose) থাকে তখন যন্ত্র বহিঃঅক্ষের উপর ঘুরে এবং ঊর্ধ্বপাত ও নিম্নপাত পরস্পরের সাপেক্ষে ঘুরে না এবং ভার্নিয়ারের পাঠও পরিবর্তন হয় না।

(ii) যখন লোয়ার ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দেয়া হয় এবং আপার ক্লাম্প স্ক্রু মুক্ত থাকে, তখন যন্ত্র আন্তঃ অক্ষের উপর ঘুরে এবং পাতদ্বয় পরস্পরের আপেক্ষিকতায় ঘুরতে পারে। ভার্নিয়ারের পাঠও পরিবর্তন হয়।

(iii) যখন আপার ক্লাম্প স্ক্রু ও লোয়ার ক্লাম্প স্ক্রু উভয়ই আটকিয়ে দেয়া হয়, তখন যন্ত্র মোটেই ঘুরতে পারে না।

(ঝ) ট্যানজেন্ট স্ক্রু (Tangent screws) ঃ পাতদ্বয়কে (ঊর্ধ্ব ও নিম্নপাত) এগুলোর স্ব স্ব ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে সামান্য পরিমাণ ডানে বা বামে সঞ্চালন করা যায়। তবে শুধুমাত্র নির্দিষ্ট পাতের ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিলেই ঐ পাতের ট্যানজেন্ট স্ক্রু কাজ করে নতুবা মোটেও কাজ করে না।

তাই (i) যখন আপার ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দেয়া হয় তখন ঊর্ধ্বপাতকে সামান্য পরিমাণে ডানে বা বামে সঞ্চালনের জন্য আপার ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করা যায়।

(ii) যখন লোয়ার ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দেয়া হয় তখন নিম্নপাতের সামান্য পরিমাণ ডানে বা বামে সঞ্চালনের জন্য লোয়ার ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করা যায়।

(ঞ) ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু ও ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঃ দুরবিনকে উল্লম্ব বৃত্তে যে কোন উল্লম্ব কোণে ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রুর সাহায্যে আটকিয়ে দেয়া যায় ফলে দুরবিন অনুভূমিক অক্ষে ঘুরতে পারে না। তবে ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিলে দুরবিনকে ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে উল্লম্ব তলে সামান্য পরিমাণে উপরে নিচে সঞ্চালন করা যায়।

(ট) প্লেট লেভেল (Plate levels) ঃ ঊর্ধ্বপাতে দু'টি বাবল টিউব (5) একটি অপরটির সমকোণে স্থাপিত থাকে। একটি বাবল টিউব ট্রানিয়ন অক্ষের সমান্তরালে থাকে। বাবলকে ফুট স্ক্রুর (15) সাহায্যে কেন্দ্রে আনা (centre of run) হয়।

(ঠ) লেভেলিং হেড (Levelling head) ঃ লেভেলিং হেড (14) থিওডোলাইট যন্ত্রের সর্বনিম্নাংশ। এটি ফুট প্লেট (Foot Plate) ট্রাইব্রেস (Tribrach) (তিন ফুট স্ক্রু যন্ত্রের তিন বাহুবিশিষ্ট এবং চার ফুট স্ক্রু যন্ত্রের চার বাহুবিশিষ্ট) বল সকেট জয়েন্ট সহ লেভেলিং স্ক্রু (15) বা ফুট স্ক্রু সমন্বয়ে গঠিত। এর ফুট প্লেটের (18) মাঝের প্যাঁচকাটা বলয়ের ভিতরে তেপায়ার (26) সংযোগ দেয়ার ব্যবস্থা থাকে। এতে ওলন ঝুলানোর ব্যবস্থা আছে। এটি প্রধানত তিনটি কাজ করে থাকে ঃ

(i) এটি যন্ত্রের প্রধান অঙ্গগুলোর ধারক হিসেবে কাজ করে।

(ii) এটি তেপায়ার সাথে থিওডোলাইটের সংযোগ দিয়ে থাকে।

(iii) এটি থিওডোলাইটকে সমতলে আনয়ন করে।

(ড) তেপায়া (Tripod) ঃ ব্যবহার কালে পুরো থিওডোলাইটকে তেপায়া (26) ধারণ করে। এটি তিনটি নিরেট বা ফ্রেম পায়ার সহযোগে নির্মিত। পায়া তিনটির উপরের প্রান্ত তেপায়ার হেডে (Tripod head) (19) সংযুক্ত এবং নিম্নপ্রান্তত্রয় তিনটি ইস্পাতের নাল (Shoe) দিয়ে আবৃত। তেপায়ার মাথায় সংযুক্ত স্ক্রুর সাহায্যে লেভেলিং হেডের ফুট প্লেটের সাথে সহজে সংযোগ দেয়া যায়।

(ঢ) ওলন (Plumb bob) ঃ ওলন (16) থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষে স্থাপিত আংটার সাথে ঝুলিয়ে যন্ত্রকে স্টেশনে স্থাপন করা হয়।

● দুরবিনের স্বাভাবিক অবস্থা ও দুরবিনের উল্টা অবস্থা (Telescope normal and telescope inverted) ঃ

থিওডোলাইটের দুরবিনের বাবল যদি এর (দুরবিনের) উপরে থাকে এবং উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের বামদিকে থাকে তাহলে দুরবিনের এ অবস্থাকে দুরবিনের স্বাভাবিক বা সাধারণ অবস্থা বলা হয়। পাঠ গ্রহণকালে যদি উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের বাম দিকে থাকে তবে দুরবিনও স্বাভাবিক অবস্থায় থাকবে। তাহলে যন্ত্রের এ অবস্থাকে বামমুখী (Face left) অবস্থা বলা হয়।

দুরবিন উল্টামুখী করলে এর অভিলক্ষ্য দর্শকের দিকে আসে এবং বাবল টিউব এর নিচে অবস্থান করে। এ অবস্থায় যন্ত্রকে অনুভূমিক তলের উপর 180° ঘুরালে দুরবিনের অভিনেত্রের দিক দর্শকের দিকে আসে এবং উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের ডানদিকে থাকে। দুরবিনের এ অবস্থাকে দুরবিনের উল্টা অবস্থা বলা হয়। পাঠ গ্রহণকালে যদি যন্ত্রের উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের ডানদিকে থাকে তবে দুরবিন উল্টা অবস্থায় থাকবে। তাহলে যন্ত্রের এ অবস্থাকে ডানমুখী (face right) অবস্থা বলা হয়।

দুরবিনকে অনুভূমিক অক্ষে উল্লম্ব তলে 180° ঘুরালে দুরবিনের স্বাভাবিক অবস্থা হতে উল্টা অবস্থায় বা উল্টা অবস্থা হতে স্বাভাবিক অবস্থায় এনে এ অবস্থায় যন্ত্রকে উল্লম্ব অক্ষে অনুভূমিক তলে 180° ঘুরালে যন্ত্রের মুখ পরিবর্তন হয়। যন্ত্রের দুরবিন স্বাভাবিক অবস্থায় থাকাকালে বামমুখী অবস্থায় থাকে এবং দুরবিন উল্টা অবস্থায় থাকাকালীন যন্ত্র ডানমুখী অবস্থায় থাকে।

● **বামমুখী ও ডানমুখী অবস্থার সুবিধা (Advantages of face left and face right)ঃ**

থিওডোলাইটের ডানমুখী ও বামমুখী উভয় অবস্থায় কোন পাঠ গ্রহণ করলে নিম্নের যান্ত্রিক ত্রুটিজনিত ভ্রান্তি দূর হয় ঃ

(ক) দুরবিনের আড়াআড়ি অক্ষ কলিমেশন রেখার সাথে সমকোণে না থাকাজনিত ত্রুটি,

(খ) উল্লম্ব অক্ষের সাথে আড়াআড়ি অক্ষ সমকোণে না থাকাজনিত ত্রুটি,

(গ) কলিমেশন রেখা ও দুরবিন অক্ষ একই রেখায় না থাকাজনিত ত্রুটি, এবং

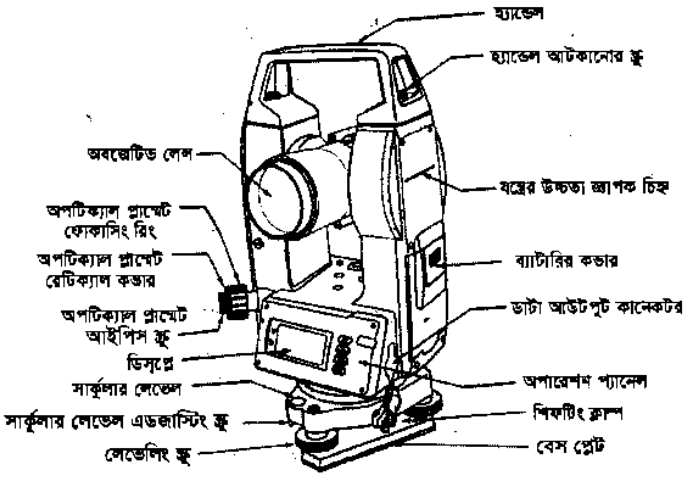
(ঘ) অনুভূমিক বৃত্তের নিম্নপাতে ভাগমানের অসামঞ্জস্যতাজনিত ত্রুটি।

১২.২ ট্রানজিট থিওডোলাইট (ডিজিটাল) এর সাধারণ অঙ্গসমূহ [Common parts of a transit (digital) theodolite] ঃ

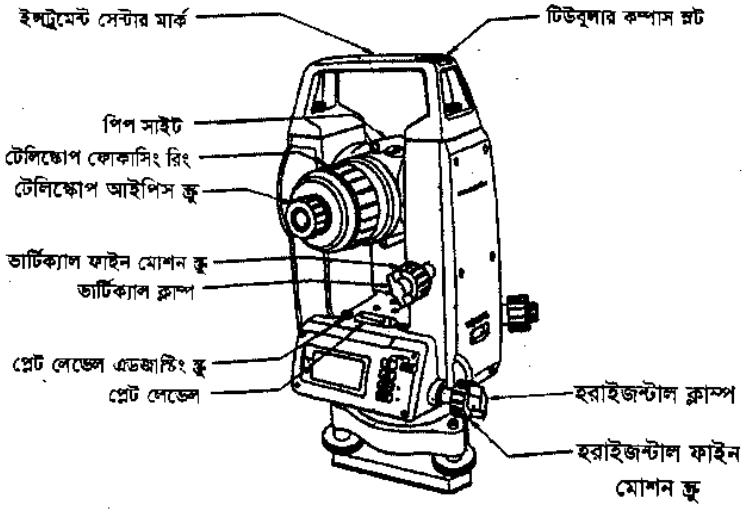
বিগত শতাব্দীর মাঝামাঝি সময় হতেই ইলেকট্রনিক ডিজিটাল থিওডোলাইটের ব্যবহার দেখা যায়। এটি অপটিক্যাল থিওডোলাইটের মতো তবে এতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডিসপ্লে-তে কৌণিক মান প্রদর্শন করে। সাধারণত ডিসপ্লে এর জন্য এলইডি (LEDs = Light Emitting Diods) বা এলসিডি (LCDs = Liquid Crystal Diods) ব্যবহৃত হয়। অপটিক্যাল থিওডোলাইটে অপটিক্যাল ম্যাক্রোমিটারে খুবই নিখুঁতভাবে কোণের পরিমাপ নেয়া হতো। তার স্থলে ডিজিটাল থিওডোলাইটে অপটো-ইলেকট্রনিক স্ক্যানিং (Opto-electronic scanning) এর মাধ্যমে দ্রুত নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে কোণের মান ডিসপ্লেতে প্রদর্শিত হয়। এগুলোর অপারেশন প্যানেলের ডিসপ্লে ও একাধিক ফাংশনের 'কী' ব্যবহার করে ইলেকট্রনিক গতি ও সূক্ষ্মতায় কোণের পরিমাপ ডিসপ্লে হতে পাওয়া যায়।

বিশ্বস্ত ও খ্যাতিমান জরিপ যন্ত্রপাতি নির্মাতা বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান বিভিন্ন মডেলের ডিজিটাল থিওডোলাইট বাজারজাত করে থাকে, যেমন– M/S Wild Heerbrugg Ltd.-এর Wild T-1000, Wild T-2000 ও Wild T 2000s এবং SOKKIA এর $DT2_{10}$, $DT5_{10}$ $DT5_{10s}$, $DT5_{10AS}$, $DT6_{10}$, $DT6_{10s}$ ইত্যাদি।

ডিজিটাল থিওডোলাইটগুলোর মূলনীতিতে তেমন কোন ভিন্নতা না থাকলেও এগুলোর মডেল, আকার, ডিসপ্লে এর সংখ্যা, অবস্থান, ক্ষুদ্রতম পাঠমান, দুরবিনে অবজেক্ট অ্যাপারার, ম্যাগনিফিকেশন ইত্যাদি ক্ষেত্রে ভিন্নতা দেখা যায়। তাছাড়া ভিন্ন ভিন্ন মডেলের ক্ষেত্রে ব্যবহারের নিয়মনীতি, নির্দেশনা, সতর্কতা ইত্যাদি ক্ষেত্রে প্রায়শই ভিন্নতা থাকে। তাই ব্যবহারকারীগণকে নির্দিষ্ট মডেলের ডিজিটাল থিওডোলাইট ব্যবহারকালে নির্মাতা প্রতিষ্ঠানের 'ম্যানুয়াল' অনুসরণ করা আবশ্যক। চিত্রে (চিত্র ১২.২) একটি ট্রানজিট (ডিজিটাল) থিওডোলাইটের ($DT5_{10}$) সাধারণ অঙ্গসমূহ দেখানো হল ঃ



(ক)



(খ)

চিত্র ঃ ১২.২ (ক-খ) ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাধারণ অঙ্গসমূহ

১২.৩ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের বিভিন্ন অঙ্গের কার্যাবলি (Functions of different parts of a digital transit theodolite) ঃ

নিচে SOKKIA CO LTD এর নির্মিত $DT2_{10}$ মডেলের ডিজিটাল ইলেকট্রনিক থিওডোলাইট এর বিভিন্নাঙ্গের কার্যাবলি সংক্ষেপে উদ্ধৃত করা হল ঃ

১। **হ্যান্ডেল (Handle)** ঃ যন্ত্রের নিরাপদ উত্তোলন, বহন ও সংস্থাপন কাজে হ্যান্ডেল ধরার সুবিধা দান করে।

২। **হ্যান্ডেল আটকানোর স্ক্রু (Handle securing screw)** ঃ হ্যান্ডেল আটকানো স্ক্রু হ্যান্ডেলকে যন্ত্রের সাথে শক্ত, মজবুতভাবে আটকানোর কাজ করে।

৩। **যন্ত্রের উচ্চতা জ্ঞাপক চিহ্ন (Instrument height mark)** ঃ দুরবিনের কলিমেশন রেখার উচ্চতা যন্ত্রের বাহির দিকে প্রদর্শনের জন্য যন্ত্রের উচ্চতা জ্ঞাপক চিহ্ন যন্ত্রের বহিঃপৃষ্ঠে দেয়া হয়।

৪। **ব্যাটারি কভার (Battery cover)** ঃ ব্যাটারি কভার ব্যাটারির স্থান চ্যুতি হতে রক্ষা করে এবং ঢেকে রাখে।

৫। **ডাটা আউটপুট কানেকটর (Data output connector)** ঃ ডাটা আউটপুট কানেকটর একটি স্লট যাতে নির্দিষ্ট ক্যাবলের মাধ্যমে কম্পিউটারের সংযোগ দিয়ে তথ্যাদি কম্পিউটারে নেয়া যায়।

৬। **অপারেশন প্যানেল (Operation panel)** ঃ অপারেশন প্যানেলে বিভিন্ন ধরনের কমান্ডের জন্য অনেকটা কম্পিউটারের কী-বোর্ডের মতো বাটন থাকে। এ সকল বাটন চেপে ঈপ্সিত কমান্ড দেয়া হয়।

৭। **শিফটিং ক্লাম্প (Shifting clamp)** ঃ রেটিকেল কেন্দ্র জরিপ স্টেশন হতে কিঞ্চিৎ বিচ্যুত থাকলে সেন্টারিং স্ক্রু কিঞ্চিৎ ঢিলা করে শিফটিং ক্লাম্প বামাবর্তে ঘুরিয়ে যন্ত্রের রেটিকেল কেন্দ্র জরিপ বিন্দুর উপর আনা যায়।

৮। **বেস প্লেট (Base plate)** ঃ বেস প্লেট যন্ত্রের সর্বনিম্নের অংশ, যার উপর যন্ত্র অবস্থান করে। লেভেলিং হেড এর উপর যন্ত্র স্থাপন কালে যন্ত্রের বেস প্লেট এর সাথে লেভেলিং হেডকে সেন্টারিং স্ক্রু দিয়ে দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে দেয়া হয়।

৯। **লেভেলিং ফুট স্ক্রু (Levelling foot screw)** ঃ লেভেলিং ফুট স্ক্রু বামাবর্তে/ডানাবর্তে ঘুরিয়ে যন্ত্রের লেভেলিং করা হয়।

১০। **সার্কুলার লেভেল অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু (Circular level adjusting screw)** ঃ যন্ত্রের সার্কুলার লেভেল স্ক্রু যন্ত্রের সার্কুলার লেভেল সমন্বয়নের জন্য ব্যবহৃত হয়।

১১। **সার্কুলার লেভেল (Circular level)** ঃ যন্ত্রের (নিম্নাংশে) উল্লম্ব অক্ষকে ওলন রেখায় আনয়নের জন্য সার্কুলার লেভেল ব্যবহার করা হয়।

১২। **ডিসপ্লে (Display)** ঃ অপারেশন প্যানেলে প্রদত্ত কমান্ড অনুযায়ী তথ্যাদি ডিসপ্লেতে প্রদর্শিত হয়। এটা অনেকটা মোবাইল বা ক্যালকুলেটরের ডিসপ্লে এর মতো লিকুইড ক্রিস্টাল ডিসপ্লে।

১৩। **অপটিক্যাল প্লামেট আইপিস স্ক্রু (Optical plummet eyepiece screw)** ঃ জরিপ স্টেশন রেটিকেল কেন্দ্রে আছে কি না দেখার নিমিত্তে আইপিসকে দর্শকের দৃষ্টির সাথে সমন্বয়ের জন্য অপটিক্যাল প্লামেট আইপিস স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

১৪। **অপটিক্যাল প্লামেট রেটিকেল কভার (Optical plummet reticle cover)** ঃ অপটিক্যাল প্লামেটকে ধুলাবালি, আর্দ্রতা ইত্যাদি হতে মুক্ত রাখার জন্য ঢাকনা হিসেবে অপটিক্যাল প্লামেট রেটিকেল কভার ব্যবহৃত হয়।

১৫। **অপটিক্যাল প্লামেট ফোকাসিং রিং (Optical plummet focussing ring)** ঃ জরিপ স্টেশন স্পষ্ট দেখার জন্য অপটিক্যাল প্লামেট ফোকাসিং রিং এর সাহায্যে যথাযথভাবে ফোকাসিং করা হয়।

১৬। **অবজেকটিভ লেন্স (Objective lens)** ঃ টার্গেট বস্তুকে বিবর্ধিত ও স্পষ্ট দেখার জন্য দুরবিনে ব্যবহৃত এক বিশেষ ধরনের যৌগিক লেন্সই অব্জেকটিভ লেন্স।

১৭। **টিউবুলার কম্পাস স্লট (Tubular compass slot)** ঃ যন্ত্রে টিউবুলার কম্পাস সংযোজনের জন্য রক্ষিত স্লটই টিউবুলার কম্পাস স্লট।

১৮। **হরিজন্টাল ক্লাম্প (Horizontal clamp)** ঃ যন্ত্রের অনুভূমিক তলে যন্ত্রের আবর্তন বন্ধ করে দেয়ার জন্য হরিজন্টাল ক্লাম্প আটকিয়ে দেয়া হয়।

১৯। **হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু (Horizontal fine motion screw)** ঃ হরিজন্টাল ক্লাম্প আটকিয়ে দেয়ার পর যন্ত্রকে কিঞ্চিৎ পরিমাণে অনুভূমিক তলে ঘুরানোর জন্য হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু ঘুরানো হয়।

২০। **প্লেট লেভেল (Plate level)** ঃ যন্ত্রের (উপরাংশ) উল্লম্ব অক্ষ ওলন রেখায় আনয়নের জন্য প্লেট লেভেল ব্যবহৃত হয়।

২১। **প্লেট লেভেল অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু (Plate level adjusting screw)** ঃ যন্ত্রের প্লেট লেভেল যথাযথভাবে সমন্বয়নের জন্য প্লেট লেভেল অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

২২। **ভার্টিক্যাল ক্লাম্প (Vertical clamp)** ঃ দুরবিনের উল্লম্বতলে আবর্তন বন্ধ করার জন্য ভার্টিকাল ক্লাম্প আটকিয়ে দেয়া হয়।

২৩। **ভার্টিক্যাল ফাইন মোশন স্ক্রু (Vertical fine motion screw)** ঃ ভার্টিক্যাল ক্লাম্প আটকিয়ে দেয়ার পর দুরবিনকে উল্লম্ব তলে কিঞ্চিৎ ঘুরানোর জন্য ভাটিক্যাল ফাইন মোশন স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

২৪। **টেলিস্কোপ আইপিস স্ক্রু (Telescope eyepiece screw)** ঃ ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার ও টার্গেটকে স্পষ্ট দেখার নিমিত্তে দর্শকের দৃষ্টির সাথে আইপিসের সমন্বয়নের জন্য টেলিস্কোপ আইপিস স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

২৫। **টেলিস্কোপ ফোকাসিং রিং (Telescope focusing ring)** ঃ দুরবিনের ভিতরে ফোকাসিং লেন্সকে সামনে-পিছনে করে টার্গেট বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারে পতিত করা এবং যন্ত্রে আলো প্রবেশের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করাই টেলিস্কোপ ফোকাসিং রিং এর কাজ।

২৬। **পিপ সাইট (Peep sight)** ঃ দুরবিনের উপর দিয়ে লক্ষ্যবস্তু (টার্গেট) কে নিশানা করার জন্য পিপ সাইট ব্যবহৃত হয়।

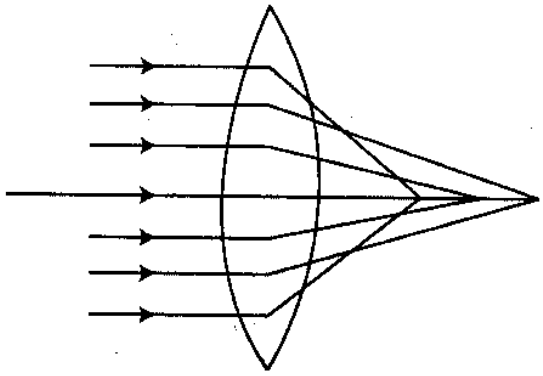
২৭। **ইনস্ট্রুমেন্ট সেন্টার মার্ক (Instrument centre mark)** ঃ ইনস্ট্রুমেন্ট সেন্টার মার্ক টেলিস্কোপের উল্লম্ব অক্ষের একটি বিন্দু। অর্থাৎ এ বিন্দুগামী ওলন রেখাই যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ।

১২.৪ ডায়াফ্রাম, লেন্স, গোলকীয় পেরণ, বর্ণপেরণ, সেন্টারিং, ট্রানজিটিং, ডিসপ্লে বোর্ড (Diaphragm, Lens, Spherical aberration, Chromatic aberration, Centering, Transiting, Display board) ঃ

ডায়াফ্রাম (Diaphragm) ঃ ডায়াফ্রাম লেভেল যন্ত্র, থিওডোলাইট ইত্যাদির একটি প্রধান অঙ্গ। এটি দূরবিনের অভিনেত্রের সামান্য সামনে থাকে। কৌণিক মান নির্ণয় এবং স্টাফ পাঠ গ্রহণে এটিই প্রধান ভূমিকা পালন করে। এটি ব্রাস বা গান মেটালের তৈরি রিং এর সাথে ক্রস হেয়ার আটকিয়ে গঠন করা হয়। সূক্ষ্ম প্লাটিনামের তার, মাকড়সার আঁশ বা গ্লাসের উপর খুবই সরু দাগ কেটে ক্রস হেয়ার তৈরি করা হয় এবং ক্যাপস্টেন হেডেড্ স্ক্রুর সাহায্যে ক্রস হেয়ার সঠিক স্থানে স্থাপন করা হয়। ডায়াফ্রাম স্ক্রুর সাহায্যে একে উপরে, নিচে, ডানে ও বামে সরানো যায়। যন্ত্রের ধরন ও নির্মাতার মডেল অনুযায়ী বিভিন্ন ধরনের ডায়াফ্রাম দেখা যায়। (চিত্র ৩.১৫ দ্রষ্টব্য)

লেন্স (Lens) ঃ দু'টি গোলকীয় অথবা একটি গোলকীয় ও একটি সমতল অথবা দু'টি বেলনা আকৃতির পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোন স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলা হয়। লেন্স সাধারণত কাচ, কোয়ার্টজ বা প্লাস্টিকের তৈরি হতে পারে। লেন্সের দু' তলের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে লেন্সকে উত্তল, অবতল, উভোত্তল, সমতলোত্তল, অবতলোত্তল, উভয়াবতল, সমতলাবতল, উত্তলাবতল ও যৌগিক ইত্যাদি ভাগে ভাগ করা যেতে পারে। লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র, আলোক কেন্দ্র, ফোকাস দূরত্ব ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে বিভিন্ন জরিপ যন্ত্র যেমন– লেভেল, থিওডোলাইট ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয়।

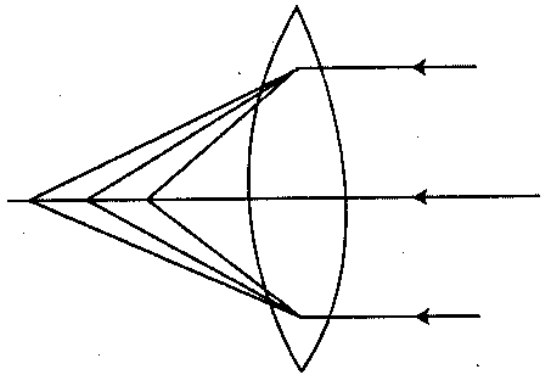
গোলকীয় পেরণ (Spherical aberration) ঃ আলোকরশ্মি কোন বৃহৎ উন্মেষযুক্ত গোলকীয় লেন্সের ভিতর দিয়ে প্রতিসরিত হওয়ার পর যদি কোন নির্দিষ্ট বিন্দুতে মিলিত না হয় তবে লেন্সের অক্ষ হতে দূরবর্তী রশ্মিগুলো কিছুটা নিকটে এবং নিকটবর্তী রশ্মিগুলো অপেক্ষাকৃত কিছুটা দূরে প্রধান অক্ষে মিলিত হয় এবং বিস্তৃত প্রতিবিম্বের সৃষ্টি করে। প্রতিবিম্বের এ ত্রুটিকে গোলকীয় পেরণ বলা হয়। লেন্সে কদাচিৎ এ ধরনের ত্রুটি সৃষ্টি হয় বিধায় এটি তেমন মারাত্মক নয়। চিত্র ঃ ১২.৩-এর লেন্সের গোলকীয় পেরণ দেখানো হলো। লেন্সের পৃষ্ঠ অমসৃণ হলে এ ত্রুটি দেখা দিতে পারে। যদি নাইলন বা সিল্কের কাপড় দিয়ে ঘষে লেন্সের পৃষ্ঠ মসৃণ করে দেয়া যায়, তবে এর মাত্রা কমানো বা সম্পূর্ণরূপে মুক্ত করা যায়।



চিত্রঃ ১২.৩

বর্ণপেরণ (Chromatic aberration) ঃ আমরা জানি লাল, কমলা, হলুদ, সবুজ, আসমানি, নীল, বেগুনি এই সাতটি রঙের আলোর সমন্বয়ে সাদা আলো সৃষ্ট। এগুলোর মধ্যে বেগুনি বর্ণের আলোকরশ্মির বিচ্যুতি (Deflection) সর্বাধিক এবং লাল রঙের আলোকরশ্মির বিচ্যুতি সর্বনিম্ন। বাদবাকি বর্ণের আলোকরশ্মিগুলোর বিচ্যুতি উপরে উল্লিখিত নামের ধারাবাহিক ক্রম অনুসারে হয়ে থাকে। কাজেই সাধারণ লেন্সের ভিতর দিয়ে প্রতিসরিত হওয়ার কালে সাদা আলো উক্ত বর্ণগুলোর আলোতে বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রধান অক্ষের বিভিন্ন বিন্দুতে মিলিত হয়। এদের মধ্যে লাল রঙের আলো সর্বাধিক কম দূরে, বেগুনি ব্যতীত অন্যান্যগুলো মাঝে এবং বেগুনি আলোকরশ্মি সর্বাধিক দূরে ফোকাসিত হয়ে বিন্দু প্রতিবিম্বের পরিবর্তে বিস্তৃত প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে এবং সাত রঙের সাতটি

অস্পষ্ট প্রতিবিম্ব পরিদৃশ্য হয়। লেন্সের ভিতর দিয়ে সাদা আলোর এ বিচ্ছুরণকে (Dispersion) বর্ণপেরণ বলা হয়। এটি সাধারণ লেন্সের একটি মারাত্মক ত্রুটি। এ ত্রুটি মুক্তকরণকল্পে ফ্লিন্ট কাচের অপসারী লেন্স ও ক্রাউন কাচের অভিসারী লেন্স ব্যালসাম গামের সাহায্যে জোড়া দিয়ে যৌগিক লেন্স তৈরি করে যন্ত্রে ব্যবহার করতে হয়। যৌগিক লেন্সের লেন্সদ্বয়ের একটির সৃষ্ট বিচ্ছুরণ অপরটির সমান ও বিপরীতমুখী হওয়া বাঞ্ছনীয়। এ ধরনের যৌগিক লেন্সের ভিতর দিয়ে আলো প্রতিসরণকালে বিশ্লিষ্ট না হয়ে বিন্দু প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করবে। এ ধরনের যৌগিক লেন্সকে আবর্ণ লেন্স (Achromatic lens) বলে। ব্যালসাম গাম স্বচ্ছ এবং আলোর প্রতিসরণে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে না।



চিত্রঃ ১২.৪

সেন্টারিং (Centering) ঃ থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষ মাঠের স্টেশন বরাবর রেখে থিওডোলাইট স্থাপন করাকে সেন্টারিং বলা হয়। থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষ বরাবর নিচে সংযুক্ত আংটার সাথে ওলন ঝুলিয়ে সেন্টারিং করতে হয়। সেন্টারিং রড সংযুক্ত তেপায়ায় সেন্টারিং রড ব্যবহার করেও সেন্টারিং করা যায়।

ট্রানজিটিং (Transiting) বা দুরবিন উল্টানো ঃ ট্রানজিটিংকে প্লানজিং বা রিভার্সিংও বলা হয়। থিওডোলাইটের দুরবিনকে ট্রানিয়ন অক্ষের উপর উল্লম্ব তলে 180° ঘুরিয়ে এর উপরের অংশ নিচে এবং নিচের অংশ উপরে নিয়ে সঠিকভাবে বিপরীতকরণকে ট্রানজিটিং বলা হয়।ট্রানজিটিং করলে দুরবিনের অভিনেত্রের দিক বস্তু কাচের দিকে এবং বস্তু কাচের অভিনেত্রের দিকে আসে বিধায় দিক দুরবিন বিপরীতমুখী দিকে চলে আসে এবং দৃষ্টিরেখা বিপরীতমুখী হয়।

দুরবিন অনুভূমিক তলে ঘুরানো (Swing of Telescope) ঃ দুরবিনকে উল্লম্ব অক্ষের উপর অনুভূমিক তলে ঘুরানোকে দুরবিন অনুভূমিক তলে ঘুরানো (Swing of Teleslcope) বলা হয়। দুরবিনের মুখ পরিবর্তনে, বামাবর্তে বা ডানাবর্তে কৌণিক পরিমাপ গ্রহণে, দুরবিনকে টার্গেটমুখী করণে দুরবিন ঘুরানোর (Swing of Telescope) দরকার হয়। দুরবিনকে পূর্ববর্তী অবস্থান হতে ঘড়ি চলার দিকে অর্থাৎ ডান আবর্তে ঘুরানোকে ডানে ঘুরানো (Right swing) এবং পূর্ববর্তী অবস্থান হতে বামে ঘুরানো অর্থাৎ ঘড়ি চলার বিপরীত দিকে ঘুরানোকে বামে ঘুরানো (Left swing) বলা হয়।

মুখ পরিবর্তন (Changing face) ঃ দুরবিনকে ডানমুখী হতে বামমুখী অথবা বামমুখী হতে ডানমুখী করাকে মুখ পরিবর্তন (Changing face) বলা হয়। মুখ পরিবর্তনে দুরবিনকে ট্রানজিটিং করে 180° ঘুরাতে (Swing) হয়।

ডাবল সাইটিং (Double sighting) ঃ দুরবিন স্বাভাবিক অবস্থায় একবার এবং উল্টা অবস্থায় একবার অনুভূমিক বা উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়াকে ডাবল সাইটিং বা ডাবল সেন্টারিং (Double sighting or double centering) বলা হয়।

ডিসপ্লে বোর্ড (Display board) ঃ জরিপ কাজে ব্যবহার উপযোগী বিভিন্ন ইলেকট্রনিক ডিজিটাল যন্ত্রে কী বোর্ডের পরিচালনায় পর্যবেক্ষণকৃত সকল তথ্যাদি যে স্ক্রীনে প্রদর্শিত হয়, এ স্ক্রীনের আওতাধীন অংশই ডিসপ্লে বোর্ড। এটি ডিজিটাল লেভেল ও থিওডোলাইটে লিকুইড ক্রিস্টাল ডিসপ্লে নামে পরিচিত।

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **থিওডোলাইট কী?**

উত্তর থিওডোলাইট কোণ (উল্লম্ব কোণ ও অনুভূমিক কোণ) পরিমাপক যন্ত্র, যার সাহায্যে সূক্ষ্ম ও নিখুঁতভাবে কোণ মাপ যায়।

২। **বিভিন্ন প্রকার থিওডোলাইটের নাম লেখ।**

উত্তর থিওডোলাইট প্রধানত (ক) ট্রানজিট থিওডোলাইট ও (খ) নন-ট্রানজিট থিওডোলাইট এই দু'প্রকারের হয়ে থাকে।

৩। **থিওডোলাইটের আকার কোন অংশের উপর ভিত্তি করে নির্ধারিত হয়?**

উত্তর থিওডোলাইটের আকার সাধারণত নিম্নপাতের ব্যাসের পরিমাণের উপর ভিত্তি করে নির্ধারণ করা হয়।

৪। **২৫ সেন্টিমিটার থিওডোলাইট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯]

উত্তর থিওডোলাইটের নিম্নপাতের ব্যাস ২৫ সেমি হলে তাকে ২৫ সেন্টিমিটার থিওডোলাইট বলা হয়।

৫। **লেভেলিং হেড কী কাজ করে?**

উত্তর লেভেলিং হেড (ক) যন্ত্রের বিভিন্নাংশের ধারক হিসেবে (খ) যন্ত্রের সাথে তেপায়ার সংযোগকারী হিসেবে এবং (গ) যন্ত্রের লেভেলিং এ সহায়ক হিসেবে কাজ করে।

৬। **লেন্স এর সংজ্ঞা লেখ।**

উত্তর দু'টি গোলকীয় বা একটি গোলকীয় ও একটি সমতল বা দু'টি বেলুনাকৃতির পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোন স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকেই লেন্স বলে। লেন্স সাধারণত কাচ, প্লাস্টিক বা কোয়ার্টজ এর তৈরি।

৭। **দুরবিনের স্বাভাবিক অবস্থা কী?**

উত্তর বাবল টিউব দুরবিনের উপরে এবং উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের বামদিকে থাকলে দুরবিনের স্বাভাবিক অবস্থা বলা হয়।

৮। **দুরবিনের উল্টা অবস্থা কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]
বা, থিওডোলাইটের উল্টা অবস্থান বলতে কী বুঝায়?

উত্তর বাবল টিউব দুরবিনের নিচে এবং উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের ডানদিকে থাকা অবস্থাকে দুরবিনের বা থিওডোলাইটের উল্টা অবস্থা বলা হয়।

৯। **যন্ত্র ডানমুখী বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর পাঠ গ্রহণকালে উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের ডানদিকে থাকলে যন্ত্রের ডানমুখী অবস্থা। এ অবস্থায় দুরবিন উল্টা অবস্থায় থাকে।

১০। **যন্ত্র বামমুখী বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর পাঠ গ্রহণকালে উল্লম্ব বৃত্ত দর্শকের বামদিকে থাকলে তাকে যন্ত্রের বামমুখী অবস্থা বলে। এ অবস্থায় দুরবিন স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে।

১১। **ট্রানজিটিং কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর থিওডোলাইটের দুরবিনকে ট্রানিয়ন অক্ষে 180° ঘুরিয়ে উপরের অংশ নিচে বা নিচের অংশ উপরে নিয়ে সঠিকভাবে বিপরীতকরণকে ট্রানজিটিং বলা হয়।

১২। **সেন্টারিং কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ০২]

উত্তর থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষ মাঠের স্টেশনের উপর রেখে থিওডোলাইট স্থাপন করাকে সেন্টারিং বলা হয়।

১৩। **কীভাবে থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তন করা হয়?**

উত্তর ট্রানজিট থিওডোলাইটের দুরবিনকে উল্লম্ব তলে 180° ঘুরিয়ে অনুভূমিক তলে যন্ত্রকে 180° ঘুরালেই থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তন হয়।

১৪। **ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রুর কাজ কী?**

উত্তর দুরবিনকে উল্লম্ব বৃত্তে ঈপ্সিত যে কোন কোণে আটকিয়ে দেয়াই ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রুর কাজ।

১৫। **ডায়াফ্রাম কী দিয়ে তৈরি করা হয়?**

উত্তর ঃ ডায়াফ্রাম ব্রাস বা গান মেটালের রিং এ ক্রস হেয়ার (সরু প্লাটিনামের তার, মাকড়সার আঁশ) আটকিয়ে বা কাচের উপর সরু দাগ কেটে তৈরি করা হয়।

১৬। **ডিজিটাল থিওডোলাইটে পিপ সাইটের কাজ কী?**

উত্তর ঃ ঈপ্সিত লক্ষ্যবস্তুকে দুরবিনের বাইরের দিক দিয়ে নিশানা করার জন্য ডিজিটাল থিওডোলাইটের পিপ সাইট ব্যবহার করা হয়।

১৭। **ডিজিটাল থিওডোলাইটে অপটিক্যাল প্লামেট এর কাজ কী?**

উত্তর ঃ ঈপ্সিত স্টেশনে যথাযথভাবে থিওডোলাইট সেন্টারিং করার জন্য অপটিক্যাল প্লামেট ব্যবহার করা হয়।

১৮। **ট্রানজিট থিওডোলাইট কী?**

উত্তর ঃ যে থিওডোলাইটের দুরবিন ট্রানিয়ন অক্ষে উল্লম্বতলে পূর্ণবৃত্তে অর্থাৎ 360° ঘুরানো যায়, তাকে ট্রানজিট থিওডোলাইট বলে।

১৯। **ডিজিটাল থিওডোলাইট কী?**

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইট একটি অত্যাধুনিক ট্রানজিট থিওডোলাইট, যার দ্বারা ইলেকট্রনিক পদ্ধতির কী-বোর্ড পরিচালনায় ডিসপ্লে বোর্ডে ঈপ্সিত পর্যবেক্ষণকৃত তথ্যাদি প্রদর্শিত হয়।

২০। **টেলিস্কোপ ফোকাসিং রিং ও অপটিক্যাল প্লামেট ফোকাসিং রিং কী?**

উত্তর ঃ দুরবিনে আলো প্রবেশ মাত্রা নিয়ন্ত্রণ এবং দুরবিনের ভিতরে ফোকাসিং লেন্সকে সামনে-পিছনে করে টার্গেট বস্তুর প্রতিবিম্ব ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারে পতিত করার জন্য টেলিস্কোপ ফোকাসিং রিং ব্যবহৃত হয়। আর অপটিক্যাল প্লামেট ফোকাসিং রিং জরিপ স্টেশন বিন্দু স্পষ্ট পরিদৃশ্যকরণে ব্যবহার করা হয়।

২১। **থিওডোলাইটে গোলকীয় পেরণের প্রভাব কী?**

উত্তর ঃ গোলকীয় পেরণ একটি ত্রুটি, যার প্রভাবে বৃহৎ গোলকীয় লেন্সের ভিতর দিয়ে আলোকরশ্মি প্রতিসরিত হয়ে বিস্তৃত বিক্ষিপ্ত প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে। লেন্সের মসৃণতা বৃদ্ধি করে এ প্রভাব হ্রাস করা যায়।

২২। **থিওডোলাইটে বর্ণপ্রেরণের প্রভাব কী?**

উত্তর ঃ এটি একটি ত্রুটি। এর প্রভাবে লেন্সের ভিতর দিয়ে সাদা আলো প্রতিসরিত হয়ে কেন্দ্রীয় প্রতিবিম্ব সৃষ্টি না করে সাদা আলো বিশ্লিষ্ট হয়ে বিস্তৃত প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে। যৌগিক লেন্স ব্যবহার করে এ প্রভাব মুক্ত করা যায়।

২৩। **আবর্ণ বা এক্রোমেটিক লেন্স কী?**

উত্তর ঃ বর্ণপেরণ ত্রুটি দূর করার জন্য ক্রাউন কাচের অভিসারী লেন্স এর সহিত ব্যালসাম গাম দিয়ে ফ্লিন্ট কাচের অপসারি লেন্স যুক্ত করে যৌগিক লেন্স তৈরি করে ব্যবহার করা হয়। এ যৌগিক লেন্সকে আবর্ণ বা এক্রোমেটিক লেন্স বলা হয়।

২৪। **বর্ণপেরণ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ সাদা আলো লেন্সের ভিতর দিয়ে প্রতিসরিত হয়ে কেন্দ্রীয় প্রতিবিম্ব সৃষ্টি না করে বিশ্লিষ্ট হয়ে বিস্তৃত প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করে। লেন্সের এ ত্রুটিকে বর্ণপেরণ বলা হয়।

২৫। **প্রচলিত বিভিন্ন ধরনের থিওডোলাইটগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ প্রচলিত বিভিন্ন ধরনের থিওডোলাইটগুলো হল– (i) ভার্নিয়ার থিওডোলাইট (ii) অপটিক্যাল থিওডোলাইট ও (iii) ডিজিটাল ইলেকট্রনিক থিওডোলাইট।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। ট্রানজিট ও নন-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মধ্যে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

২। একটি ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ভার্নিয়ার) বিভিন্নাঙ্গের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৩। ক্লাম্প স্ক্রুর কার্যাবলিতে অনুসরণীয় বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৪। ট্যানজেন্ট স্ক্রুর কার্যাবলি উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৫। গোলকীয় পেরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৪ দ্রষ্টব্য।

৬। বর্ণপেরণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৪ দ্রষ্টব্য।

৭। ডায়াফ্রামের গঠন চিত্রসহ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৪ দ্রষ্টব্য।

৮। থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তনের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১(•) দ্রষ্টব্য।

৯। বর্ণপেরণ দূরীকরণে কী ব্যবস্থা নেয়া হয়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৪ দ্রষ্টব্য।

১০। ডিজিটাল থিওডোলাইটের ডিসপ্লে এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৩ দ্রষ্টব্য।

১১। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সার্কুলার লেভেল ও প্লেট লেভেলের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৩ দ্রষ্টব্য।

১২। থিওডোলাইটে মুখ পরিবর্তনে টানজেটিং ও সয়িং এর ভূমিকা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৪ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। থিওডোলাইটের শ্রেণিবিভাগ সম্পর্কে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

২। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের প্রধান প্রধান অঙ্গগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৩। ডিজিটাল ইলেকট্রনিক থিওডোলাইটের বিভিন্নাংশের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। ট্রানজিট ও নন-ট্রানজিট থিওডোলাইটের পার্থক্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৫। লেভেল ও থিওডোলাইটের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ ও ১২.১ দ্রষ্টব্য।

৬। থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তনের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, যন্ত্রের স্বাভাবিক অবস্থা কী? বামমুখী অবস্থা থেকে ডানমুখী অবস্থায় কীভাবে নেয়া হয় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১৩ ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ডিজিটাল) সমন্বয়ন [Adjustment of Transit Theodolite (Digital)]

১৩.১ বিভিন্ন ধরনের সমন্বয়ন (Different types of adjustment) ঃ

ডিজিটাল থিওডোলাইট বা অন্যান্য থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে পারস্পরিক যথার্থ ও সঠিক সম্পর্ক স্থাপন করে পাঠ গ্রহণ উপযোগী করাকে সমন্বয়ন (Adjustment) বলা হয়। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে যে সকল শর্ত যথার্থভাবে বিরাজ করা উচিত তার যে কোন একটির ব্যতিক্রম ঘটলেই সমন্বয়ের প্রয়োজন দেখা দেয়।

থিওডোলাইটের সমন্বয়ন দু' ধরনের, যথা–

(ক) অস্থায়ী সমন্বয়ন (Temporary adjustment)

(খ) স্থায়ী সমন্বয়ন (Permanent adjustment)।

১৩.২ অস্থায়ী সমন্বয়নের তাৎপর্য (Significance of temporary adjustment) ঃ

লেভেল, থিওডোলাইট বা এ ধরনের যে কোন যন্ত্র নির্মাণে এদের অঙ্গগুলোকে জ্যামিতিক ও আলোকীয় নীতির ভিত্তিতে পারস্পরিক সম্পর্ক অনুযায়ী স্থাপন করা হয়। এ নিয়মে নির্মিত যন্ত্র একটি সুনির্দিষ্ট অবস্থানে থাকাকালে এগুলোর অঙ্গসমূহ পারস্পরিক সম্পর্ক অনুযায়ী কার্য সম্পাদন করে এবং যন্ত্রের মাধ্যমে যথার্থ ও সঠিক পাঠ গ্রহণ করা যায়। কিন্তু যন্ত্রের সুনির্দিষ্ট অবস্থানের ব্যতিক্রম ঘটলে এর মাধ্যমে সঠিক পাঠ গ্রহণ সম্ভব হয় না।

উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, থিওডোলাইটের দুরবিনের বাবল এমনভাবে স্থাপিত যে, বাবল টিউবের বুদবুদ কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় দুরবিনের অক্ষ অনুভূমিক তলে থাকে, দুরবিনের অক্ষ উল্লম্ব অক্ষ ও যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ পরস্পরের সহিত সমকোণে থাকে এবং এ অবস্থায় উল্লম্ব বৃত্তে শূন্য পাঠমান পাওয়া যায়। কিন্তু যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তনের সাথে সাথেই এর বাবল টিউবের বুদবুদ আর টিউবের কেন্দ্রে থাকে না। ফলত দুরবিন অক্ষ ও অনুভূমিক তলে আসে না ; যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষও সঠিক উল্লম্ব তলে থাকে না, ডায়াফ্রামের উল্লম্ব হেয়ার উল্লম্বত্ব ও অনুভূমিক হেয়ার অনুভূমিকত্ব হারায়, উল্লম্ব বৃত্তে শূন্য পাঠমান পাওয়া যায় না, অর্থাৎ যন্ত্রের অঙ্গসমূহের পারস্পরিক সম্পর্ক স্বাভাবিক থাকে না।

এ অবস্থায় যন্ত্রকে সমতল (অস্থায়ী সমন্বয়ন) করলে অর্থাৎ যন্ত্রের সকল বাবল টিউবের বুদবুদ টিউবের কেন্দ্রে আনলে যন্ত্র অনুভূমিক তলে আসে এবং যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন যথার্থভাবে কাজ করতে পারে এবং যন্ত্রের মাধ্যমে গৃহীত পাঠমান সঠিক হয়।

আবার যন্ত্রের প্রতি যোজনায়ই ঈপ্সিত বস্তুর প্রতিচ্ছবি ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ারের ছেদবিন্দুতে আনয়ন করতে হয় এ জন্য যথার্থ ফোকাসিং এর দরকার হয়। এ ফোকাসিং এর জন্য অভিনেত্র ও অভিলক্ষ্য কাচের অস্থায়ী সমন্বয়নের আবশ্যকতা দেখা যায়। উপর্যুক্ত আলোচনা হতে সহজেই অনুধাবন করা যায় যে, যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয় সঠিক ও যথার্থ অবস্থায় কাজ করার জন্যই যথাযথ অস্থায়ী সমন্বয়নের দরকার এবং প্রতি যোজনায় যথার্থ অস্থায়ী সমন্বয়ন করা হলে যথাযথ স্থায়ী সমন্বয় করা যন্ত্রের সাহায্যে নির্ভুল পাঠ গ্রহণ করা সম্ভব।

● **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের বিভিন্ন ধাপ (Different steps of temporary adjustment of theodolite)ঃ**

ভার্নিয়ার থিওডোলাইটকে স্টেশনে স্থাপন করে পাঠ গ্রহণের উপযোগীকরণের জন্য যে কার্যাদি সম্পন্ন করতে হয়, এগুলোকে ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন বলা হয়। যন্ত্রের প্রতি যোজনায়ই অস্থায়ী সমন্বয়ন করতে হয়।

নিম্নে থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের বিভিন্ন ধাপগুলো বর্ণনা করা হলো ঃ

ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপ–

(ক) যন্ত্র সংস্থাপন (Setting up the instrument)

(খ) যন্ত্র সমতলকরণ (Levelling up the instrument)

(গ) ফোকাসকরণ ও প্যারালাক্স দূরীকরণ (Focusing and elimination of parallax)।

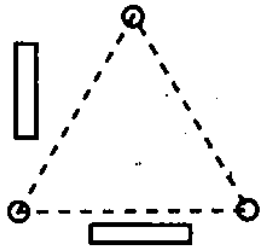
(ক) যন্ত্র সংস্থাপন ঃ এ সমন্বয়নে দু'টি কাজ করতে হয়।

(i) স্টেশনের উপর যন্ত্র বসানো (ii) তেপায়ার পায়ের সাহায্যে এটিকে মোটামুটি সমতলকরণ। প্রথমোক্ত কাজটি করার জন্য থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষে সংযুক্ত আংটায় ওলন ঝুলিয়ে দেয়া হয়। এক্ষেত্রে স্টেশনের উপর তেপায়ার পাত্রয় ছড়িয়ে দুরবিনকে তেপায়ার হেডের উপর আটকিয়ে বক্ষ উচ্চতায় রেখে লেভেলিং হেডকে মোটামুটি সমতল করে যন্ত্র উপরে উঠিয়ে এদিক-ওদিক সরিয়ে ওলনকে স্টেশন বিন্দুর উপর (2 সে.মি. উপরে এবং 1 সেন্টিমিটার অনুভূমিক দূরত্বের মধ্যে) আনয়ন করা হয়। এরপর তেপায়ার পাগুলোকে ব্যাসার্ধ ও পরিধি বরাবর এদিক-ওদিক করে ওলনকে স্টেশনের উপর এনে যন্ত্রকে যতটুকু সম্ভব লেভেল করা হয় এবং পাগুলোকে চাপ দিয়ে মাটিতে বসানো হয়।

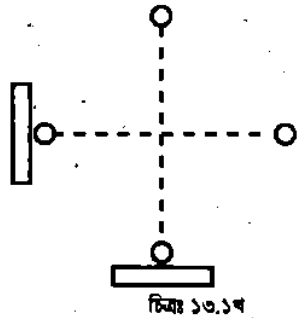
সিফটিং হেড সম্পন্ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে প্রথমে তেপায়ার সাহায্যে মোটামুটি স্টেশনের উপর আনার পর বাকিটুকু সিফটিং হেডের সাহায্যে ওলনকে স্টেশনের উপর আনতে হয়। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, যন্ত্রকে তেপায়ার সাহায্যে যতবেশি সমতল করা যাবে পরবর্তীতে নিখুঁত সমতলকরণে তত কম সময় লাগবে। (পাহাড়ে সেন্টারিং করার সময় তেপায়ার দু' পা নিম্ন দিকে রাখতে হবে।)

(খ) যন্ত্র সমতলকরণ ঃ যন্ত্রকে স্টেশনের উপর বসিয়ে, তেপায়ার সাহায্যে মোটামুটি সমতল করার পর সঠিক ও নিখুঁতভাবে সমতল করার জন্য ফুট স্ক্রু এর সাহায্যে সমান্তরাল পাত বাবল অনুভূমিক করা হয় যেন উল্লম্ব অক্ষ ওলন রেখায় খাড়া অবস্থায় থাকে। এজন্য নিম্নের প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়।

(i) একজোড়া ফুট স্ক্রুর সংযোগ লাইনের সমান্তরাল রেখায় যন্ত্রের লম্বা পাত লেভেলকে স্থাপন করা হয় এবং তখন উক্ত সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দু ও তৃতীয় ফুট স্ক্রু সংযোজিত রেখার সমান্তরালে অপর পাত লেভেল অবস্থান করে। চার ফুট স্ক্রু যন্ত্রের ক্ষেত্রে কোনাকুনি ফুট স্ক্রু সংযোজিত রেখার সমান্তরালে পাত লেভেলদ্বয় অবস্থান করে। এ অবস্থায় যন্ত্রকে আনয়ন করার পর নিম্নের কার্যগুলো সম্পাদন করতে হয়। (চিত্রঃ ১৩.১ক ও খ)



চিত্রঃ ১৩.১ক



চিত্রঃ ১৩.১খ

(ii) লম্বা পাত লেভেলের নিচের ফুট স্ক্রুদ্বয়কে দু' হাতের বৃদ্ধাঙ্গুলি ও তর্জনীর দ্বারা সমানভাবে একযোগে ভিতরের বা বাইরের দিকে ঘুরিয়ে এদের উপরস্থ বাবলকে কেন্দ্রে আনা হয়।

(iii) এরপর তৃতীয় ফুট স্ক্রুর (চার ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের ক্ষেত্রে কোনাকুনি অপর জোড়া স্ক্রু) ঘুরিয়ে অপর বাবলকে কেন্দ্রে আনা হয়।

(iv) এভাবে যন্ত্রের বিভিন্ন অবস্থানে কয়েক বার লেভেল করলে উভয় বাবলই যন্ত্রের যে কোন অবস্থানে সঠিকভাবে কেন্দ্রে অবস্থান করবে এবং যন্ত্র ওলন রেখার খাড়া অবস্থায় থাকবে।

খুবই নিখুঁত লেভেল করার জন্য নিম্নের প্রক্রিয়ায় সূচক বাহু বা দুরবিনের সাথে সংযুক্ত অ্যালটিটিউট বাবলের সাপেক্ষে যন্ত্র সমতল করা হয়।

(i) উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ারকে ক্লাম্প ও ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে 0° পাঠে স্থাপন করা হয়। এরপর দুরবিনকে ঘুরিয়ে অ্যালটিটিউট বাবলকে যে কোন এক জোড়া (চার ফুট স্ক্রুর যন্ত্রের জন্য কোনাকোটি ফুট স্ক্রু) ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে এনে পূর্বের ন্যায় ফুট স্ক্রু ঘুরিয়ে উক্ত বাবলকে কেন্দ্রে আনা হয়।

(ii) এরপর ক্লাম্প ছেড়ে দুরবিনকে 90° ঘুরিয়ে তৃতীয় ফুট স্ক্রু (অপর জোড়া কোনাকুনি ফুট স্ক্রু) ঘুরিয়ে বাবল কেন্দ্রে আনা হয়। এভাবে উক্ত প্রক্রিয়া বার কয়েক সম্পন্ন করলে যন্ত্রের যে কোন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে থাকবে।

(iii) অ্যালটিটিউট বাবলকে তৃতীয় ফুট স্ক্রু উপর রেখে 180° ঘুরালে বাবল যদি কেন্দ্রে না থাকে তবে বিচ্যুতির অর্ধেক বাবল ক্লাম্প স্ক্রু ও বাকি অর্ধেক তৃতীয় ফুট স্ক্রুর সাহায্যে সংশোধন করতে হবে। এ প্রক্রিয়া কয়েকবার করলে যন্ত্রের যে কোন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে থাকবে।

(গ) ফোকাসকরণ ও প্যারালাক্স দূরীকরণ ঃ প্যারালাক্স দূরীভূত না করলে কখনও যন্ত্রের সাহায্যে সঠিক পাঠ গ্রহণ সম্ভ এটি দূরীকরণের জন্য বস্তুর প্রতিবিম্ব অবশ্যই ক্রস হেয়ার তলে পতিত হতে হবে। এটি–

(i) অভিনেত্র কাচ (Eye piece) ও

(ii) বস্তু কাচের (Object glass) যথার্থ ফোকাসিং এর মাধ্যমে দূর করা যায়।

(i) অভিনেত্র কাচ ফোকাসকরণ ঃ ক্রস হেয়ারকে স্পষ্ট ও পরিষ্কারভাবে দেখার জন্য অভিনেত্র কাচ ফোকাস প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়। অভিলক্ষ্য কাচের সামনে একখণ্ড সাদা কাগজ বা যন্ত্রটিকে আকাশমুখী করে অভিনেত্র কাচকে পিছনে ঘুরিয়ে ক্রস হেয়ারকে যতদূর সম্ভব স্পষ্ট ও পরিষ্কার করে নেয়া হয়। অভিলক্ষ্য কাচের প্রতিসরণে সৃষ্ট বস্তুর প্রতিবিম্ব হেয়ার তলে আনয়নের জন্যই অভিলক্ষ্য কাচ ফোকাসিং করা হয়। ফোকাসিং স্ক্রুর সাহায্যে অভিলক্ষ্যকে ভিতরে বাইরে অভিলক্ষ্য কাচ ফোকাসিং করা হয়।

(ii) অভিলক্ষ্য কাচ ফোকাসকরণ ঃ অভিলক্ষ্য কাচের প্রতিসরণের ফলে সৃষ্ট কোন নির্দিষ্ট বস্তুর প্রতিবিম্ব ডায়াফ্রামের ক্রস তলে পতিত না হলে দর্শক তার চোখ যন্ত্রের অভিনেত্রে উপরে-নিচে উঠানামা করালে ক্রস হেয়ারের আপেক্ষিকতায় বস্তুর প্রতিবিম্বে নিচে উঠানামা করে বা কাঁপতে থাকে। যন্ত্রের এ ত্রুটিকে প্যারালাক্স বলা হয়। প্যারালাক্স আক্রান্ত অবস্থায় যন্ত্রে সঠিক পাঠ পাও না। যন্ত্রের ফোকাসিং স্ক্রু ঘুরিয়ে এর এ ত্রুটি দূর করা যায়। যন্ত্রের প্যারালাক্স ভ্রান্তি মুক্ত করার পর যন্ত্রের সাহায্যে সঠিক পাঠ নেয়া

● **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পরিচিতি (Identification of the fundamental lines of theodoli**

নিম্নে ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পরিচিতি দেয়া হলো ঃ (চিত্র ঃ ১৩.২)

(ক) উল্লম্ব অক্ষ (Vertical axis)

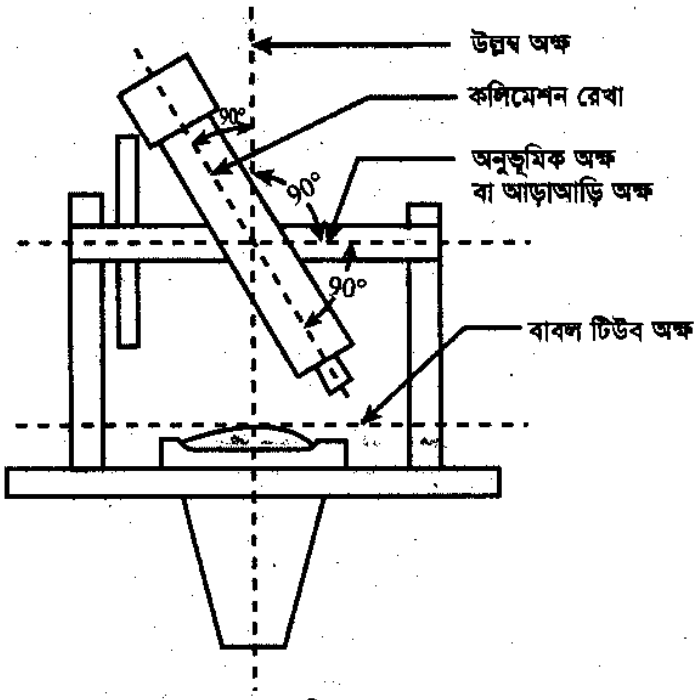
(খ) পাতের বাবল অক্ষ (Axis of the plate bubble)

(গ) কলিমেশন রেখা (Line of collimation)

(ঘ) অনুভূমিক অক্ষ (Horizontal axis)

(ঙ) দুরবিনের বাবল অক্ষ (Bubble axis of the telescope)

(চ) স্ট্রাইডিং লেভেলের অক্ষ (Axis of the striding level) (যদি থাকে)।



চিত্র ঃ ১৩.২

● **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক (The relations among the fundamental lines of theodolite) ঃ**

নিম্নে ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক দেয়া হলো ঃ (চিত্র ঃ ১৩.৩)

(ক) পাতের বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সমকোণে থাকবে।

(খ) i) কলিমেশন রেখা যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের সমকোণে থাকবে।

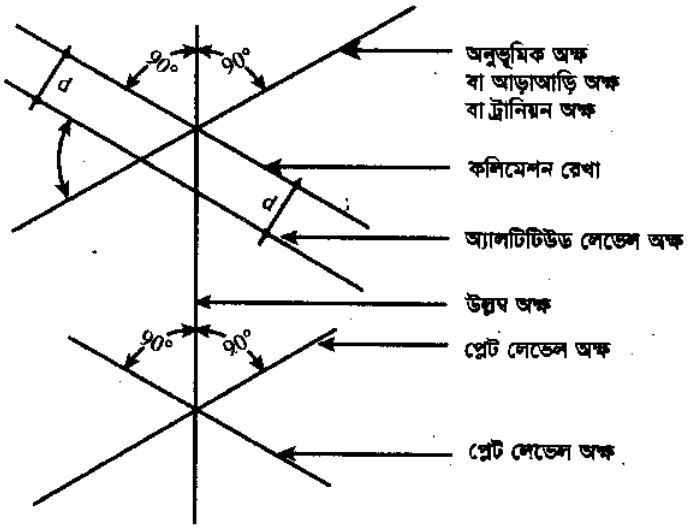
ii) কলিমেশন রেখা ও দুরবিনের অপটিক্যাল অক্ষ একই রেখা হবে।

(গ) অনুভূমিক অক্ষের উপর উল্লম্ব অক্ষ লম্ব হবে।

(ঘ) দুরবিনের লেভেল অক্ষ কলিমেশন রেখার সমান্তরাল হবে।

(ঙ) কলিমেশন রেখা অনুভূমিক থাকা অবস্থায় ভার্নিয়ারের পাঠ (ট্রানজিটে অনড় ভার্নিয়ার থাকলে) শূন্য হবে।

(চ) স্ট্রাইডিং লেভেলের অক্ষ অনুভূমিক অক্ষের সমান্তরাল হবে (যদি ট্রানজিটে স্ট্রাইডিং লেভেল লাগানো থাকে)।



চিত্র ঃ ১৩.৩

● **ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়গুলোর পরিচিতি (Identification of the permanent adjustments of transit theodolite) ঃ**

ভার্নিয়ার থিওডোলাইট যন্ত্রের বিভিন্ন মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে পারস্পরিক সঠিক ও যথার্থ সম্পর্ক স্থাপনকরণকে এর স্থায়ী সমন্বয়ন বলা হয়।

স্থায়ী সমন্বয়নগুলোর পরিচিতি নিচে দেয়া হলো–

(ক) পাতের লেভেলের সমন্বয়ন (Adjustment of the plate level)

(খ) কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন (Adjustment of the line of collimation)

(গ) অনুভূমিক অক্ষের সমন্বয়ন (Adjustment of the horizontal axis)

(ঘ) দুরবিনের লেভেল টিউবের সমন্বয়ন (Adjustment of the level tube on the telescope)

(ঙ) উল্লম্ব সূচক ফ্রেমের সমন্বয়ন (Adjustement of the vertical index frame)।

একটি সমন্বয়ন অপর সমন্বয়নের উপর বিরূপ প্রভাব ফেলতে পারে বা পুরো সমন্বয়নকে বিনষ্ট করতে পারে। কাজেই উপরিউক্ত ধারাবাহিকতায় সমন্বয়গুলো সম্পন্ন করতে হবে।

● ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ন (The permanent adjustment of transit theodolite) ঃ

ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়নের পূর্বে ডায়াফ্রামের অনুভূমিক ও উল্লম্ব হেয়ার যথার্থ অনুভূমিক ও উল্লম্ব অবস্থায় আছে কি না যাচাই করে নিতে হবে। এটি যাচাইয়ের জন্য কোন স্টেশনে থিওডোলাইটকে স্থাপন করে যথারীতি অস্থায়ী সমন্বয়নের পর কোন একটি স্পষ্ট বিন্দুকে তাক করে সকল ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিয়ে অনুভূমিক ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরিয়ে যদি দেখা যায় যে, অনুভূমিক ক্রস হেয়ার পুরোটাই ঐ বিন্দু বরাবর অতিক্রম করে তবে বুঝা যাবে ডায়াফ্রামের অনুভূমিক ও উল্লম্ব উভয় ক্রস হেয়ারই যথার্থভাবে আছে। আর যদি এরূপ পরিলক্ষিত না হয় তবে ডায়াফ্রাম স্ক্রু খুলে ডায়াফ্রাম বলয়টি ঠিক করে নিতে হবে। অনুভূমিক হেয়ার ঠিক থাকলে উল্লম্ব হেয়ার অবশ্যই ঠিক থাকবে। কেননা যন্ত্র নির্মাণকালেই উল্লম্ব হেয়ারকে অনুভূমিক হেয়ারের সমকোণে রাখা হয়।

(ক) পাতের লেভেলের সমন্বয়ন ঃ

(i) **ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ** বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় পাতের বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সমকোণে থাকবে।

(ii) **উদ্দেশ্য ঃ** যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষকে প্রকৃত উল্লম্ব অবস্থায় নেয়াই এ সমন্বয়নের উদ্দেশ্য। এ সমন্বয়নের মাধ্যমে নিশ্চিত হওয়া যায় যে, যন্ত্র সমতলকরণের পর একে যে কোন মুখী করলে এর বাবল কেন্দ্রেই থাকবে।

(iii) **প্রয়োজনীয়তা ঃ** অনুভূমিক পাতকে এবং দুরবিনের অনুভূমিক অক্ষকে প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় রাখার জন্যই এ সমন্বয়নের প্রয়োজন। কেননা উপর্যুক্ত উভয়ই উল্লম্ব অক্ষের উপর লম্ব।

(v) **পরীক্ষা ঃ** শক্ত ও সমতল ভূমিতে যন্ত্র বসিয়ে যথাযথ অস্থায়ী সমন্বয়নের পর যে কোন একটি বাবল টিউবকে যে কোন এক জোড়া ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে আনতে হবে এবং ফুট স্ক্রু ঘুরিয়ে বাবলকে কেন্দ্রে আনতে হবে। এরপর তৃতীয় ফুট স্ক্রুর উপর যন্ত্রকে পূর্বের অবস্থানের সমকোণে নিয়ে পুনরায় তৃতীয় ফুট স্ক্রুর সাহায্যে লেভেল করতে হবে। এখন যন্ত্র যে কোন দিকে ঘুরালে যদি বাবল কেন্দ্রে থাকে, তবে বুঝা যাবে যে, উক্ত সমন্বয় ঠিক আছে। যদি বাবল কেন্দ্রে না থাকে তবে সমন্বয়নের দরকার হবে।

সমন্বয়ন ঃ এখন অ্যালটিটিউড (Altitude) বাবলের সাপেক্ষে যন্ত্রকে যথাযথ লেভেল করার পর যদি দেখা যায় যে, যন্ত্রটি (পারস্পরিক) দু' সমকোণী অবস্থানে ঠিক না থাকে তবে শেষোক্ত অবস্থান হতে 180° ঘুরিয়ে বাবল কেন্দ্রের বিচ্যুতির অর্ধাংশ ফুট স্ক্রুর সাহায্যে এবং বাকি অর্ধাংশ ক্লীপ স্ক্রুর সাহায্যে সমন্বয় করতে হবে। প্রয়োজনে এরূপ অবস্থায় বাবল কেন্দ্রে নেয়ার জন্য উক্ত প্রক্রিয়াটি কয়েকবার করতে হবে এবং যন্ত্রের যে কোন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে থাকলে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ প্রকৃত উল্লম্ব রেখায় অবস্থান করবে।

(খ) কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন ঃ

(i) **ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ** কলিমেশন রেখা ও দুরবিনের অপটিক্যাল অক্ষ একই রেখা হবে।

(ii) **উদ্দেশ্য ঃ** এ সমন্বয়নের উদ্দেশ্য হলো ক্রস হেয়ারদ্বয়ের ছেদবিন্দু, অপটিক্যাল অক্ষে অবস্থান করানো। এতে উল্লম্ব ও অনুভূমিক উভয় ক্রস হেয়ারেরই সমন্বয়ন হবে।

(iii) প্রয়োজনীয়তা ঃ

অনুভূমিক হেয়ার ঃ যদি অনুভূমিক হেয়ার উল্লম্ব হেয়ারের সাথে অপটিক্যাল অক্ষে ছেদ না করে তবে বহিঃফোকাসিং দুরবিনের ক্ষেত্রে ফোকাসিং কালে কলিমেশন রেখা দিক পরিবর্তন করে থাকে। তাই উক্ত ক্ষেত্রে অনুভূমিক হেয়ার সমন্বয়ন খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

উল্লম্ব হেয়ার ঃ যেহেতু যন্ত্র নির্মাতাগণ যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষকে অপটিক্যাল অক্ষের সমকোণে স্থায়ীভাবে স্থাপন করে যন্ত্র নির্মাণ করেন, তাই কলিমেশন রেখা যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের সমকোণে অবস্থান করবে।

(iv) হেয়ারদ্বয়ের অনুভূমিকত্ব ও উল্লম্বত্ব পরীক্ষা ঃ সমন্বয়নের পূর্বে দেখে নিতে হবে যন্ত্র সমতলকরণের (Levelled up) পর অনুভূমিক ও উল্লম্ব হেয়ারদ্বয় প্রকৃত উল্লম্ব এবং অনুভূমিক অবস্থায় আছে কি না। এটি পরীক্ষার জন্য সতর্কতার সাথে যন্ত্রের সমতলকরণের কাজ শেষ করার পর দুরবিন তাক করে কিছু দূরে ঝুলন্ত ওলনের সুতার প্রতিবিম্ব উল্লম্ব হেয়ারের সাথে মিলে গেলে বুঝা যাবে যে, উল্লম্ব হেয়ার যথার্থই উল্লম্ব অবস্থায় আছে। যদি এরূপ না হয় তবে ডায়াফ্রামের ক্যাপস্টান স্ক্রু টিলা করে ঝুলন্ত ওলনের সুতার সাথে ডায়াফ্রামের উল্লম্ব হেয়ার মিলিয়ে নিতে হবে। যে মুহূর্তে উল্লম্ব হেয়ার যথার্থ উল্লম্ব হবে সে মুহূর্তে অনুভূমিক হেয়ারও প্রকৃত অনুভূমিক হবে।

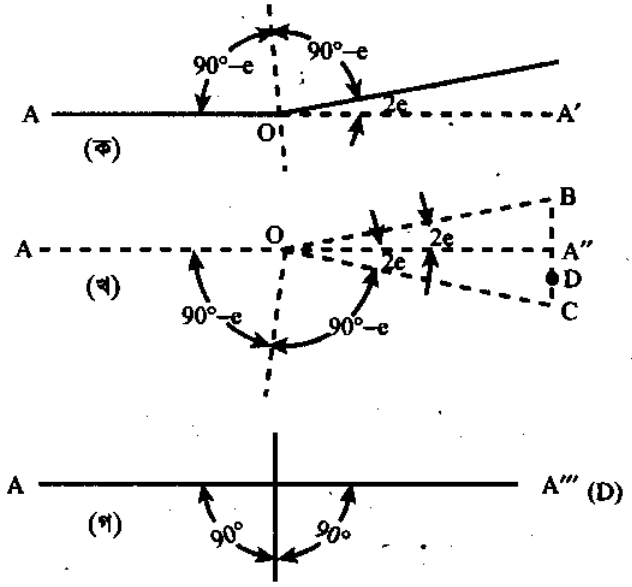
(v) অনুভূমিক হেয়ারে সমন্বয়ন পরীক্ষা ঃ যন্ত্রের সকল ক্লাম্প্ স্ক্রু আটকিয়ে দিয়ে যন্ত্রটিকে সমতলকরণের কাজ সমাপ্ত করতে হবে। সমতলকরণের পর কিছু দূরে স্থাপিত (ধরি 100 মিটার) স্টাফে পাঠ নিতে হবে এবং উল্লম্ব বৃত্তের পাঠও লিখে রাখতে হবে।

এরপর নিম্নপাতের ক্লাম্প মুক্ত করে দিয়ে এবং দুরবিনের ক্লাম্প স্ক্রু ছেড়ে দিয়ে দুরবিনের মুখ ঘুরিয়ে, উল্লম্ব বৃত্ত পূর্বের পাঠে রাখা অবস্থায় যদি পূর্বে স্থাপিত স্টাফে তাক করে পূর্বের স্টাফ পাঠই পাওয়া যায়, তবে অনুভূমিক হেয়ার সমন্বয়নের প্রয়োজন নেই।

(vi) যদি ব্যতিক্রম ঘটে তবে এ স্টাফ পাঠ ও পূর্বে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠের গড় পাঠ পড়ার জন্য ডায়াফ্রামের অনুভূমিক হেয়ারটিকে উপর নিচ করার জন্য উপরের ও নিচের ক্যাপস্টান স্ক্রু ব্যবহার করে সমন্বয়ন করতে হবে। প্রয়োজনে এ প্রক্রিয়া একাধিকবার করতে হতে পারে।

(vii) উল্লম্ব হেয়ার সমন্বয়ন পরীক্ষা ঃ সমতল শক্ত ভূমিতে যে কোন দিকে মোটামুটি 100 মিটার দৈর্ঘ্য পাওয়া যায় এমন একটি বিন্দু O তে যন্ত্র স্থাপন করে A বিন্দুকে (100 মিটার দূরে প্রায়) তাক করে A বিন্দুতে একটি খুঁটি পুঁতে দিতে হবে এবং যন্ত্রের অনুভূমিক ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিতে হবে। এরপর দুরবিনকে উল্টিয়ে B বিন্দুতে (প্রায় 100 মিটার দূরে) খুঁটি পুঁততে হবে। এরপর অনুভূমিক ক্লাম্পগুলো মুক্ত করে যন্ত্রকে অনুভূমিক তলে ঘুরিয়ে A বিন্দুকে তাক করতে হবে এবং অনুভূমিক ক্লাম্প আটকিয়ে দিয়ে দুরবিনকে উল্লম্ব তলে ঘুরিয়ে B বিন্দুর দিকে তাক করলে যদি উল্লম্ব হেয়ার B বিন্দুকে ছেদ করে, তবে বুঝা যাবে যে যন্ত্রের উল্লম্ব হেয়ার সমন্বয়ে ঠিক আছে।

(viii) সমন্বয়ন ঃ যদি ব্যতিক্রম ঘটে তবে ধরে নেই দ্বিতীয় পর্যায়ে দৃষ্টিরেখা B বিন্দুতে ছেদ না করে একই দূরত্বে C বিন্দুতে ছেদ করল। এখন খুঁটি পুঁতে C বিন্দু চিহ্নিত করে B ও C বিন্দু যোগ করে D বিন্দু চিহ্নিত করতে হবে যেন $CD = \frac{1}{4} BC$ হয়।



চিত্রঃ ১৩.৪ (ক, খ, গ)

এরপর ডায়াফ্রামের পার্শ্ব ক্যাপস্টান স্ক্রুর সাহায্যে উল্লম্ব হেয়ারকে D এর প্রতিবিম্বের উপর পতিত করলে উল্লম্ব হেয়ারের সমন্বয়ন হবে। প্রয়োজনে উক্ত প্রক্রিয়া একাধিকবার সম্পাদন করে সমন্বয়ন যথার্থভাবে সম্পন্ন করতে হবে।

(গ) অনুভূমিক অক্ষের সমন্বয়ন ঃ

(i) ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ অনুভূমিক অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সাথে লম্ব হবে।

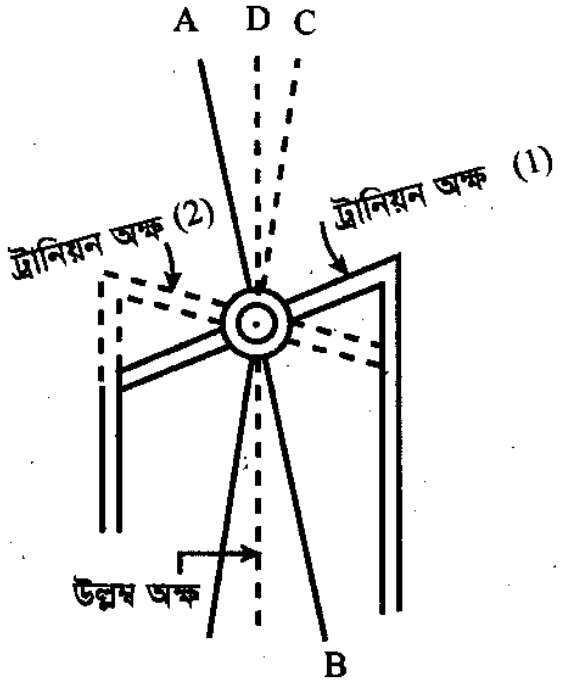
(ii) উদ্দেশ্য ঃ অনুভূমিক অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সাথে লম্ব হলে যন্ত্র সমতলকরণের পর এটি প্রকৃত অনুভূমিক হবে।

(iii) প্রয়োজনীয়তা ঃ দুরবিনকে উল্লম্ব তলে ঘুরানোর জন্য এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। কেননা এটি উল্লম্ব তলের যথার্থতা নির্দেশ করে।

সার্ভেটিং-১—৫(খ)

(iv) পরীক্ষা ঃ যন্ত্রটিকে একটি উঁচু ইমারতের নিকটে স্থাপন করে সমতলকরণের পর ইমারতের দেয়ালের কোন চিহ্নিত উঁচু বিন্দু A কে ছেদ করে অনুভূমিক ক্লাম্প আটকিয়ে দেয়ার পর দুরবিনকে নিম্নমুখী করে যন্ত্রের নিকটবর্তী স্থানে ছেদিত বিন্দু B চিহ্নিত করি। এরপর দুরবিনের মুখ পরিবর্তন করে B বিন্দুকে ছেদ করে অনুভূমিক ক্লাম্প আটকিয়ে দুরবিনকে উর্ধ্বমুখী করলে যদি ইহা A বিন্দুতে ছেদ করে তবে সমন্বয়নের প্রয়োজন নেই।

যদি ব্যতিক্রম ঘটে অর্থাৎ A বিন্দুতে ছেদ না করে কোন বিন্দু C তে ছেদ করে তবে যে কোন স্ট্যান্ডার্ড এর সমন্বয়ন স্ক্রু সাহায্যে AC এর অর্ধেক দূরত্বে D বিন্দুতে কলিমেশন রেখা ছেদ করালে উক্ত সমন্বয়ন যথার্থভাবে সম্পন্ন করা যাবে। প্রয়োজনবোধে যথার্থ সমন্বয়নের জন্য উক্ত প্রক্রিয়ায় একাধিকবার সমন্বয়ন করতে হতে পারে।



চিত্রঃ ১৩.৫

(ঘ) দুরবিনের লেভেল টিউবের সমন্বয়ন ঃ

(i) ইপ্সিত সম্পর্ক ঃ দুরবিনের লেভেল অক্ষের সাথে কলিমেশন রেখাকে সমান্তরালকরণ।

(ii) পরীক্ষা ঃ এ সমন্বয়নের পরীক্ষাটি লেভেল যন্ত্রের দু' খুঁটি পরীক্ষার মতো। সমতল শক্ত ভূমিতে 100 মিটর দূরবর্তী দু'টি বিন্দু A ও B এর ঠিক মাঝখানে C বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে উল্লম্ব ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিয়ে ফুট স্ক্রুর সাহায্যে বাবলকে কেন্দ্রে এনে A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ নিতে হবে এবং A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য হিসাব করে বের করতে হবে। এরপর AB রেখাকে (10 মিটার) বর্ধিত করে খুঁটি পুঁতে (ধরি C বিন্দু) ঐ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ নিয়ে হিসাব করে A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য বের করতে হবে। যদি দেখা যায় যে, পূর্ববর্তী ও পরবর্তী পার্থক্য সমান হয় তবে বাবল অক্ষ ও কলিমেশন রেখা সমান্তরাল আছে অর্থাৎ সমন্বয়নের দরকার নেই।

আর যদি ব্যতিক্রম হয়, তবে হিসাব করে দ্বিতীয় যোজনার জন্য A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ বের করে ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে কলিমেশন রেখাকে A বিন্দুর (দূরবর্তী) প্রকৃত পাঠে আনতে হবে এবং লেভেল টিউবের ক্যাপস্টান স্ক্রুর সাহায্যে বাবলকে কেন্দ্রে আনতে হবে। এখন B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যদি হিসাবের স্টাফ পাঠের সমান হয় তবে বুঝা যাবে যে, উক্ত সমন্বয়ন যথার্থভাবে করা হয়েছে। প্রয়োজনে যথার্থ সমন্বয়নের জন্য উক্ত প্রক্রিয়ায় সমন্বয়ন কাজ একাধিকবার করতে হতে পারে।

(ঙ) উল্লম্ব সূচক ফ্রেমের সমন্বয়ন ঃ

ইঙ্গিত সম্পর্ক ঃ কলিমেশন রেখা অনুভূমিক থাকা অবস্থায় ভার্নিয়ারের শূন্য, উল্লম্ব বৃত্তের শূন্যের সাথে মিলে যাবে।

পরীক্ষা ঃ যন্ত্রকে শক্ত সমতল ভূমিতে স্থাপন করে অস্থায়ী সমন্বয়নের পর উল্লম্ব বৃত্ত ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে বাবলকে কেন্দ্রে আনলে যদি ভার্নিয়ার পাঠ শূন্য না হয় অর্থাৎ উল্লম্ব বৃত্তের শূন্য ভার্নিয়ারের শূন্যের সাথে মিলে না যায় তাহলে স্ট্যান্ডার্স এর সাথে সংযুক্ত ধারণকারী স্ক্রুর সাহায্যে শূন্য পাঠে মিলাতে হবে। আর যদি ভার্নিয়ার সমন্বয়নের যোগ্য না হয়, তাহলে সূচক ভ্রান্তি হিসাবে প্রাপ্ত মান (+ বা –) উল্লম্ব কোণে সংশোধনী করতে হবে।

১৩.৩ ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপসমূহ (Different steps of temporary adjustment of digital theodolite) ঃ

নিম্নে ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন বা স্টেশনে সেটিং ও ফোকাসিংকরণের (Setting up the instrument and focusing) ধাপসমূহ উল্লেখ করা হল ঃ

(ক) সেন্টারিং (Centering)

(i) তেপায়া স্থাপন (Set up the tripod)

(ii) তেপায়ার হেডে যন্ত্র স্থাপন (Install the instrument)

(iii) জরিপ স্টেশন বিন্দু ফোকাসকরণ (Focus on the surveying point)

(খ) লেভেলিং (Levelling)

(i) জরিপ স্টেশন বিন্দুকে রেটিকেল কেন্দ্রে আনা (Center the surveying point in the reticle)

(ii) সার্কুলার লেভেলে বাবল কেন্দ্রে আনা (Center the bubble in the circular level)

(iii) প্লেট লেভেলে বাবল কেন্দ্র আনা (Center the bubble in the plate level)

(iv) যন্ত্র 90° ঘুরানো এবং বাবল কেন্দ্রে আনা (Turn 90° and centre the bubble)

(v) যন্ত্রকে আরো 90° ঘুরিয়ে বাবলের অবস্থান যাচাইকরণ (Turn another 90° and check bubble position)

(vi) যন্ত্রের যে কোন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে থাকে কি না যাচাইকরণ (Check to see if bubble is in same position in any direction)

(vii) জরিপ স্টেশন বিন্দুর উপর রেটিকেল কেন্দ্র আনা (Centre the reticle centre over the surveying point)

(viii) প্লেট লেভেলে বাবল কেন্দ্রে থাকার বিষয়ে নিশ্চিতের জন্য পুনঃযাচাইকরণ (Check again to make sure the bubble in the plate level is central)

(গ) ফোকাসিং এবং টার্গেট সাইটিং (Focusing and target sighting)

(i) রেটিকেলের উপর ফোকাসকরণ (Focusing on the retical)

(ii) টার্গেটমুখী দেখা (Sight the target)

(iii) টার্গেটের উপর ফোকাস করা (Focus on the target)

(iv) প্যারালাক্স মুক্ত না হওয়া পর্যন্ত ফোকাস পুনঃসমন্বয়ন (Readjust the focus until there is no parallax)।

অস্থায়ী সমন্বয়নের পদ্ধতি ঃ

(ক) সেন্টারিং ঃ

(i) জরিপ স্টেশন বিন্দুর উপর তেপায়া এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন তেপায়ার হেড মোটামুটি সমতল অবস্থায় স্টেশন বিন্দুর উপর থাকে এবং পায়া তিনটি ভূমিতে সমবাহু ত্রিভুজ তৈরি করে। তেপায়া স্থানচ্যুত না হওয়ার জন্য 'সু' তে চাপ দিয়ে মাটিতে দৃঢ়ভাবে আটকে দিতে হবে।

(ii) নির্মাতার নির্দেশ মতো যন্ত্রে ব্যাটারি লাগিয়ে যন্ত্রটিকে তেপায়ার হেড উপর করে রেখে যন্ত্রকে এক হাতে দৃঢ়ভাবে ধরে অপর হাতে সেন্টারিং স্ক্রু দিয়ে তেপায়ার সাথে যন্ত্র নিশ্চিতভাবে আটকে দিতে হবে।

(iii) অপটিক্যাল প্লামেট আইপিস স্ক্রু ঘুরিয়ে অপটিক্যাল প্লামেট আইপিস দিয়ে দেখে জরিপ স্টেশন বিন্দুকে রেটিকেলে এনে অপটিক্যাল প্লামেট ফোকাসিং রিং ঘুরিয়ে জরিপ স্টেশন বিন্দু ফোকাস করতে হবে।

(খ) লেভেলিং ঃ

(i) লেভেলিং ফুট স্ক্রুগুলোকে সমন্বয় করে জরিপ স্টেশন বিন্দুকে অপটিক্যাল প্লামেট রেটিকেলে আনতে হবে।

(ii) সার্কুলার লেভেল বাবলের কেন্দ্র চ্যুতির বিপরীত দিকের পায়া খাটো করে বা কেন্দ্র চ্যুতির দিকের পায়া লম্বা করে বা একাধিক পায়া সমন্বয় করে সার্কুলার লেভেল বাবল কেন্দ্রে আনতে হবে।

(iii) যন্ত্রের হরিজন্টাল ক্লাম্প ঢিলা করে যন্ত্রের উপর অংশকে ঘুরিয়ে প্লেট লেভেল বাবলকে যে কোন দুটি লেভেলিং ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে এনে লেভেলিং ফুট স্ক্রু দু'টিকে ডানাবর্তে/বামাবর্তে ঘুরিয়ে বাবলকে কেন্দ্রে আনতে হবে।

(iv) যন্ত্রের উপরের অংশকে সমকোণে (90°) ঘুরালে প্লেট বাবল পূর্বের অবস্থানের উপর লম্বভাবে অবস্থান করবে এ অবস্থায় তৃতীয় লেভেলিং ফুট স্ক্রু ঘুরিয়ে (ডানাবর্তে/বামাবর্তে) বাবল কেন্দ্রে আনতে হবে।

(v) পুনঃযন্ত্রের উপরের অংশকে আরো 90° ঘুরিয়ে অর্থাৎ (iii) এ বর্ণিত অবস্থায় বাবল কেন্দ্রে আছে কি না দেখতে হবে। যদি বাবল কেন্দ্রে থাকে তবে যন্ত্রের যে কোন অবস্থানেই বাবল কেন্দ্রে থাকবে। আর যদি বাবল কেন্দ্রে না থাকে তবে, এ অবস্থায় (iii) এর ন্যায় লেভেলিং ফুট স্ক্রু দুটি ঘুরিয়ে বাবলের কেন্দ্র চ্যুতির অর্ধেক সমন্বয় করতে হবে এবং যন্ত্রের উপরের অংশ 90° ঘুরিয়ে (iv) এর ন্যায় বাবলের তৃতীয় লেভেলিং ফুট স্ক্রু দিয়ে বাবল কেন্দ্রে আনতে হবে।

(vi) যন্ত্রের প্লেট লেভেল বাবল যন্ত্রের যে কোন দিকে অবস্থানকালে কেন্দ্রে থাকে কি না যাচাই করতে হবে। যথাযথ সমন্বয়ের পর যন্ত্রের যে কোন দিকে অবস্থান কালে প্লেট লেভেল বাবল কেন্দ্রে থাকবে। যদি না থাকে তবে লেভেলিং প্রক্রিয়া পুনরায় করতে হবে।

(vii) যন্ত্রের সেন্টারিং স্ক্রুকে কিঞ্চিৎ ঢিলা দিয়ে অপটিক্যাল প্লামেট আইপিস দিয়ে তাকিয়ে তেপায়ার উপর দিয়ে যন্ত্রকে (সেট 310/510/610) পিছলিয়ে (slide) ধীরে ধীরে যন্ত্রের রেটিকেল কেন্দ্র জরিপ স্টেশন বিন্দুর উপর নিখুঁত ও যথার্থভাবে আনতে হবে এবং সেন্টারিং স্ক্রু পুনরায় নিশ্চিতভাবে আটকে দিতে হবে।

(viii) এ অবস্থায় যন্ত্রের প্লেট লেভেল বাবল যন্ত্রের যে কোন দিকের অবস্থানে কেন্দ্র থাকে কি না যাচাই করতে হবে। যদি না থাকে ধাপ (iii) পুনরায় করতে হবে।

(গ) ফোকাসিং এবং টার্গেট সাইটিং ঃ

(i) দুরবিনের আইপিস দিয়ে তাকিয়ে আলোকিত, স্পষ্ট দৃশ্যে রেটিকেলের প্রতিবিম্ব ফোকাস না হওয়া পর্যন্ত আইপিস স্ক্রুকে একটু একটু করে ঘড়ির কাঁটার দিকে এরপর ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরাতে হবে।

(ii) ঈপ্সিত টার্গেটকে দেখার জন্য হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু ঢিলা করে পিপ সাইট দিয়ে টার্গেটকে দুরবিনের মেঠো দৃশ্যে (field of view) এনে উভয় স্ক্রু আটকে দিতে হবে।

(iii) এরপর দুরবিনের ফোকাসিং স্ক্রু ঘুরিয়ে টার্গেটকে ফোকাস করতে হবে এবং হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল মোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে রেটিকেলের সাথে নিখুঁতভাবে টার্গেট মিলিয়ে নিতে হবে। প্রত্যেক ফাইন মোশন স্ক্রুর শেষ সমন্বয় ঘড়ির কাঁটার দিকে হবে।

(iv) টার্গেটের প্রতিবিম্ব এবং রেটিকেলের মাঝে প্যারালাক্স মুক্ত না হওয়া পর্যন্ত ফোকাসিং রিং এর সাহায্যে পুনঃসমন্বয়ন করতে হবে।

● **'পাওয়ার অন' করণ ঃ**

(i) অপারেশন প্যানেলের ON বাটন এ চাপ দিতে হবে (সুইচ অন হলে কয়েক সেকেন্ডে ব্যাটারির পরিমাণ ডিসপ্লে এ প্রদর্শন করবে) যদি টিল্ট সেনসর টিল্ট কোণ প্রদর্শন করে তবে পুনঃলেভেলিং করে নিতে হবে। (উপর্যুক্ত সকল দিকে যন্ত্র স্বাভাবিক থাকলে ডিসপ্লে পরিমাপের জন্য প্রস্তুত বুঝা যাবে)।

১৩.৪ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাসমূহ (Fundamental lines of digital transit theodolite) ঃ

নিচে ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর নাম উল্লেখ করা হল ঃ

১। উল্লম্ব অক্ষ (Vertical axis)

২। অনুভূমিক অক্ষ (Horizontal axis)

৩। প্লেট লেভেল বাবল অক্ষ (Plate level bubble axis)

৪। টিল্ট সেনসর অক্ষ (Tilt sensor axis)

৫। কলিমেশন রেখা (Line of collimation)

৬। অপটিক্যাল প্লামেট অক্ষ (Optical plummet axis)

৭। রেটিকেল অক্ষ (Reticle axis)।

১৩.৫ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক (Relations among the fundamental lines of a digital theodolite) ঃ

নিচে ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক দেয়া হল ঃ

(i) যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ ও উল্লম্ব অক্ষ পরস্পর সমকোণে থাকবে।

(ii) প্লেট লেভেল বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সমকোণে থাকবে।

(iii) (ক) কলিমেশন রেখা উল্লম্ব অক্ষের সাথে সমকোণে থাকবে।

(খ) কলিমেশন রেখা যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের সমকোণে থাকবে।

(iv) প্লেট লেভেল বাবল অক্ষ যন্ত্রের অনুভূমিক কক্ষের সমান্তরালে থাকবে।

(v) দুরবিনের অনুভূমিক অক্ষ ও কলিমেশন রেখা একই রেখা হবে।

(vi) যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ ও অপটিক্যাল প্লামেট অক্ষ একই রেখা হবে।

(vii) টিল্ট সেন্সর অক্ষ অনুভূমিক অক্ষের সমান্তরাল হবে।

(viii) প্লেট লেভেল বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সাথে লম্ব হবে।

১৩.৬ ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ের পরিচিতি (Identification of permanent adjustments of digital theodolite) ঃ

ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়নগুলোর ধারাবাহিক নাম নিম্নে দেয়া হল ঃ

(i) প্লেট লেভেল এর সমন্বয়ন (Adjustment of plate level)

(ii) সার্কুলার লেভেলের সমন্বয়ন (Adjustment of circular level)

(iii) টিল্ট সেনসরের সমন্বয়ন (Adjustment of tilt sensor)

(iv) হরিজন্টাল অক্ষের সাথে রেটিকেলের উল্লম্বত্ব এবং হরিজন্টাল রেটিকেল লাইনের অবস্থান সমন্বয়ন (Perpendicularity of the reticle to the horizontal axis and horizontal reticle line position adjustment)

(v) অপটিক্যাল প্লামেট সমন্বয়ন (Adjustment of optical plummet)।

অনুশীলনী-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **থিওডোলাইটের সমন্বয়নগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ থিওডোলাইটের সমন্বয়নগুলো হলো–

(ক) অস্থায়ী সমন্বয়ন ও (খ) স্থায়ী সমন্বয়ন।

২। **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো হলো–

(ক) যন্ত্র সংস্থাপন,

(খ) যন্ত্র সমতলকরণ ও

(গ) ফোকাসকরণ প্যারালাক্স দূরীকরণ।

৩। **অস্থায়ী সমন্বয়নে যন্ত্র সংস্থাপনে কী কী কাজ করতে হয়?**

উত্তর ঃ অস্থায়ী সমন্বয়নে যন্ত্র সংস্থাপনে (ক) যন্ত্র স্টেশনের উপর বসানো ও (খ) তেপায়ার সাহায্যে যন্ত্রকে মোটামুটি সমতল করতে হয়।

৪। **প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়?**

উত্তর ঃ অভিনেত্র ও বস্তু কাচের যথার্থ ফোকাসিং এর মাধ্যমে প্যারালাক্স দূর করা যায়।

৫। **থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ন কী?**

উত্তর ঃ থিওডোলাইটের বিভিন্ন মৌলিক রেখাগুলোর মধ্যে পারস্পরিক সঠিক ও যথার্থ সম্পর্ক স্থাপনকরণকে থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ন বলা হয়।

৬। **থিওডোলাইটের কলিমেশন রেখার সাথে এর অনুভূমিক অক্ষের সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ থিওডোলাইট যন্ত্রের কলিমেশন রেখা এর অনুভূমিক অক্ষের সমকোণে থাকবে।

৭। **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের বাবল অক্ষের সাথে উল্লম্ব অক্ষের সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের বাবল অক্ষ উল্লম্ব অক্ষের সাথে সমকোণে থাকবে।

৮। **দুরবিনের লেভেল অক্ষের সাথে কলিমেশন রেখার সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ দুরবিনের লেভেল অক্ষ কলিমেশন রেখার সমান্তরাল হবে।

৯। **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়নের পূর্বে কী কাজ অবশ্যই করতে হয়?**

উত্তর ঃ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়নের পূর্বে ডায়াফ্রামে ক্রস হেয়ারদ্বয় যথার্থভাবে উল্লম্ব ও অনুভূমিভাবে আছে কি না যাচাই করে নিতে হয়।

১০। **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের পাতের লেভেল সমন্বয়ের কেন প্রয়োজন হয়?**

উত্তর ঃ দুরবিনের অনুভূমিক অক্ষ এবং যন্ত্রের অনুভূমিক পাতকে প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় রাখার জন্যই ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের পাত লেভেলের সমন্বয়নের প্রয়োজন হয়।

১১। **ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ের প্রধান ধাপগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ের প্রধান ধাপগুলো হল-

(ক) সেন্টারিং (খ) লেভেলিং (গ) ফোকাসিং ও টার্গেট সাইটিং।

১২। **ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের সেন্টারিং ধাপ এর কাজগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের সেন্টারিং ধাপের কাজগুলো হল-

(i) তেপায়া স্থাপন, (ii) তেপায়ার হেডে যন্ত্র স্থাপন ও (iii) জরিপ স্টেশন বিন্দু ফোকাসকরণ।

১৩। ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নে ফোকাসিং ও টার্গেট সাইটিং ধাপের কাজগুলো কী কী?

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ে ফোকাসিং ও টার্গেট সাইটিং ধাপের কাজগুলো হল–

(i) রেটিক্যালের উপর ফোকাসকরণ

(ii) টার্গেটমুখী দেখা

(iii) টার্গেটের উপর ফোকাস করা ও

(iv) প্যারালাক্স মুক্ত না হওয়া পর্যন্ত ফোকাস পুনঃসমন্বয়ন।

১৪। ডিজিটাল থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী?

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো হল-

(i) উল্লম্ব অক্ষ (ii) অনুভূমিক অক্ষ (iii) প্লেট লেভেল বাবল অক্ষ (iv) টিল্ট সেনসর অক্ষ (v) কলিমেশন রেখা (vi) অপটিক্যাল প্লামেট অক্ষ ও (vii) রেটিকেল অক্ষ।

১৫। ডিজিটাল থিওডোলাইটের পর্যায়ক্রমিক স্থায়ী সমন্বয়নগুলোর নাম লেখ।

উত্তর ঃ ডিজিটাল থিওডোলাইটের পর্যায়ক্রমিক স্থায়ী সমন্বয়নগুলো হল-

(i) প্লেট লেভেলের সমন্বয়ন

(ii) সার্কুলার লেভেলের সমন্বয়ন

(iii) টিল্ট সেনসর এর সমন্বয়ন ও

(iv) হরিজন্টাল অক্ষের সাথে রেটিকেলের উল্লম্ব ও হরিজন্টাল রেটিকেল লাইনের অবস্থান সমন্বয়ন।

১৬। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো হল-

১। উল্লম্ব অক্ষ ২। পাতের বাবল অক্ষ ৩। কলিমেশন রেখা ৪। অনুভূমিক অক্ষ ৫। দুরবিনের বাবল অক্ষ।

১৭। প্যারলাক্স কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর ঃ অভিলক্ষ্য কাচের প্রতিসরণের ফলে সৃষ্ট কোন নির্দিষ্ট বস্তুর প্রতিবিম্ব ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার তলে পতিত না হলে দর্শক তার চোখ যন্ত্রের অভিনেত্রে উঠানামা করালে ক্রস হেয়ারের আপেক্ষিকতায় বস্তুর প্রতিবিম্ব ও উঠানামা করে বা কাঁপতে থাকে। যন্ত্রের এ ত্রুটিকে প্যারালাক্স বলা হয়।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

২। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অভিনেত্র ফোকাসকরণের প্রক্রিয়া উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৩। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অভিলক্ষ্য কাচ ফোকাসকরণ প্রক্রিয়া বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৪। চিত্রসহ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পরিচিতি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৫। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৫, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৬। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৭। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়গুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৮। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের পাতের লেভেলের সমন্বয়নের দরকার আছে কি না কীভাবে বুঝা যাবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৯। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের পাতের লেভেলের সমন্বয় কীভাবে করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

১০। ডিজিটাল থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৫, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৪ দ্রষ্টব্য।

১১। ডিজিটাল থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৫ দ্রষ্টব্য।

১২। ডিজিটাল থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়নের পরিচিতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৬ দ্রষ্টব্য।

১৩। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের ডায়াফ্রামের উল্লম্ব হেয়ারে উল্লম্বত্ব কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ভার্নিয়ার থিওডোলাইট যন্ত্র সমতলকরণের ধারাবাহিক ধাপগুলো উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

২। ভার্নিয়ার থিওডোলাইট সংস্থাপন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৩। থিওডোলাইটের প্যারালাক্স দূরীকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৪। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের কলিমেশন রেখার সমন্বয়নের উদ্দেশ্য ও প্রয়োজনীয়তাসহ সমন্বয়ন প্রক্রিয়াটি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৫। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অনুভূমিক অক্ষের সমন্বয়ন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৬। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের দূরবিনে লেভেল টিউবের সমন্বয়নের পরীক্ষা ও সমন্বয়ন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ দ্রষ্টব্য।

৭। ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৮। ডিজিটাল থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো ধারাবাহিকভাবে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৩ দ্রষ্টব্য।

৯। ডিজিটাল থিওডোলাইটের লেভেলিংকরণ ধাপটি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৩ দ্রষ্টব্য।

১০। ডিজিটাল থিওডোলাইটের ফোকাসিং ও টার্গেট সাইটিং ধাপটি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.৩ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১৪

থিওডোলাইটের সাহায্যে কোণ ও বিয়ারিং পরিমাপকরণ
(Measuring Angle & Bearing with Theodolite)

১৪.১ অনুভূমিক কোণ পরিমাপন প্রক্রিয়া (Procedure of measuring horizontal angle) ঃ

অনুভূমিক তলে দুটি রেখা মিলিত হলে অনুভূমিক কোণ উৎপন্ন হয়। চিত্রে (চিত্র ১৪.১) NOP একটি অনুভূমিক কোণ। সকল ধরনের থিওডোলাইটের সাহায্যেই অনুভূমিক কোণ মাপা যায়। আমরা এখানে ভার্নিয়ার থিওডোলাইট ও ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার প্রক্রিয়া আলোচনা করব।

● ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ পরিমাপকরণ ঃ

অনুভূমিক কোণ সাধারণত তিন প্রক্রিয়ায় পরিমাপ করা যায়, যথা–

(ক) সাধারণ প্রক্রিয়া (General procedure)

(খ) পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া (Repetition procedure)

(গ) পুনঃকরণ প্রক্রিয়া (Reiteration procedure)।

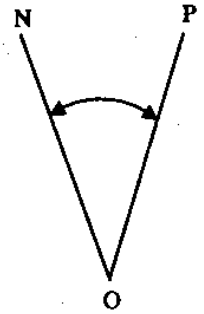
শেষোক্ত প্রক্রিয়াদ্বয় অনুভূমিক কোণের সূক্ষ্মতর পরিমাপকরণে ব্যবহৃত হয়। এখন আমরা উক্ত প্রক্রিয়া তিনটি সম্পর্কে আলোচনা করব।

(ক) সাধারণ প্রক্রিয়া (General procedure) ঃ

ধরে নিই ∠NOP পরিমাপ করব (চিত্রঃ ১৪.১)।

(i) 'O' স্টেশনে যন্ত্র বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়ন করি।

(ii) সকল ক্লাম্প মুক্ত করি, উল্লম্ব বৃত্ত বাম পাশে রেখে উপরের ও নিচের পাতকে বিপরীত দিকে প্রধান স্কেলের সাথে ভার্নিয়ারের শূন্য মিলাই (বিপরীত দিকে প্রধান স্কেলের 180° এর সাথে ভার্নিয়ারে শূন্য মিলবে)। নিম্নের ক্লাম্প ও উপরের ক্লাম্পের সাহায্যে উভয় পাত আটকাই এবং উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে যথার্থ ও নিখুঁতভাবে প্রধান স্কেলের শূন্য ও ভার্নিয়ারের শূন্য মিলাই। (বিপরীত দিকে প্রধান স্কেলের 180° ভার্নিয়ারে শূন্যের সাথে মিলবে যদি কোন যান্ত্রিক ত্রুটি না থাকে।)



চিত্র ঃ ১৪.১

(iii) নিম্নের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং যন্ত্রকে N এর দিকে ফিরাই এবং নিম্নের ক্লাম্প আটকে দিই (যেহেতু উভয় পাত আটকানো তাই যন্ত্র বহিঃঅক্ষের উপর ঘুরবে)। নিম্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করে N কে যথার্থভাবে ছেদ করি। উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ যাচাই করি (পাঠদ্বয় পূর্বের অবস্থায়ই থাকবে)।

(iv) উপরের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং যন্ত্রকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে P কে ছেদ করি এবং উপরের ক্লাম্প আটকে দিই। উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে P বিন্দুকে যথার্থ ও নিখুঁতভাবে ছেদ করি।

(v) উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করি। প্রথম ভার্নিয়ারটিতে সরাসরি কোণের মান পাওয়া যাবে। কিন্তু দ্বিতীয় ভার্নিয়ারে প্রাপ্ত কোণ হতে 180° বাদ দিলে ∠NOP কোণের মান পাওয়া যাবে (কেননা এর প্রারম্ভিক মান 180°)।

এখন মানদ্বয়ের গড় নিলে একমুখী অবস্থায় ∠NOP এর মান পাওয়া যাবে।

(iv) দুরবিনের মুখ পরিবর্তন করি এবং পুরো ক্রিয়াটি পুনঃসম্পাদন করি। এতে প্রাপ্ত গড় মানই যন্ত্রের অপরমুখী অবস্থায় ∠NOP কোণ।

(vii) উভয়মুখী মানদ্বয়ের গড় মানই ∠ NOP কোণের মান।

(খ) পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া (Repetition procedure) ঃ

এ পদ্ধতিটি অনুভূমিক কোণের নিখুঁত মান পাওয়ার জন্য করা হয়। এটা ভার্নিয়ার 'লিস্ট কাউন্টে' (Least count) প্রাপ্ত মান অপেক্ষা অনেক নিখুঁত। এ প্রক্রিয়ায় প্রতিবার কোণ মাপার পর পুনরায় পূর্ববর্তী স্টেশনে ভার্নিয়ারকে শূন্যতে মিলানোর পরিবর্তে ভার্নিয়ারকে আটকে রেখে দু' বা ততোধিক বার কোণের পরিমাপ নেয়া হয় এবং চূড়ান্ত পাঠকে যতবার পুনরাবৃত্তি করা হয়েছে, তত দিয়ে ভাগ করলে কোণের মান পাওয়া যায়। এখন আমরা পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়ায় কোণের পরিমাপ নেয়ার পদ্ধতি আলোচনা করব। (চিত্রঃ ১৪.১)

(i) O বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়ন করি। উপরের ক্লাম্প ও ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে প্রধান স্কেলের শূন্যের সাথে ভার্নিয়ারে শূন্য মিলাই (অপর ভার্নিয়ারের শূন্য প্রধান স্কেলের 180° এর সাথে মিলবে)।

(ii) নিচের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং দুরবিন ক্রস হেয়ারকে N বিন্দুতে ছেদ করি। নিচের ক্লাম্প আটকে নিম্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে সূক্ষ্মভাবে N কে ছেদ করি।

(iii) উপরের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং দুরবিনকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে P কে ছেদ করি। উপরের ক্লাম্প আটকে উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে P কে নিখুঁত সূক্ষ্মভাবে ছেদ করি (ভার্নিয়ারদ্বয়ের পাঠ লিখে রাখি)।

(iv) নিচের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং ডানাবর্তে ঘুরিয়ে Nকে ছেদ করি। নিচের ক্লাম্প আটকে নিচের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে N কে নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে ছেদ করি (প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, উপরের ও নিচের উভয় পাত আটকানো বিধায় ভার্নিয়ার পাঠের কোন পরিবর্তন হবে না।)।

(v) উপরের ক্লাম্প মুক্ত করে দিই এবং ডানাবর্তে ঘুরিয়ে P কে ছেদ করে উপরে ক্লাম্প আটকে উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে P কে সূক্ষ্ম ও নিখুঁতভাবে ছেদ করি।

(vi) এভাবে ঈপ্সিত সংখ্যক বার কোণের পরিমাপ গ্রহণ করি। ধরি কোণের পরিমাপ তিনবার পুনরাবৃত্তি করা হয়েছে। এখন তিনবারের পর প্রাপ্ত পাঠ গ্রহণ করে তিন দিয়ে ভাগ করলে এই মুখী অবস্থানে গড় কোণের মান পাওয়া যাবে।

(vii) যন্ত্রের মুখ পরিবর্তন করে উপরের বর্ণিত প্রক্রিয়ায় তিনবার (ধরি) পুনরাবৃত্তিতে প্রাপ্ত কোণের মানকে তিন দিয়ে ভাগ করলে যন্ত্রের বিপরীতমুখী অবস্থায় গড় মান পাওয়া যাবে।

(viii) উভয়মুখী অবস্থায় প্রাপ্ত কোণের মানদ্বয়ের গড় করলে ∠NOP কোণের মান পাওয়া যাবে।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়ায় যে কোন সংখ্যক বার কোণের পরিমাপ পুনরাবৃত্তি করা যেতে পারে। তবে প্রতিমুখী অবস্থায় তিনবার পুনরাবৃত্তি করলেই সন্তোষজনক ফলাফল পাওয়া যায়। অধিকতর নিখুঁত সূক্ষ্ম কাজে ব্যবহারের জন্য তিনবারের অধিক পুনরাবৃত্তি করার দরকার হতে পারে।

পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়ায় অনুভূমিক কোণ পরিমাপ করলে নিম্নের ত্রুটিগুলো দূর করা যায় ঃ

১। প্রধান স্কেলের সর্বত্র ভাগগুলো সমান না থাকাজনিত ত্রুটি দূর হয়। কেননা এ পদ্ধতিতে প্রধান স্কেলের বিভিন্ন অংশে পাঠ নেয়া হয়।

২। স্টেশনে যন্ত্র বসানো, ত্রুটিপূর্ণ ছেদন, ভার্নিয়ার পাঠ গ্রহণে ব্যক্তিগত ত্রুটি অনেকাংশে দূর হয়।

৩। দুরবিনের অনুভূমিক অক্ষ, কলিমেশন রেখা সমন্বয়নজনিত ত্রুটি দূর হয়।

৪। বাবলের বুদবুদের কেন্দ্রচ্যুত হওয়াজনিত ত্রুটি অনেকাংশে কমে যায়।

(গ) পুনঃকরণ প্রক্রিয়া (Reiteration procedure) ঃ

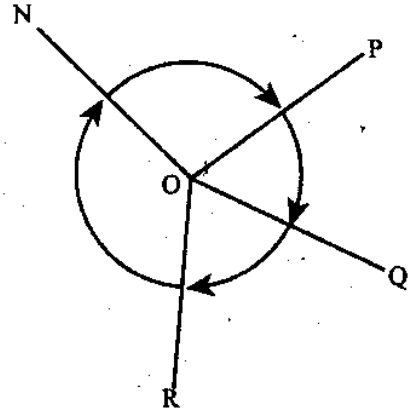
পুনঃকরণ প্রক্রিয়াকে নির্দেশনা পদ্ধতি (Direction method) বা সিরিজ পদ্ধতি (Series method)-ও বলা হয়। একই বিন্দুতে সৃষ্ট বিভিন্ন কোণের পরিমাপ গ্রহণের জন্য এ অনুভূমিক কোণ মাপন পদ্ধতি বিশেষ উপযোগী। এখন আমরা এ প্রক্রিয়ায় অনুভূমিক কোণ পরিমাপকরণ পদ্ধতি আলোচনা করব।

(চিত্রঃ ১৪.২) ধরে নিই O বিন্দুতে উৎপন্ন কোণ ∠NOP, ∠POQ ∠QOR এবং ∠ROA কোণ পরিমাপ করব।

(i) O বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়নের কাজ সমাপ্ত করি। ভার্নিয়ারের শূন্যকে প্রধান স্কেলের শূন্যতে মিলিয়ে যন্ত্রে N কে নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে ছেদ করি (অপর দিকের ভার্নিয়ারে 180° ও 0 মিলবে)।

(ii) উপরের ক্লাম্প মুক্ত করে যন্ত্রকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে Pকে ছেদ করি এবং উপরের ক্লাম্প আটকে দিই। উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে P কে নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে ছেদ করি। উভয় ভার্নিয়ারে পাঠ নিই। প্রথম ভার্নিয়ার পাঠে সরাসরি ∠NOP পাওয়া যাবে।

(iii) একই নিয়মে Q, R কে ছেদ করি। প্রতিবারই ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করি। যেহেতু পুরো প্রক্রিয়াই প্রারম্ভিক স্টেশন হতে কোণের মান নেয়া হয়েছে, কাজেই ধারাবাহিকভাবে পরবর্তী কোণ হতে পূর্ববর্তী কোণ বাদ দিলে মাঝের কোণ পাওয়া যাবে।



চিত্রঃ ১৪.২

(iv) চূড়ান্ত অবস্থায় N কে নিখুঁত ও সূক্ষ্মভাবে ছেদ করি। এখন ভার্নিয়ারের পাঠ প্রারম্ভিক পাঠের সাথে (0° ও 180°) মিলে যাবে। যদি এরূপ না হয় তবে ভ্রান্তির পরিমাণ নির্ণয় করি এবং ভ্রান্তির পরিমাণ নিতান্ত নগণ্য হলে সকল কোণে সমভাবে ভাগ করে দিই। আর যদি ভ্রান্তির পরিমাণ অধিক হয়, তবে পুনরায় উক্ত প্রক্রিয়ায় কোণের মাপ গ্রহণ করি।

(v) যন্ত্রের অপরমুখী অবস্থায় পরিমাপ নেয়ার জন্য যন্ত্রের মুখ পরিবর্তন করে (ii) হতে (iv) প্রক্রিয়া অনুসরণ করি।

● **সূচক ভ্রান্তি ও ক্ষুদ্রতম পাঠ (Index error and least count) ঃ**

দূরবিনের বাবল যখন কেন্দ্রে থাকে অর্থাৎ কলিমেশন রেখা যখন অনুভূমিক থাকে অর্থাৎ কলিমেশন রেখা যখন দূরবিনের লম্বালম্বি অনুভূমিক অক্ষের সমান্তরালে থাকে, তখন উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ারের পাঠ শূন্য হওয়া উচিত। যদি যন্ত্রের সমন্বয়ন ঠিক না থাকে তবে উল্লম্ব বৃত্তে ভার্নিয়ারের পাঠ শূন্য হয় না। দূরবিনের বাবল কেন্দ্রে বিদ্যমান থাকা অবস্থায় উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ারে যে প্রাথমিক পাঠ পাওয়া যায়, তা সূচক ভ্রান্তি (Index error) নামে পরিচিত।

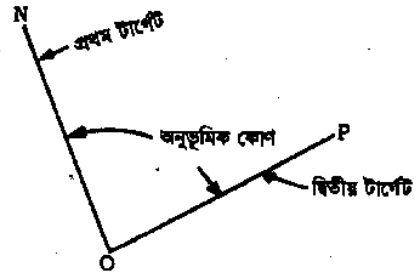
যন্ত্র কোন স্টেশনে অস্থায়ী সমন্বয়নের পর যে পরিমাণ উল্লম্ব কৌণিক দূরত্বের জন্য দূরবিনের বাবল টিউবের বাবলকে উল্লম্ব বৃত্তের ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরিয়ে কেন্দ্রে আনতে হয়, তাই সূচক ভ্রান্তি। এ সূচক ভ্রান্তি প্রাপ্ত উল্লম্ব কোণের (উর্ধ্বমুখী বা নিম্নমুখী) সাথে যোগ বা বিয়োগ করে উল্লম্ব কোণের সঠিক মান নির্ণয় করা হয়।

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের পাঠ মান ও ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের পাঠ মানের পার্থক্যকে ক্ষুদ্রতম পাঠ (least count) বা ভার্নিয়ার ধ্রুব (vernier constant) বলা হয়। কোন ক্ষেত্রেই যন্ত্রে ব্যবহৃত ভার্নিয়ারের ধ্রুব অপেক্ষা ক্ষুদ্রতম পাঠ পড়া যায় না।

● ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া ঃ

ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ পরিমাপকরণের প্রক্রিয়া নিচে দেয়া হল ঃ

ধরে নিই, অনুভূমিক কোণ ∠NOP পরিমাপ করতে হবে। (চিত্র ১৪.৩)



চিত্র ঃ ১৪.৩

১। প্রথমে ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইট (DT 2_{10}/DT5_{10}/DT5_{10}s) O বিন্দুর উপর স্থাপিত তেপায়ায় বামমুখী অবস্থায় স্থাপন করে ১৩.৩ নং অনুচ্ছেদ অনুযায়ী অস্থায়ী সমন্বয়ন করতে হবে।

২। এরপর অপারেশন প্যানেলের (ON) বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করলে ডিসপ্লে এ মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

৩। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (◁▯▷) বাটন চেপে পরিমাপের জন্য (H) অনুভূমিক ডান (▯▷) কোণ নির্বাচন করতে হবে।

৪। এরপর হরিজন্টাল ক্লাম্প স্ক্রু মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ডান দিকে ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে তাক করে N স্টেশনকে ছেদ করতে হবে এবং হরিজন্টাল ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু দিয়ে নিখুঁতভাবে N কে ছেদ করতে হবে।

৫। অপারেশন প্যানেলের $\frac{O}{SET}$ বটম দু'বার চাপলে ডিসপ্লে এ অনুভূমিক কোণ 0 (শূন্য) প্রদর্শিত হবে।

৬। হরিজন্টাল ক্লাম্প মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে P স্টেশনকে তাক করে ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু দিয়ে P কে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

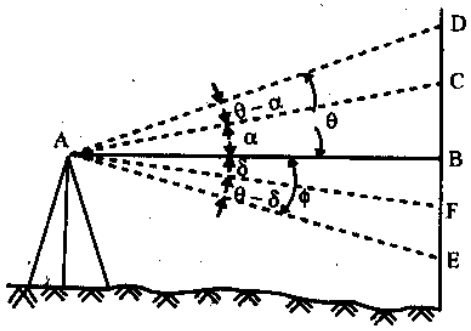
৭। এখন ডিসপ্লে এ প্রদর্শিত অনুভূমিক কোণই ∠NOP (অনুভূমিক কোণ) এর মান।

১৪.২ উল্লম্ব কোণ পরিমাপ প্রক্রিয়া (Procedure of measuring vertical angle) ঃ

উর্ধ্বমুখী বা নিম্নমুখী দৃষ্টি রেখা ও অনুভূমিক রেখার মধ্যবর্তী কোণকে উল্লম্ব কোণ বলে। দৃষ্টিরেখা অনুভূমিক তলের উপরে কোণ সৃষ্টি করলে একে ধনাত্মক (+) উল্লম্ব কোণ বা উন্নতি কোণ এবং দৃষ্টি রেখা অনুভূমিক তলের নিচে কোণ সৃষ্টি করলে একে ঋণাত্মক (–) উল্লম্ব কোণ বা অবনতি কোণ বলা হয়। সকল ধরনের থিওডোলাইটের সাহায্যেই উল্লম্ব কোণ মাপা যায়। এখানে ভার্নিয়ার থিওডোলাইট ও ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়া আলোচনা করা হল।

● ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্বকোণ পরিমাপকরণ ঃ

(i) থিওডোলাইট যন্ত্র A বিন্দুতে স্থাপন করে সমান্তরাল পাত ও অ্যালটিটিউড বাবলের সাপেক্ষে নিয়মতান্ত্রিকভাবে সমতল করি।



চিত্র ঃ ১৪.৪

(ii) উল্লম্ব বৃত্তের ক্লাম্প ও ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ার শূন্যতে মিলাই।

(iii) দুরবিনের বাবল অক্ষ অনুভূমিক আছে কি না দেখে নিই এবং প্রয়োজনীয় সমন্বয়ন করি।

(iv) উল্লম্ব বৃত্তের ক্লাম্প মুক্ত করি এবং দুরবিনকে উল্লম্ব তলে ঘুরিয়ে C বিন্দুতে ডায়াফ্রামের মধ্য হেয়ার ছেদ করি এবং উল্লম্ব বৃত্তের ক্লাম্প আটকে উল্লম্ব ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে সূক্ষ্ম ও নিখুঁতভাবে C বিন্দুকে ছেদ করি।

(v) এখন ভার্নিয়ারে প্রাপ্ত কোণ ∠DAC এর সমান (α)। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, উল্লম্ব বৃত্তের অপর ভার্নিয়ারটি যথাযথ সমন্বয়নের পর ব্যবহার করলে উভয় ভার্নিয়ারে প্রাপ্ত উল্লম্ব কোণদ্বয়ের তুলনা করা যাবে এবং এদের গড়ই উল্লম্ব কোণ হবে।

(vi) একই প্রক্রিয়ায় ∠BAF, ∠BAE, ∠BAD পরিমাপ করা যায়। তবে ∠DAC ∠EAF কোণ পরিমাপের জন্য একই প্রক্রিয়ায় প্রথমে ∠BAD (θ) এবং পরে ∠BAC (α) মান নির্ণয় করে $\theta - \alpha = \angle DAC$ নির্ণয় করা যায়। অনুরূপভাবে, ∠BAE (ϕ) প্রথমে পরিমাপ করে পরে ∠FAB (δ) পরিমাপ করতে হবে এবং $\angle EAF = \phi - \delta$ হবে।

(vii) যন্ত্রকে অপরমুখী করে উপর্যুক্ত প্রক্রিয়ায় উল্লম্ব কোণ পরিমাপ করে উভয়মুখী অবস্থায় প্রাপ্ত কোণের মানের গড় মান গ্রহণ করাই উত্তম।

(অ্যালটিটিউড বাবলের সমন্বয়করণ প্রক্রিয়া পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে।)

● ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া ঃ

নিম্নে ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়া দেয়া হল ঃ (চিত্র ১৪.৫)

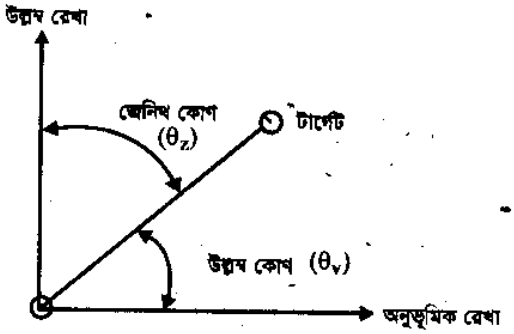
১। যন্ত্রকে স্টেশনের উপর স্থাপিত 'তেপায়ার হেড' এর উপর যথানিয়মে বামমুখী অবস্থায় স্থাপন করে অনুচ্ছেদ নং ১৩.৩ অনুযায়ী যথাযথভাবে অস্থায়ী সমন্বয়ন করে অপারেশন প্যানেলের [ON] বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করলে ডিসপ্লে প্যানেলে মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

২। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (◁▯▷) বাটন চেপে ভার্টিক্যাল অ্যাঙ্গেল অপশন 'V' নির্বাচন করতে হবে।

৩। উভয় ক্লাম্প স্ক্রু (হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল) মুক্ত করে পিপ সাইট দিয়ে তাক করে ঈপ্সিত বিন্দু (যার উন্নতি বা অবনতি কোণ জানার দরকার) ছেদ করতে হবে এবং দুরবিনে তাকিয়ে হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ফাইন মোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

৪। এ অবস্থায় উল্লম্ব অক্ষের সাথে সৃষ্ট উল্লম্ব কোণ (জেনিথ কোণ, θ_z) ডিসপ্লে-তে প্রদর্শিত হবে।

৫। পুনরায় (◁▯▷) বাটন চাপলে উল্লম্ব কোণ (অনুভূমিক রেখার সাথে সৃষ্ট কোণ θ_v) ডিসপ্লে-এ প্রদর্শিত হবে।



চিত্র ঃ ১৪.৫

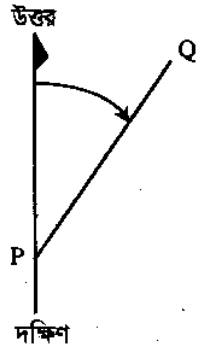
১৪.৩ কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া (Procedure of measuring magnetic bearing of a line) ঃ

চুম্বকীয় মধ্যরেখা ঃ দর্শক বিন্দুগামী পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণ চুম্বকীয় মেরুর সংযোগকারী রেখাই চুম্বকী মধ্যরেখা।

চুম্বকীয় বিয়ারিং ঃ দর্শক বিন্দুগামী চুম্বকীয় মধ্যরেখা হতে ঘড়ির কাঁটা চলার দিকে অর্থাৎ ডানাবর্তে কোন রেখা পর্যন্ত অনুভূমিক কৌণিক দূরত্বকে চুম্বকীয় বিয়ারিং বা বিয়ারিং বলে।

টিউবুলার বা ট্রাফ কম্পাস সংযুক্ত যে কোন থিওডোলাইটের সাহায্যেই যে কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং মাপা যায়। নিচে ভার্নিয়ার থিওডোলাইট ও ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং পরিমাপ করার প্রক্রিয়া দেয়া হল–

● ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং মাপার প্রক্রিয়া ঃ (চিত্র ১৪.৬)



চিত্রঃ ১৪.৬

(i) PQ রেখার P বিন্দুতে থিওডোলাইট বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়ন করি। উপরের ও নিচের ক্লাম্প আটকে দেই।

(ii) ভার্নিয়ার শূন্যতে মিলাই।

(iii) নিম্ন ক্লাম্প মুক্ত করি এবং ম্যাগনেটিক নিডল মুক্ত করে দিই।

(iv) যতক্ষণ পর্যন্ত কম্পাসের নিডল উত্তর দক্ষিণ নির্দেশ না করে ততক্ষণ পর্যন্ত যন্ত্র ঘুরাই। সূক্ষ্ম ও নিখুঁতভাবে উত্তর দিকে নির্দেশ করার পর যন্ত্রের নিচের ক্লাম্প আটকে দেই।

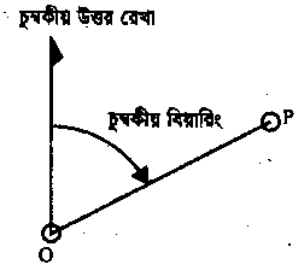
(v) উপরের ক্লাম্প মুক্ত করে ঘড়ির কাঁটার দিক ঘুরিয়ে Q কে ছেদ করি এবং উপরের ক্লাম্প আটকে ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে সূক্ষ্ম ও নিখুঁতভাবে Q কে ছেদ করি।

(vi) ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করি। প্রাপ্ত ভার্নিয়ার পাঠই PQ রেখার বিয়ারিং। নিখুঁত ফলাফল পাওয়ার জন্য যন্ত্রের মুখ পরিবর্তন করে (ii) হতে (vi) ধাপ অনুসরণে বিয়ারিং নির্ণয় করে উভয়মুখী অবস্থায় প্রাপ্ত মানের গড় মানই রেখাটির চুম্বকীয় বিয়ারিং।

● ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে চুম্বকীয় বিয়ারিং মাপনের প্রক্রিয়া ঃ

নিম্নে ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে চুম্বকীয় বিয়ারিং মাপনের প্রক্রিয়া দেয়া হল ঃ

১। ডিজিটাল থিওডোলাইটকে বামমুখী অবস্থায় OP রেখার O স্টেশনের উপর স্থাপিত তেপায়ার হেডের উপর স্থাপন করে যথাযথভাবে অস্থায়ী সমন্বয়ন করতে হবে। (১৩.৩ অনুচ্ছেদ অনুসরণীয়) (চিত্র ১৪.৭)



চিত্র ঃ ১৪.৭

২। থিওডোলাইটের হ্যান্ডেলের টিউবুলার কম্পাস স্লটে একটি টিউবুলার কম্পাস (যা থিওডোলাইট নির্মাতা প্রতিষ্ঠান প্রদত্ত) স্থাপন করে কম্পাসের কাঁটা ঠিক উত্তর-দক্ষিণ দিক চিহ্নিত অবস্থানে এনে হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু আটকিয়ে দিতে হবে। (এ অবস্থায় দুরবিন দিয়ে দেখে লাইন অব কালমিনেশন বরাবর খুঁটি পুঁতলে খুঁটি ও 'O' স্টেশনের সংযোজিত রেখা মূলত 'O' স্টেশনগামী চুম্বকীয় উত্তর রেখা।)

৩। এবার অপারেশন প্যানেলের [ON] বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করলে ডিসপ্লে এ মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

৪। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (◁□▷) বাটন চেপে বিয়ারিং পরিমাপের জন্য (H) অনুভূমিক কোণ (□▷) ডান নির্বাচন করতে হবে।

৫। এরপর অপারেশন প্যানেলের [O/SET] বাটন দু'বার চাপলে ডিসপ্লে এ অনুভূমিক কোণ ০ (শূন্য) প্রদর্শিত হবে।

৬। এবার হরিজন্টাল ক্লাম্প মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে P স্টেশনকে তাক করে ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু দিয়ে P কে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

৭। এখন ডিসপ্লে এ প্রদর্শিত অনুভূমিক কোণই OP রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং।

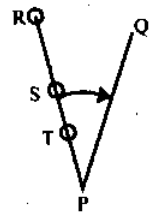
১৪.৪ ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণ (Determination of true bearing of a line by observing pole star) :

● ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষনের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণ প্রক্রিয়া :

প্রকৃত মধ্যরেখা হতে ডানাবর্তে কোন রেখা যে কোণ উৎপন্ন (অনুভূমিক কোণ) করে, তাকে প্রকৃত বিয়ারিং বলা হয়। কাজেই প্রকৃত বিয়ারিং পেতে হলে ঈপ্সিত রেখার কোন বিন্দুগামী প্রকৃত মধ্যরেখা চিহ্নিত করা আবশ্যক। তাই আমরা ধ্রুব তারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে প্রথমে ঈপ্সিত বিন্দুগামী প্রকৃত মধ্যরেখা নির্ণয় করব। (চিত্রঃ ১৪.৮)

ধরে নিই, PQ রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নির্ণয় করতে হবে। এ কাজের জন্য কোন একটি নির্দিষ্ট তারিখে (সন্ধ্যার পর বা রাত্রি বেলায়) পর্যবেক্ষণ বিন্দুর (P) জন্য ধ্রুবতারার উর্ধ্ব কালমিনেশনের সময় (Upper culmination time) জেনে নিতে হবে। (স্থানীয় সময়ের ওপর ভিত্তি করে প্রণীত বিশেষ ধরনের কালমিনেশন তালিকা হতে এ সময় পাওয়া যাবে। যদি কালমিনেশন তালিকা না পাওয়া যায় তবে পর্যবেক্ষণ বিন্দু হতে Observation of polaris at Elongation এর মাধ্যমে কালমিনেশন টাইম নির্ণয় করা যায়।) নির্দিষ্ট তারিখের সন্ধ্যার পর P বিন্দুতে থিওডোলাইট বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়নের পর অনুভূমিক স্কেলের ভার্নিয়ারকে শূন্যতে মিলিয়ে উপরের ক্লাম্প আটকে নিচের ও উলম্ব বৃত্তের ক্লাম্প মুক্ত করে থিওডোলাইটকে ধ্রুবতারার দিকে (কালমিনেশন টাইমের 15 মিনিট পূর্বে) তাক করে নিতে হবে। তারাটির অবস্থান ধীরে ধীরে পর্যবেক্ষণ মধ্যরেখার দিকে (P বিন্দুগামী মধ্যরেখার দিকে) আসতে থাকবে। এ সময় তারাটিকে তাক করে যন্ত্র ধীরে ধীরে ঘুরাতে হবে। ঠিক কালমিনেশন সময়ের 5 মিনিট কাল পূর্বে উলম্ব বৃত্তের ক্লাম্প ও নিম্ন ক্লাম্প আটকে দিয়ে নিম্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে ঠিক ও যথার্থ কালমিনেশন সময়ে তারাটিকে ছেদ করতে হবে এবং উলম্ব বৃত্তের ক্লাম্প মুক্ত অবস্থায় দুরবিনকে নিচের দিকে আনত করে পর্যবেক্ষণকারীর বিন্দু (P, স্টেশন বিন্দু) হতে 100 হতে 150 মিটার দূরত্বে দু' বা ততোধিক বিন্দু (R, S, T ইত্যাদি) প্রধান দৃষ্টিরেখা বরাবর ভূমিতে চিহ্নিত করলে স্টেশন বিন্দু হতে (P) উক্ত বিন্দুগুলোর সংযোজিত রেখাই P বিন্দুগামী প্রকৃত মধ্যরেখা।

এরপর থিওডোলাইটের উপরের ক্লাম্প স্ক্রু খুলে দিয়ে দুরবিনকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে Q বিন্দুকে ছেদ করার পর উপরের ক্লাম্প আটকে উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে যথার্থভাবে Q বিন্দুকে মিলিয়ে পাঠ গ্রহণ করলে PQ রেখার প্রকৃত বিয়ারিং পাওয়া যাবে। দুরবিনের মুখ পরিবর্তন করে উক্ত প্রক্রিয়ায় পুনরায় বিয়ারিং নির্ণয় করে গড় ফল গ্রহণ করাই উত্তম।



চিত্রঃ ১৪.৮

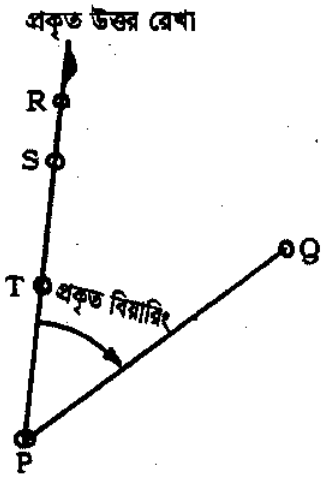
✡ (রাত্রিকালে দুরবিনের বস্তু কাচে আলোর ব্যবস্থা করতে হবে)।

✡ কালমিনেশন টাইম বলতে যে মুহূর্তে তারাটি পর্যবেক্ষণকারীর বিন্দুগামী প্রকৃত মধ্যরেখাকে অতিক্রম করে ঐ মুহূর্তকে বুঝানো হয়। কালমিনেশন টাইমের নিখুঁততার উপর নির্ভুল ফলাফল নির্ভর করে।

● ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণ ঃ

ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণের প্রক্রিয়া নিম্নে দেয়া হল ঃ (চিত্র ১৪.৯)

১। ধরে নিই, PQ রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নির্ণয় করতে হবে। এ কাজের জন্য কোন নির্দিষ্ট তারিখে (সন্ধ্যার পর বা রাত্রি বেলায় পর্যবেক্ষণ বিন্দুর (P) জন্য ধ্রুবতারার উর্ধ্ব কালমিনেশনের সময় (Upper Culmination time) জেনে নিতে হবে। (স্থানীয় সময়ের ওপর ভিত্তি করে প্রণীত বিশেষ ধরনের কালমিনেশন তালিকা হতে এ সময় পাওয়া যাবে। যদি কালমিনেশন তালিকা না পাওয়া যায় তবে পর্যবেক্ষণ বিন্দু হতে Observation of polatis at Elongation এর মাধ্যমে কালমিনেশন টাইম নির্ণয় করা যায়)। নির্দিষ্ট তারিখে সন্ধ্যার পর P বিন্দুর উপর তেপায়া বসিয়ে তেপায়ার হেড এর উপর ডিজিটাল থিওডোলাইট স্থাপন করে অনুচ্ছেদ নং ১৩.৩ অনুযায়ী যথাযথভাবে অস্থায়ী সমন্বয়ন করতে হবে।



চিত্র ঃ ১৪.৯

২। এবার কালমিনেশন সময়ে 15 মিনিট পূর্বে যন্ত্রের হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু মুক্ত করে থিওডোলাইটের দুরবিন দিয়ে ধ্রুবতারার দিকে তাক করে তারাটিকে পর্যবেক্ষণে রাখতে হবে।

৩। কালমিনেশন সময়ের 5 মিনিট পূর্বে তারার সাথে ভালভাবে মিলিয়ে হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে তারাটিকে অনুসরণ করে ঠিক কালমিনেশন সময়ে তারাটিকে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

৪। এবার দুরবিনকে ভার্টিক্যাল ক্লাম্প মুক্ত করে দিয়ে আনত করে পর্যবেক্ষণকারীর বিন্দু (P স্টেশন বিন্দু) হতে 100m, 150m, দূরত্বে কলিমেশন রেখা বরাবর দুই বা ততোধিক বিন্দু (T, S, R.... ইত্যাদি) ভূমিতে চিহ্নিত করতে হবে। মূলত P T S R রেখা ও এর পরিবর্ধকই P বিন্দুগামী প্রকৃত উত্তর রেখা।

৫। এবার দুরবিনকে অনুভূমিক অবস্থায় নিয়ে ভার্টিক্যাল ক্লাম্প আটকে দিতে হবে এবং অপারেশন প্যানেলের [ON] বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করলে ডিসপ্লে ও মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

৬। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (◁□▷) বাটন চেপে বিয়ারিং পরিমাপের জন্য (H) অনুভূমিক কোণ (□▷) ডান নির্বাচন করতে হবে।

৭। এরপর অপারেশন প্যানেলের [O/SET] বাটন দু'বার চাপলে ডিসপ্লে এ অনুভূমিক কোণ শূন্য (০) প্রদর্শিত হবে।

৮। এবার হরিজন্টাল ক্লাম্প মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ডান দিকে ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে Q স্টেশনকে তাক করে হরিজন্টাল ক্লাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরিজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে Q কে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

৯। এখন ডিসপ্লে এ প্রদর্শিত অনুভূমিক কোণই PQ রেখার প্রকৃত বিয়ারিং।

* কালমিনেশন টাইম বলতে যে মুহূর্তে তারাটি (star) ও পর্যবেক্ষণকারীর বিন্দু (Observer's station point) গামী প্রকৃত মধ্যরেখাকে অতিক্রম করে ঐ মুহূর্তকে বুঝানো হয়। কালমিনেশন টাইমের নিখুঁততার উপর ফলাফলের নির্ভুলতা অনেকাংশে নির্ভর করে।

অনুশীলনী-১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সূচক ভ্রান্তি কী?** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ থিওডোলাইটের দুরবিনের বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় উল্লম্ব বৃত্তে যে প্রাথমিক কোণ পাওয়া যায়, তা সূচক ভ্রান্তি।

২। **অনুভূমিক কোন মাপার প্রক্রিয়াগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ অনুভূমিক কোণ মাপার প্রক্রিয়াগুলো হলো–

(ক) সাধারণ প্রক্রিয়া (খ) পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া ও (গ) পুনঃকরণ প্রক্রিয়া।

৩। **প্রকৃত বিয়ারিং কী?**

উত্তর ঃ প্রকৃত মধ্যরেখা হতে ডানাবর্তে কোন রেখা যে অনুভূমিক কোণ উৎপন্ন করে, তা প্রকৃত বিয়ারিং।

৪। **উন্নতি কোণ কী?**

উত্তর ঃ অনুভূমিক রেখার উপর সৃষ্ট উল্লম্ব কোণকে উন্নতি কোণ বা ধনাত্মক (+) উল্লম্ব কোণ বলা হয়।

৫। **অবনতি কোণ কাকে বলে?**

উত্তর ঃ অনুভূমিক রেখার নিচে সৃষ্ট উল্লম্ব কোণকে অবনতি কোণ বা ঋণাত্মক (−) উল্লম্ব কোণ বলা হয়।

৬। **কালমিনেশন সময় কী?**

উত্তর ঃ কোন তারা যে মুহূর্তে দর্শক বিন্দুগামী মধ্যরেখা অতিক্রম করে এ মুহূর্তকে ঐ মধ্যরেখায় ঐ তারার কালমিনেশন সময় বলা হয়।

৭। **জেনিথ কোণ কী?**

উত্তর ঃ ওলন রেখার সাথে কোন রেখার উল্লম্ব কোণকে জেনিথ কোণ বলা হয়।

৮। **ভার্নিয়ার লিস্ট কাউন্ট বা ভার্নিয়ার ধ্রুব বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম পাঠ ও ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম পাঠমানের পার্থক্যকে ভার্নিয়ার 'লিস্ট কাউন্ট' বলা হয়। লিস্ট কাউন্ট অপেক্ষা ক্ষুদ্রতম পাঠ কোনভাবেই পড়া যায় না।

৯। **ভার্নিয়ার থিওডোলাইটে সূচক ভ্রান্তি কী?**

উত্তর ঃ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটে দুরবিনের বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ারে যে পাঠ পাওয়া যায় অর্থাৎ যে পরিমাণ উল্লম্ব কৌণিক দূরত্বের জন্য উল্লম্ব বৃত্তের কৌণিক পাঠ শূন্য হয় না, এ পাঠমানকে সূচক ভ্রান্তি বলা হয়।

১০। **কোন ধরনের থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন রেখার বিয়ারিং মাপা যায়?**

উত্তর ঃ যে সকল থিওডোলাইটে টিউবুলার বা ট্রাফ কম্পাস সংযুক্ত থাকে, ঐ সকল থিওডোলাইটের সাহায্যে বিয়ারিং অর্থাৎ চুম্বকীয় বিয়ারিং মাপা যায়।

১১। **থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া কী?**

উত্তর ঃ যে প্রক্রিয়ায় কোন কোণকে থিওডোলাইটের সাহায্যে কয়েকবার মেপে প্রাপ্ত মোট পাঠকে পুনরাবৃত্তি সংখ্যা (যত বার মাপা হয়েছে) দিয়ে ভাগ করে গড় পাঠমান নেয়া হয়, তাকে অনুভূমিক কোণ মাপার পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া বলা হয়।

১২। **থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার পুনকরণ প্রক্রিয়া বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ থিওডোলাইটের সাহায্যে একই বিন্দুতে সৃষ্ট অনুভূমিক একাধিক কোণের পরিমাপ ধারাবাহিকভাবে পরিমাপ করে প্রাপ্ত মোট পাঠ হতে পর্যায়ক্রমে বিয়োগ করে কোণগুলোর মান নির্ণয় করার প্রক্রিয়াকে অনুভূমিক কোণ মাপার পুনঃকরণ প্রক্রিয়া বলা হয়।

▸▸ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। সূচক ভ্রান্তি থাকা যন্ত্রে কীভাবে উল্লম্ব কোণের মান নির্ণয় করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

২। পুনরাবৃত্তি পদ্ধতিতে অনুভূমিক কোণ মাপলে কী কী ত্রুটি মুক্ত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

৩। কোন থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং কীভাবে মাপা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.৩ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। চিত্রসহ অনুভূমিক কোণ মাপার সাধারণ প্রক্রিয়াটি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ অনুভূমিক কোণ মাপার পুনরাবৃত্তি প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্রসহ অনুভূমিক কোণ মাপার পুনঃকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

৪। চিত্রসহ উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.২ দ্রষ্টব্য।

৫। চিত্রসহ কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.৩ দ্রষ্টব্য।

৬। ধ্রুবতারা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোন রেখার প্রকৃত বিয়ারিং নিরূপণের প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.৪ দ্রষ্টব্য।

৭। সূচক ভ্রান্তি ও লিস্ট কাউন্ট বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

৮। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার প্রক্রিয়া উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.১ দ্রষ্টব্য।

৯। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.২ দ্রষ্টব্য।

১০। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং ও প্রকৃত বিয়ারিং মাপার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৪.৩ ও ১৪.৪ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১৫ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং (Trigonometrical Levelling)

১৫.১ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর মূলনীতি (Basic principles of trigonometrical levelling) ঃ

ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং একটি পরোক্ষ লেভেলিং পদ্ধতি। যে পদ্ধতিতে পরিমাপকৃত তীর্যক কোণ ও জানা অনুভূমিক দূরত্ব বা গড় সমুদ্রতলে জিওডেটিক দূরত্ব হতে বিভিন্ন স্টেশনের এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়, তাকে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং (Trigonomefrical Levelling) বলে। এতে তীর্যক কোণ (অবনতি/উন্নতি) সূক্ষ্ম থিওডোলাইটের সাহায্যে মাপা হয় এবং অনুভূমিক দূরত্ব শিকল, টেপ ইত্যাদির সাহায্যে মেপে (সমতলীয় জরিপের ক্ষেত্রে) বা হিসাব করে (জিওডেটিক জরিপের ক্ষেত্রে) নেয়া হয়। তবে অধুনা দ্রুত, নির্ভুল, নিখুঁত, সূক্ষ্ম উন্নতি বা অবনতি কোণ ও দূরত্ব মাপার জন্য ডিজিটাল থিওডোলাইট, ইলেকট্রনিক ডিসট্যান্স মেজারার (EDM), টোটাল স্টেশন ইত্যাদি যন্ত্রের ব্যবহার দেখা যায়।

পৃথিবীর বক্রতাও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব বিবেচনায় ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং-এ দুটি মূলনীতি অনুসরণ করা হয়। নীতি দুটি হল– (ক) সমতলীয় জরিপের অনুসরণীয় মূলনীতি ও (খ) জিওডেটিক জরিপে অনুসরণীয় মূলনীতি।

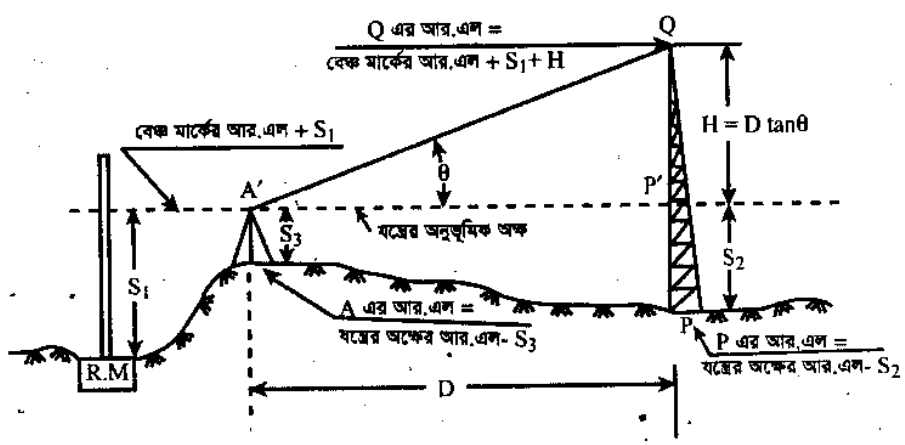
যেহেতু কম দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণজনিত সংশোধনীর পরিমাণ খুবই নগণ্য, তাই কম দূরত্বের স্টেশনের (যেমন– মসজিদের মিনার, টাওয়ার, চিমনি ইত্যাদি) উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয়ের ক্ষেত্রে উক্ত ভ্রান্তি উপেক্ষা করা হয়। এ সমতলীয় জরিপের অনুসরণীয় মূল নীতিতে রৈখিক ত্রিকোণমিতিক সূত্রাদি ব্যবহার করে উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় করা হয়।

যদিও সরাসরি লেভেলিং-এর তুলনায় ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কম নিখুঁত, তবুও নির্ধারিত গড় সমুদ্র তল (MSL) হতে বহুদূরে বেঞ্চমার্ক স্থাপনে, বন্ধুর পাহাড়ি অঞ্চলের বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন নির্ধারনে, অগম্য বিন্দুর এলিভেশন নির্ধারনে, টাওয়ার-মিনার ইত্যাদির এলিভেশন নির্ণয়ে সরাসরি লেভেলিং করা যায় না বা কষ্টকর বিধায় ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং করা হয়।

১৫.২ অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়করণ পদ্ধতি (The method of measuring heights when the object is accessible) ঃ

অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়করণ ঃ যে সকল বস্তুর পাদমূলে যাওয়া যায় এবং কোন ঈপ্সিত বিন্দু হতে ঐ বস্তুর পাদমূল পর্যন্ত সরাসরি দূরত্ব মাপা যায়, ঐ সকল বস্তুকে অধিগম্য বস্তু (accessible object) হিসেবে ধরা হয়।

ধরে নিই, PQ একটি টাওয়ার, যার পাদমূল P এবং শীর্ষবিন্দু Q। A বিন্দু যন্ত্রের স্টেশন। A হতে P পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব সরাসরি মাপা যায়।



চিত্র ঃ ১৫.১

D = A হতে P পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব।

S_1 = A স্টেশনের যন্ত্র অনুভূমিক অবস্থায় বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ।

S_2 = A স্টেশনে যন্ত্র অনুভূমিক অবস্থায় টাওয়ারের পাদবিন্দুর উপর স্টাফ পাঠ।

S_3 = A স্টেশনে ভূমি হতে যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ পর্যন্ত উচ্চতা।

θ = A স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ার শীর্ষের (Q) উন্নতি কোণ।

H = A স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর (Q) উচ্চতা।

এবার ত্রিভুজ QA′P′ হতে

$$\tan\theta = \frac{H}{D}$$

$\therefore H = D \tan\theta$

এখন, A স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের আর এল = বেঞ্চ মার্কের আর.এল + S_1

A স্টেশনের আর.এল = বেঞ্চ মার্কের আর.এল + $S_1 - S_3$

টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু (Q) এর আর.এল = বেঞ্চ মার্কের আর.এল + $S_1 + H$

= বেঞ্চ মার্কের আর.এল + $S_1 + D \tan\theta$

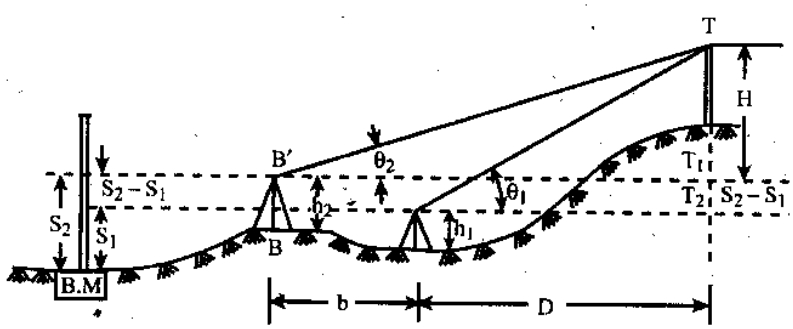
টাওয়ারের পাদমূল (P) এর আর.এল = বেঞ্চ মার্কের আর.এল + $S_1 - S_2$

P বিন্দু হতে টাওয়ারের উচ্চতা = Q (R.L) – P (R.L) = $H + S_2$

A বিন্দু হতে টাওয়ারের উচ্চতা = Q (R.L) – A(R.L) = $H + S_3$

বেঞ্চ মার্ক হতে টাওয়ারের উচ্চতা = Q (R.L) – বেঞ্চ মার্কের আর.এল = $H + S_1$

১৫.৩ অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র, যখন বস্তু ও স্টেশন একই উল্লম্ব তলে কিন্তু যন্ত্রের উচ্চতা ভিন্ন ভিন্ন (Formula for measuring height and horizontal distance when the object is inaccessible in the case of object and the station are in same vertical plane but instruments in different levels) ঃ



চিত্র ঃ ১৫.২

ধরে নিই,

A ও B = এক্ষেত্রে যথাক্রমে টাওয়ার হতে নিকটবর্তী ও দূরবর্তী যন্ত্রের স্টেশন।

S_1 ও S_2 = যথাক্রমে স্মারক বিন্দুর (B.M) উপর টাওয়ার হতে নিকটবর্তী (A) ও দূরবর্তী (B) স্টেশনের যন্ত্রে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ। (এ ক্ষেত্রে $S_1 < S_2$, কিন্তু ক্ষেত্রবিশেষে এর ব্যতিক্রম অর্থাৎ $S_1 > S_2$ হতে পারে- চিত্র ১৫.২]

θ_1 ও θ_2 = যথাক্রমে টাওয়ারের নিকটবর্তী ও দূরবর্তী যন্ত্রে টাওয়ারের শীর্ষের (T) উন্নতি কোণ।

b = যন্ত্রের স্টেশনদ্বয়ের মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্ব।

D = টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব।

A′ ও B′ = A স্টেশন ও B স্টেশনের উপর যন্ত্রের অবস্থান।

H = অধিক স্টাফ পাঠের অর্থাৎ অধিক এলিভেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উল্লম্ব দূরত্ব। (এক্ষেত্রে B স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষ হতে টাওয়ার শীর্ষবিন্দুর দূরত্ব)

$\therefore$ h_1 ও h_2 = যথাক্রমে A ও B স্টেশনের ভূমি হতে যন্ত্রের উচ্চতা।

[এখানে উল্লেখ্য যে, (i) যদি $\theta_1 > \theta_2$ হয় তবে θ_1 উন্নতি কোণের স্টেশন টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশন।

(ii) যদি $S_1 > S_2$ হয় তবে টাওয়ার হতে দূরবর্তী স্টেশনের তুলনায় নিকটবর্তী স্টেশনে যন্ত্র উঁচুতে থাকবে (চিত্রঃ ১৫.৩)]।

এবার $\Delta A' TT_2$ হতে–(চিত্র ঃ ১৫.২)

$$\tan\theta_1 = \frac{H + (S_2 - S_1)}{D}$$

বা, $H + (S_2 - S_1) = D.\tan\theta_1$

বা, $H = D.\tan\theta_1 - (S_2 - S_1)$ ..... (i)

$\therefore$ $H = D.\tan\theta_1 + (S_1 - S_2)$ ..... (ia)

এবং $\Delta B'TT_1$ হতে– (চিত্র ঃ ১৫.২)

$$\tan\theta_2 = \frac{H}{D + b}$$

$\therefore$ $H = (D + b)\tan\theta_2 = D.\tan\theta_2 + b.\tan\theta_2$ ..... (ii)

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে–

$D.\tan\theta_1 - (S_2 - S_1) = D.\tan\theta_2 + b.\tan\theta_2$

বা, $D.\tan\theta_1 - D\tan\theta_2 = b.\tan\theta_2 + (S_2 - S_1)$

বা, $D(\tan\theta_1 - \tan\theta_2) = b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)$

$$\therefore D = \frac{b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2} \quad ..... \quad (iii)$$

[* যখন টাওয়ার হতে দূরবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতা অধিক অর্থাৎ $S_2 > S_1$

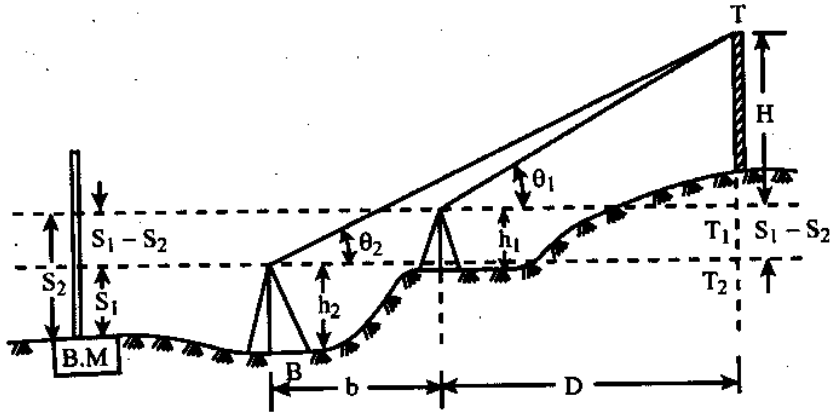
(i) টাওয়ার হতে দূরবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = H

(ii) টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = $H + (S_2 - S_1)$

(iii) বেঞ্চ মার্ক হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = $H + S_2$

(iv) টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের ভূমিতল হতে টাওয়ার শীর্ষের উচ্চতা = $H + (S_2 - S_1) + h_1$

(v) টাওয়ারের দূরবর্তী স্টেশনের ভূমিতল হতে টাওয়ার শীর্ষের উচ্চতা = $H + h_2$]



চিত্র ঃ ১৫.৩

একইভাবে দেখানো যায় যে, যখন টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশন (চিত্র ঃ ১৫.৩) এর এলিভেশন দূরবর্তী স্টেশনের এলিভেশন হতে অধিক হয় অর্থাৎ $S_1 > S_2$ এবং টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ারে শীর্ষের উচ্চতা H হয়।

তখন $D = \frac{b.\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$ এবং $H = D\tan\theta_1$

[✡ যখন টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের উচ্চতা অধিক হয় অর্থাৎ $S_1 > S_2$

(i) টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ার শীর্ষের উচ্চতা = H

(ii) টাওয়ার হতে দূরবর্তী স্টেশনের যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে টাওয়ার শীর্ষের উচ্চতা = $H + (S_1 - S_2)$

(iii) বেঞ্চ মার্ক হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = $H + S_1$

(iv) টাওয়ারের নিকটবর্তী স্টেশনের ভূমিতল হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = $H + h_1$

(v) টাওয়ারের দূরবর্তী স্টেশনের ভূমিতল হতে টাওয়ারে শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা = $H + (S_1 - S_2) + h_2$]

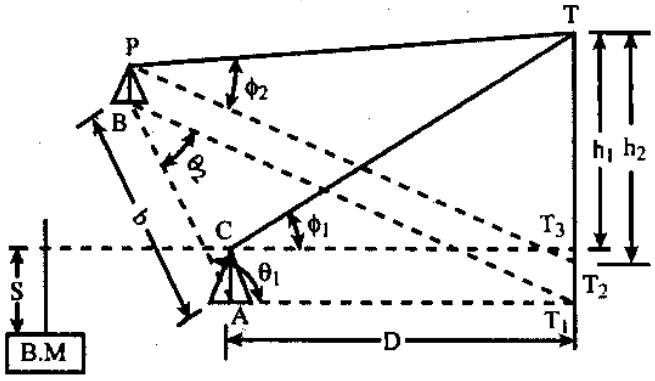
- $D = \frac{b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$ [যখন $S_1 > S_2$ বা $S_2 > S_1$ অর্থাৎ উভয় ক্ষেত্রে]

  $H = D.\tan\theta_1 - (S_2 - S_1)$ [যখন $S_2 > S_1$]

  $H = D.\tan\theta_1$ [যখন $S_1 > S_2$]

১৫.৪ অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র, যখন বস্তু ও স্টেশন ভিন্ন উল্লম্ব তলে এবং ভিন্ন এলিভেশনে (Formula for measuring height and horizontal distance when the object is inaccessible in the case of object and the station are in different vertical plane and in different levels.) ঃ

ধরে নিই, A ও B দু'টি স্টেশন T বস্তুর উল্লম্ব তলে নয়। এখন–



চিত্রঃ ১৫.৪

(i) A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে অ্যালটিটিউড বাবলের সাহায্যে সমতল করে T বিন্দুর উল্লম্ব কোণ ϕ_1 মেপে নিই।

(ii) B এর দিকে তাক করে যথাযথ নিয়মে $\angle BAT_1$ অনুভূমিক কোণ মাপি। $\angle BAT_1 = \theta_1$ এবং বেঞ্চ মার্কে উপর স্টাফ পাঠ = S।

(iii) যন্ত্র B বিন্দুতে নিয়ে উল্লম্ব কোণ ϕ_2 ও অনুভূমিক কোণ θ_2 মেপে নিই। চিত্র ১৫.৪-এ CT_3 একটি অনুভূমিক রেখা। T_3 বিন্দু T এর উল্লম্ব তলের একটি বিন্দু। কাজেই CT_3T একটি উল্লম্ব তল। অনুরূপভাবে, PT_2T একটি উল্লম্ব তল। যেহেতু T_1 বিন্দু T এর উল্লম্ব তলের একটি বিন্দু এবং A এর অনুভূমিক তল ও T_1 বিন্দু দিয়ে অতিক্রম করে, অতএব ABT_1 একটি অনুভূমিক তল।

θ_1 ও θ_2 অনুভূমিক কোণ।

CT_3T ত্রিভুজ হতে–(চিত্র ঃ ১৫.৪)

$h_1 = D \tan \phi_1$.....(i)

ABT_1 ত্রিভুজ হতে (চিত্র ঃ ১৫.৪)

$\angle AT_1B = 180° - (\theta_1 + \theta_2)$

সাইন (sin) নিয়মে–

$$\frac{AT_1}{\sin\theta_2} = \frac{BT_1}{\sin\theta_1} = \frac{AB}{\sin\{180° - (\theta_1 + \theta_2)\}} = \frac{b}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$\therefore AT_1 = D = \frac{b \sin\theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \ldots\ldots\ldots (ii)$$

$$\text{এবং } BT_1 = \frac{b \sin\theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \ldots\ldots\ldots (iii)$$

(i) নং সমীকরণে D এর মান বসিয়ে

আমরা পাই, $h_1 = D\tan\phi_1$

$$= \frac{b \sin\theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} .\tan\phi_1$$

T এর আর.এল. = বেঞ্চ মার্কের আর.এল. + S + h_1

অর্থাৎ T এর আর.এল = A এর যন্ত্রের অক্ষের আর.এল + h_1

পুনরায় $BT_1 = \frac{b \sin\theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} = PT_2$

$$\therefore h_2 = PT_2.\tan\phi_2$$

$$= \frac{b \sin\theta_1 \tan\phi_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

T এর আর.এল. = B এর যন্ত্রের অক্ষের আর.এল. + h_2

১৫.৫ দূরত্ব ও উচ্চতা নির্ণয়ের সমস্যাসহ সমাধান (Solution of problems on finding heights and distance) ঃ

উদাহরণ-১। A বিন্দুতে যন্ত্র স্থাপন করে 1800 মিটার দূরবর্তী একটি (B) টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ 9°30′ পাওয়া গেল। যদি যন্ত্রের অক্ষের এলিভেশন 100.00 মিটার হয়, তবে B টাওয়ারের শীর্ষের আর. এল. নির্ণয় কর। (ভূপৃষ্ঠের বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণ বিবেচ্য)। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

সমাধান ঃ

যন্ত্রের অক্ষ হতে টাওয়ারের শীর্ষের উচ্চতা $= D \tan\theta$

$= 1800 \tan 9°30'$

$= 301.22m$

ভূপৃষ্ঠের বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণ ভ্রান্তি $= 0.0785\left(\frac{1800}{1000}\right)^2 m$

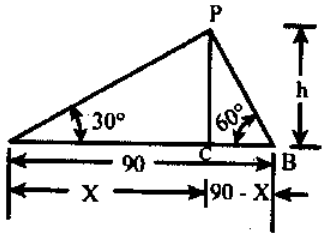
$= 0.2543$ m

অতএব টাওয়ারের শীর্ষের আর.এল. $= 100.00 + 301.22 + 0.2543$

$= 401.4743$ m. **(উত্তর)**

উদাহরণ-২। একই উন্নত তলে 90 মিটার দূরবর্তী সম এলিভেশনের A ও B বিন্দুর মাঝে C বিন্দুতে একটি টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে 30° ও 60°। টাওয়ারটির উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

সমাধান



চিত্রঃ ১৫.৫

ত্রিভুজ ACP হতে—

$\tan 30° = \frac{h}{x}$

$\therefore h = x \tan 30° \ldots\ldots (i)$

ত্রিভুজ BCP হতে—

$\tan 60° = \frac{h}{90 - x}$

$\therefore h = (90 - x) \tan 60° \ldots\ldots\ldots (ii)$

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে—

$x\tan 30° = (90 - x)\tan 60°$

বা, $0.577x = (90 - x)(1.732)$

বা, $0.577x = 155.88 - 1.732x$

বা, $2.302x = 155.88$

$x = 67.51m$

(i) নং সমীকরণে x এর মান বসিয়ে—

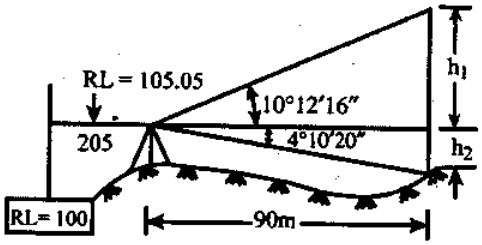
$h = 67.51 \tan 30°$

$= 38.98m$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-৩। একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। টাওয়ারের পাদমূল ও শীর্ষবিন্দুর আর.এল. কত হবে এবং টাওয়ারটির উচ্চতা কত?

তথ্যাদি ঃ টাওয়ার হতে যন্ত্রের স্টেশনের অনুভূমিক দূরত্ব 95 মিটার, স্টেশনে যন্ত্র অনুভূমিক থাকা অবস্থায় বেঞ্চ মার্কের (B.M= 100.00) উপর স্টাফ পাঠ 2.05 এবং টাওয়ারে পাদমূলে ও শীর্ষে উন্নত কোণ যথাক্রমে –4°10′20″ ও +10° 12′16″] [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান



চিত্র ঃ ১৫.৬

টাওয়ারের উচ্চতা $= h_1 + h_2$

$= 95 \tan 10°12'16'' + 95 \tan 4° 10'20''$

$= 17.10 + 6.93$

$= 24.03$ m

যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের আর.এল. $= 100.00 + 2.05$

$= 102.05$m

টাওয়ারের পাদমূলের আর.এল. $= 102.05 - 6.93$

$= 95.12$m

টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর আর.এল. $= 102.05 + 17.10$

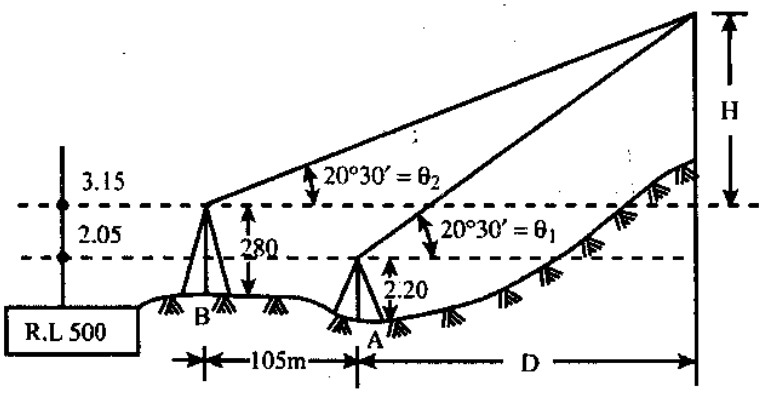
$= 119.15$m

উদাহরণ-৪ । একটি ওভার হেড ট্যাংকের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

তথ্যাদি ঃ A ও B বিন্দু হতে ট্যাংকের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ 30°25′ ও 20°30′ A ও B বিন্দুর যন্ত্র হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (RL = 500.00) উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.05, 3.15 এবং A ও B স্টেশনের মধ্যবর্তী দূরত্ব 105 মিটার, A ও B ট্যাংকের একই দিকে অবস্থিত। ভূমি হতে A ও B বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা যথাক্রমে 2.40 মিটার ও 2.20 মিটার।

নির্ণয় কর ঃ (ক) B বিন্দু হতে ট্যাংকের উচ্চতা (খ) A বিন্দু হতে ট্যাংকের অনুভূমিক দূরত্ব [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

সমাধান ঃ



চিত্রঃ ১৫.৭

দেওয়া আছে, $\theta_1 = 30°25'$, $\theta_2 = 20°30'$

$S_1 = 2.05$ এবং $S_2 = 3.15$ এবং $b = 105$

A বিন্দু হতে ট্যাংকের অনুভূমিক দূরত্ব = D

আমরা জানি, $D = \dfrac{b \tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$

বা, $D = \dfrac{105 \tan 20°20' - (2.05 - 3.15)}{\tan 30°25' - \tan 20°30'}$

$\therefore D = 189.29$ m.

$\therefore$ B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষ হতে ট্যাংকের শীর্ষের উচ্চতা

$H = D\tan\theta_1 - (S_2 - S_1)$

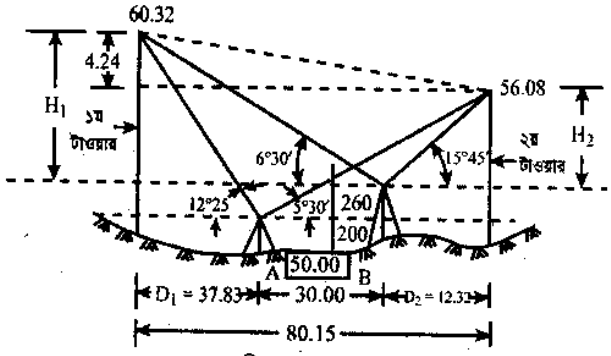
$= 189.29 \tan 30°25' - (3.15 - 2.05)$

$= 110.13$m

$\therefore$ B বিন্দু হতে ট্যাকের শীর্ষের উচ্চতা $= 110.13 + 2.80 = 112.93$ m.

উদাহরণ-৫। একই উন্নত তলে অবস্থিত দু' পর্যবেক্ষণ টাওয়ারের মাঝে A ও B বিন্দুর দূরত্ব 30 মিটার এবং উভয়ের নিকটবর্তী একটি বেঞ্চ মার্কের (R.L = 50) উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.00 ও 2.60 মিটার। A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ১ম ও ২য় টাওয়ারে যথাক্রমে 12°25′ ও 5°30′এবং B বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে 6°30′ ও 15°45′ উন্নতি কোণ পাওয়া গেল। টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুদ্বয়ের সরাসরি বা গাণিতিক (arial) দূরত্ব ও আর.এল. নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ



চিত্রঃ ১৫.৮

প্রথম টাওয়ার ঃ দেয়া আছে,

$\theta_1 = 12°25′, \theta_2 = 6°30′$

$S_1 = 2.00, S_2 = 2.60$ এবং $b = 30$ m

ধরে নিই প্রথম টাওয়ার হতে A স্টেশনের দূরত্ব D_1

আমরা জানি,

$$D_1 = \frac{b \tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_2 - \tan\theta_2}$$

$$= \frac{30 \tan 6° 30′ - (2.00 - 2.60)}{\tan 12°25° - \tan 6°30′}$$

$= 37.83$ m.

প্রথম টাওয়ারের উচ্চতা B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষ হতে H_1

আমরা জানি,

$$H_1 = D_1 \tan\theta_1 - (S_2 - S_1)$$

$= 37.83 \tan 12°25′ - (2.60 - 2.00)$

$= 7.72$ m.

২য় টাওয়ার ঃ দেয়া আছে,

$\theta_1 = 15°45′, \ \theta_2 = 5°30′$

$S_1 = 2.60, \ S_2 = 2.00$

$b = 30$ m.

২য় টাওয়ার হতে B স্টেশনের অনুভূমিক দূরত্ব = D_2

আমরা জানি, $$D_2 = \frac{b \tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$$

$$D_2 = \frac{30 \tan 5°30′ - (2.60 - 2.00)}{\tan 15°45′ - \tan 5°30′}$$

$= 12.32$ m.

২য় টাওয়ারের উচ্চতা B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষ হতে H_2

$$H_2 = D. \tan\theta_1$$

$= 12′32 \tan 15°45′$

$= 3.48$m.

প্রথম টাওয়ারের চূড়ার আর.এল. = (7.72 + 2.60 + 50.00)

= 60.32m.

২য় টাওয়ারের চূড়ার আর.এল. = 3.48 + 2.60 + 50.00 = 56.08m

টাওয়ারদ্বয়ের মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব = (37.85 + 30.00 + 12.32) = 80.15 m

চূড়াদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য = (60.32 – 56.08) = 4.24 মিটার

১ম ও ২য় টাওয়ারের শীর্ষদ্বয়ের সরাসরি দূরত্ব

$= \sqrt{(80.15)^2 + (4.24)^2}$

= 80.26m (উত্তর)

উদাহরণ-৬। A, B, C বিন্দুত্রয় একই উন্নত তলে অবস্থিত। A এর নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কে আর.এল 40.32 মিটার এবং B বিন্দুতে ভূমি হতে যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতা 1.56 মি.। A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্ব 90.00 হলে নিম্নের তথ্যাদির ভিত্তিতে C বিন্দুর আর.এল এবং B হতে C এর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর।

স্টেশন	বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ	উন্নতি কোণ	
		B	C
A	1.27	3°25	15°18
B	—	—	21°32

সমাধান

দেয়া আছে, $\theta_1 = 21°32'$, $\theta_2 = 15°18'$

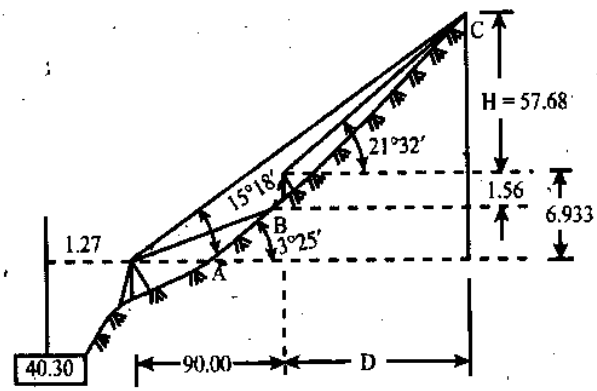
$b = 90.00$ $S_2 = 1.27$

A ও B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতার পার্থক্য,

$(S_1 - S_2) = 1.56 + 90\tan 3°25'$

$= 6.933$m.

$\therefore S_1 = 6.933 + 1.27 = 8.203$



চিত্র ঃ ১৫.৯

B স্টেশন C এর নিকটবর্তী স্টেশন। C হতে B এর অনুভূমিক দূরত্ব D।

$$D = \frac{b\ \tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$$

$$= \frac{90 \times \tan 15°18' - (8.23 - 1.27)}{\tan 21°32' - \tan 15°18'}$$

= 146.17m.

B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষ হতে C এর লম্ব দূরত্ব H,

$H = D.\ \tan\theta_1$

$= 146.17\ \tan 21°32'$

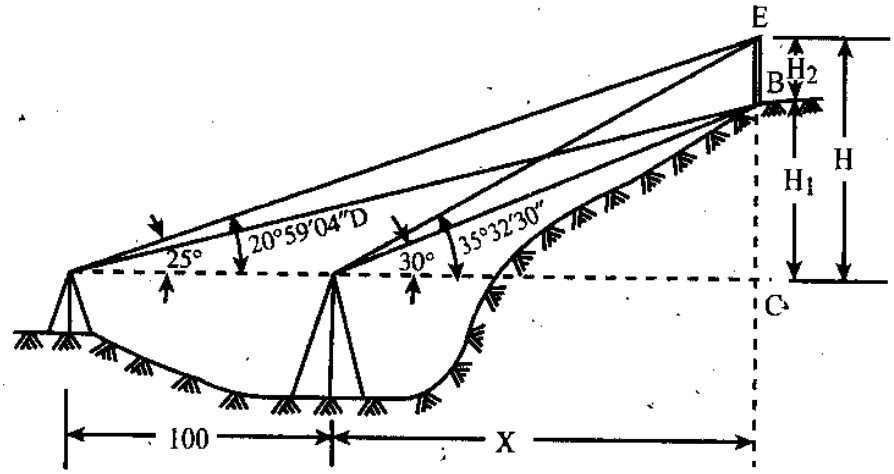
= 57.68m.

C বিন্দুর আর.এল = 40.32 + 1.27 + 6.933 + 57.68

= 106.203m.

উদাহরণ-৭। 100 মিটার দূরত্বে দুটি স্টেশনে সম এলিভেশনে স্থাপিত দুটি থিওডোলাইটের সাহায্যে পাহাড়ের চূড়া ও চূড়ায় নির্মিত বৈদ্যুতিক টাওয়ারে শীর্ষবিন্দুতে যথাক্রমে প্রথম স্টেশন হতে 30° ও 35° 32′ 30″ এবং দ্বিতীয় স্টেশন হতে 25° ও 29° 59′4″ পাওয়া গেল। টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় কর। স্টেশনদ্বয় ও টাওয়ার একই উল্লম্ব তলে আছে।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১৫.১০

Δ BCD হতে, $\tan 30° = \frac{H_1}{x}$ বা, $H_1 = x \tan 30°$ ..... (i)

Δ ABC হতে, $\tan 25° = \frac{H_1}{x + 100}$ বা, $H_1 = (x + 100) \tan 25°$ ..... (ii)

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

$x \tan 30° = x \tan 25° + 100 \tan 25°$

বা, $x \tan 30° - \tan 25° = 100 \tan 25°$

বা, $x (\tan 30° - \tan 25°) = 100 \tan 25°$

$\therefore \quad x = \frac{100 \tan 25°}{\tan 30° - \tan 25°} = 419.94$ m

সমীকরণ (i) হতে পাই,

$H_1 = x. \tan 30° = 419.94 \tan 30° - 242.45$ m.

ΔAEC হতে, $\tan 29°59'4'' = \frac{H}{(100 + 419.94)}$

বা, $H = 519.94 \tan 29°59'4''$

$\therefore H = 300$ m

টাওয়ারের উচ্চতা, $H_2 = H - H_1$

$= 300 - 242.45$

$= 57.55$ m

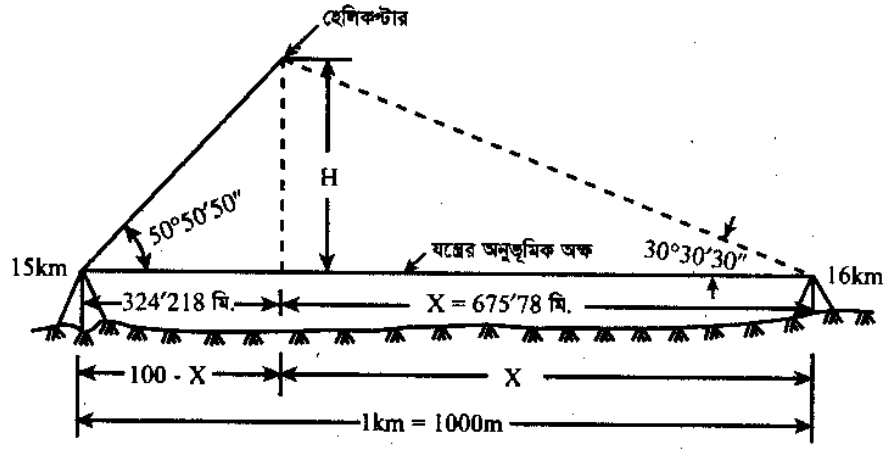
নিরীক্ষা

ΔCDF হতে, $\tan 35°32'30'' = \frac{H}{419.94}$

$\therefore H = 300$m (যাচাইকৃত)

উদাহরণ-৮। 15 ও 16 কিলোমিটার পোস্টে অবস্থানরত দু'জন জরিপকর তাদের মাঝে একটি হেলিকপ্টারকে স্থির অবস্থায় আকাশ দেখতে পেয়ে জরিপকরদ্বয় সম এলিভেশনের যন্ত্র উচ্চতায় উক্ত হেলিকপ্টারের উন্নতি কোণ যথাক্রমে 50°50′50″ এবং 30°30′30″ পেল। যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে হেলিকপ্টারের উচ্চতা এবং 16 নং পোস্ট হতে এর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১৫.১১

ধরে নিই, হেলিকপ্টারটি যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে H উচ্চতায় এবং 16 নং কিলোমিটার পোস্ট হতে 'x' অনুভূমিক দূরত্বে স্থির অবস্থায় ছিল। (চিত্র ঃ ১৫.১১)

এখন $\tan 30°30'30'' = \frac{H}{x}$

$\therefore H = x \tan 30°30'30''$ ..... (i)

এবং $\tan 50°50'50'' = \frac{H}{100 - x}$

$\therefore H = (1000 - x) \tan 50°50'50''$ ..... (ii)

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে-

$x \tan 30°30'30'' = (100 - x) \tan 50°50'50''$

বা, $x \tan 30°30'30'' = 1000 \tan 50°50'50'' - x \tan 50°50'50''$

বা, $x \tan 30°30'30'' + \tan 50°50'50'' = 1000 \tan 50°50'50''$

বা, $x (\tan 30°30'30'' + \tan 50°50'50'') = 1000 \tan 50°50'50''$

বা, $x = \frac{1000 \tan 50°50'50''}{(\tan 30°30'30'' + \tan 50°50'50'')}$

$\therefore x = 675.782$ m.

এখন সমীকরণ (1) হতে–

$H = 675.782 \tan 30°30'30''$

$\therefore H = 398.20$ m

উদাহরণ-৯। একটি টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর (T) উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে 21 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর যন্ত্রের অবস্থান হতে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। A, B ও T একই উল্লম্ব তলে নয়। উক্ত বিন্দুত্রয় কর্তৃক উৎপন্ন অনুভূমিক $\angle BAT_1 = 75°19'$ এবং $\angle ABT_1 = 83°42'$। A ও B স্টেশন হতে টাওয়ারের চূড়া যথাক্রমে 17°14′ ও 17°39′ উন্নতি কোণ উৎপন্ন করে। A ও B স্টেশন হতে বেঞ্চ মার্কের (RL 60.25) উপর যথাক্রমে 1.137 ও 1.167 স্টাফ পাঠ পাওয়া যায়। টাওয়ারটির শীর্ষবিন্দুর আর.এল. নির্ণয় কর।

সমাধান (চিত্রঃ ১৫.৪ দ্রষ্টব্য)

ABT_1 ত্রিভুজে $\theta_1 = 75°19'$

$\theta_2 = 83°42'$

$AB = b = 21m.$

$\phi_1 = 17°14', \phi_2 = 17°39'$

এখন, $AT_1 = D = \dfrac{b \sin\theta_2}{[\sin 180° - (\theta_1 + \theta_2)]}$

$= \dfrac{21 \sin 83°42'}{\sin(20°59')}$

$= 58.3m.$

$BT_1 = \dfrac{b \sin\theta_1}{[\sin 180° - (\theta_1 + \theta_2)]} = \dfrac{21 \sin 75°19}{\sin(20°59')}$

$= 56.7m.$

A স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষ হতে টাওয়ারের চূড়ার উচ্চতা h_1,

$h_1 = D \tan\phi_1$

$= 58.3 \tan 17°14'$

$= 18.08m.$

B স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষ হতে টাওয়ারের চূড়ার উচ্চতা h_2

$h_2 = BT_1 \tan\phi_2$

$= 56.7 \tan 17°39'$

$= 18.05m.$

অতএব, টাওয়ারের চূড়ার আর.এল = A বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষের আর.এল. + h_1

$= 60.25 + 1.137 + 18.08$

$= 79.467m.$

নিরীক্ষায়–

টাওয়ারের চূড়ার আর.এল. = B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষের আর.এল. + h_2

$= 60.25 + 1.167 + 18.227$

$= 79.467m$

উদাহরণ-১০। একটি নদীর এ পাড়ের B বিন্দু হতে 50.00 মিটার দূরে A বিন্দু এবং অপর পাড়ে C বিন্দুতে একটি টাওয়ার একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত। A ও B স্টেশনে স্থাপিত যন্ত্রে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (RL = 108.00) উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.95 মিটার ও 2.25 মিটার এবং C বিন্দুর টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ যথাক্রমে 45°25′10″ ও 60°15′ পাওয়া গেল। টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু আর.এল এবং নদীর প্রস্থ (BC) নির্ণয় কর।

সমাধান

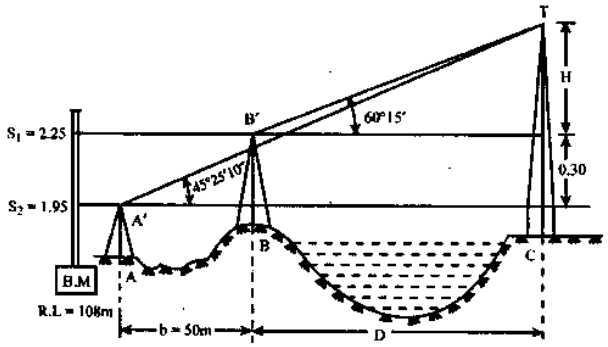
মনে করি,

BC (নদীর প্রস্থ) = D মিটার

$S_1 = 2.35$ মিটার, $S_2 = 1.95$ মিটার

$\theta_1 = 60°15'$ $\theta_2 = 45°25'10''$

b = 50 মিটার



চিত্র ঃ ১৫.১২

আমরা জানি, $D = \dfrac{b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$

$= \dfrac{50\tan 45°25'10'' - (2.25 - 1.95)}{\tan 60°15' - \tan 45°25'10''}$

= 68.63 মিটার (নদীর প্রস্থ)

B′ হতে টাওয়ার শীর্ষের উল্লম্ব উচ্চতা,

$H = D\tan\theta_1$

$= 68.63 \tan 60°15'$

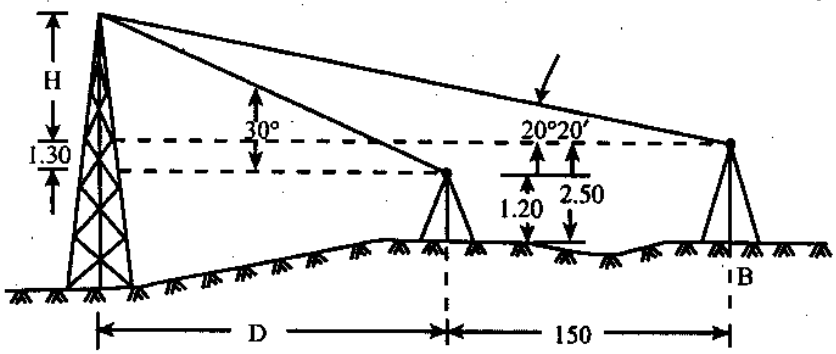
= 120.08 মিটার

টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর আর.এল = 120.08 + 2.25 + 108

= 230.33 মিটার

উদাহরণ-১১। A ও B দুটি বিন্দু হতে থিওডোলাইটের সাহায্যে একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে একজন সার্ভেয়ার নিচের তথ্যাদি পেলেন। A ও B হতে টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ যথাক্রমে ৩০° ও ২০° ২০′ A ও B স্টেশন যন্ত্রের অবস্থান হতে কলিমেশন রেখা পর্যন্ত উচ্চতা যথাক্রমে 1.20 ও 2.50 মিঃ। AB = 150 মিটার এবং A ও B উভয় স্টেশন টাওয়ারের একই দিকে অবস্থিত। (A স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব এবং B স্টেশন হতে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর উচ্চতা নির্ণয় কর)

[বাকাশিবো-২০০৮]



চিত্র ঃ ১৫.১৩

সমাধান ঃ ধরে নিই, A ও B স্টেশন সম এলিভেশনের ভূমিতে স্থাপিত।

অতএব, প্রশ্নানুসারে $S_1 = 1.20$ মিটার, $S_2 = 2.50$ মিটার

$\theta_1 = 30°$, $\theta_2 = 20°20'$

$AB = b = 150$ মিটার

A স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব,

$$D = \frac{b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2} = \frac{150\tan 20°20' - (1.20 - 2.50)}{\tan 30° - \tan 20°20'} = 275.11 \text{ মিটার}$$

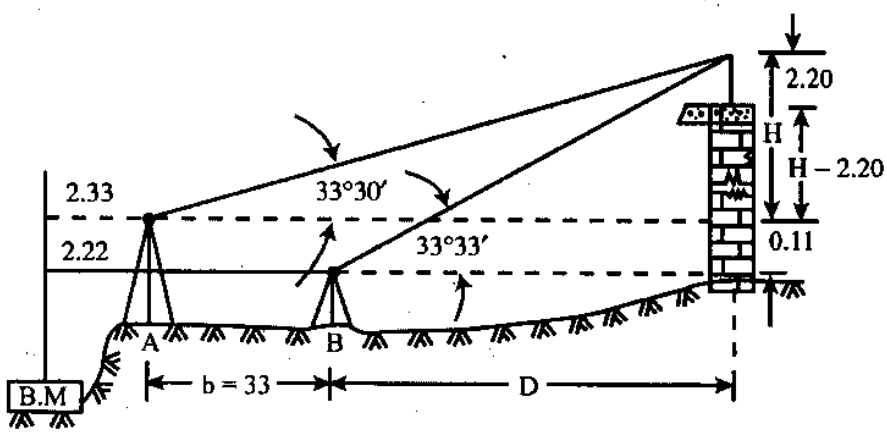
B স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষ হতে টাওয়ার শীর্ষের উল্লম্ব উচ্চতা,

$H = D.\tan\theta_1 - (S_2 - S_1) = 275.11 \tan 30° - (2.50 - 1.20) = 157.53$ মিটার

B স্টেশন হতে টাওয়ারের শীর্ষের উল্লম্ব উচ্চতা $= 157.53 + 2.50 = 160.03$ মিটার

উদাহরণ-১২। একটি বহুতলবিশিষ্ট ইমারতের উচ্চতা নির্ণয়কল্পে ইমারতের একটি পার্শ্ববর্তী এলাকায় A ও B বিন্দুতে পর্যায়ক্রমে যন্ত্র স্থাপন করে ইমারতের শীর্ষে স্থাপিত একটি বিজলি নিরোধক দণ্ডের (2.20 মিটার লম্বা) শীর্ষে উল্লম্ব কোণ যথাক্রমে 30°30′ ও 33°33′ পাওয়া গেল। একটি স্মারক বিন্দুর সাপেক্ষে যন্ত্রের উচ্চতা 2.33 মিটার ও 2.22 মিটার হলে যন্ত্রের A অবস্থান হতে ভবনটির উচ্চতা নির্ণয় কর, যখন AB = 33 মিটার। [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১৫.১৪

এখানে, $S_1 = 2.22$, $S_2 = 2.33$, $\theta_1 = 33°33'$, $\theta_2 = 30°30'$ এবং $b = 33$ মিটার

যন্ত্রের B অবস্থান হতে ইমারতের অনুভূমিক দূরত্ব,

$$D = \frac{b\tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2} = \frac{33\tan 30°30' - (2.22 - 2.33)}{\tan 33°33' - \tan 30°30'} = 263.83 \text{ মিটার}$$

A স্টেশনের যন্ত্রের অক্ষ হতে বিজলি নিরোধক দণ্ডের শীর্ষ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব,

$H = D\tan 33°33' - (S_2 - S_1)$

$= 263.83 \tan 33°33' - (2.33 - 2.22) = 174.85$ মিটার।

$H = (D + b)\tan\theta_2 = (263.83 + 33)\tan 30°30' = 174.85$ মিটার (নিরীক্ষিত)

A স্টেশন হতে ইমারতের উচ্চতা $= 2.33 + 174.85 - 2.20 = 174.98$ মিটার।

অনুশীলনী-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর মূলনীতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর মূলনীতিগুলো হলো–
(ক) সমতলিক জরিপভিত্তিক মূলনীতি ও (খ) জিওডেটিক জরিপভিত্তিক মূলনীতি।

২। **ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কী?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৮, ১৪]

উত্তর ঃ ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং একটি পরোক্ষ লেভেলিং পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন নিরূপণে ত্রিকোণমিতির সূত্র, উল্লম্ব কোণ ও অনুভূমিক দূরত্ব বা গড় সমুদ্রতলে জিওডেটিক দূরত্ব ব্যবহার করা হয়।

৩। **ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কোথায় এবং কেন করা হয়?** [বাকাশিবোদ-২০০৫, ০৬, ১১]

উত্তর ঃ কোন নির্ধারিত গড় সমুদ্রতল (MSL) হতে বহুদূরে বেঞ্চ মার্ক স্থাপনে, বন্ধুর পাহাড়ি অঞ্চলের বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ স্থানের এলিভেশন নির্ণয়ে, অগম্য স্থানের এলিভেশন নির্ণয়ে, সুউচ্চ টাওয়ার, মিনার ইত্যাদির শীর্ষের এলিভেশ নির্ণয়ে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং করা হয়। যেহেতু উপযুক্ত ক্ষেত্রগুলোতে সরাসরি লেভেলিং করা যায় না বা সরাসরি লেভেলিং করা দুসাধ্য ও কষ্টকর, তাই এ সকল ক্ষেত্রে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ত্রিকোণমিতিক জরিপের মূলনীতিগুলো বুঝিয়ে লেখ।** [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.১ দ্রষ্টব্য।

২। **নোটেশনসহ অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, দেখাও যে, $D = \frac{H}{\tan\theta}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **কোন কোন ক্ষেত্রে ত্রিকোমিতিক লেভেলিং ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.১ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের জন্য সূত্র প্রতিপাদন কর, যখন বস্তু ও স্টেশন একই উল্লম্ব তলে কিন্তু স্টেশনে যন্ত্রের উচ্চতা ভিন্ন ভিন্ন।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের জন্য সূত্র প্রতিপাদন কর, যখন বস্তু ও স্টেশন ভিন্ন উল্লম্ব তলে এবং ভিন্ন এলিভেশন অবস্থান করে।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। একই উল্লম্ব তলে সম এলিভেশনে A ও B বিন্দুর দূরত্ব 200 মিটার। বিন্দুদ্বয়ের মাঝে C বিন্দুতে একটি টাওয়ার শীর্ষে A স্টেশন হতে 65°10′ এবং B স্টেশন হতে 44°25′ উন্নতি কোণ পাওয়া গেল। টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 134.83 মি.]

৪। একটি উড়োজাহাজ স্থির অবস্থায় আকাশে দেখতে পেয়ে 14 ও 15 কিলোমিটারের দূরত্ব ফলকদ্বয় হতে দু' জন জরিপকর থিওডোলাইটের সাহায্যে এর উন্নতি কোন যথাক্রমে 60°15′30″ এবং 75°31′0″ মাপল। যন্ত্রের এলিভেশনে কোন পার্থক্য ছিল না এবং উড়োজাহাজটি দু' জরিপকরের মাঝে ছিল। উড়োজাহাজটি কত উঁচুতে ছিল? [**উত্তর ঃ** 1205.31 মি.]

৫। একটি নদীর প্রস্থ ও টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে একজন জরিপকর নিম্নের তথ্যাদি পেল। A ও B নদীর এ পাড়ে এবং C অপর পাড়ে (টাওয়ারের পাদমূল) একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত। AB = 30 মিটার, A ও B স্টেশন হতে টাওয়ারের শীর্ষে উন্নতি কোণ যথাক্রমে 40°25'10" এবং 60°15' এবং উভয় স্টেশন হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.95 ও 2.15 মিটার হলে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর আর.এল এবং B স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। বেঞ্চ মার্কের আর.এল 100.00। [উত্তর ঃ RL = 151.54 দূরত্ব 28.22] [বাকাশিবো-২০১২]

৬। দু'টি বৈদ্যুতিক টাওয়ারের মাঝে একই উল্লম্ব তলে 20 মিটার দূরবর্তী দু'টি স্টেশন হতে টাওয়ার দু'টির শীর্ষের উন্নতি কোণ যথাক্রমে 45°40 ও 35°15, এবং 40°15', 55°45' পাওয়া গেল। উভয় স্টেশন হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.00 ও 1.50 পাওয়া গেল। টাওয়ার দ্বয়ের শীর্ষবিন্দুর আর.এল. এদের মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্ব, এদের সংযোগকারী বৈদ্যুতিক তারের দৈর্ঘ্য (ঝুলন বিবেচ্য নয়) (BM=100.00) নির্ণয় কর।

[উত্তর ঃ RL_1 = 201.81, RL_2 = 127.78, দূরত্ব = 136.39 মি. তারের দৈর্ঘ্য 155.19 মি.)

৭। নিম্নের তথ্যাদি হতে P ও R বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব ও উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর। P,Q,R একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত।

স্টেশন	উন্নতি কোণ		মন্তব্য
	Q	R	P ও Q এর
P	20°50'	20°12'	অনুভূমিক দূরত্ব
Q	—	15°17'	50.00 মিটার

[উত্তর ঃ PR = 56.59, উচ্চতার পার্থক্য = 20.81 মি.)

৮। একটি বৈদ্যুতিক পোস্টের (E) উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। স্টেশন A ও B এবং পোস্ট E একই উল্লম্ব তলে নয়। A ও B এর মধ্যেবর্তী দূরত্ব 30 মিটার। <BAE = 80° (অনুভূমিক) <ABE = 85° (অনুভূমিক)। A ও B স্টেশন হতে পোস্টের শীর্ষ যথাক্রমে 24° ও 25° কোণ উৎপন্ন করে। A ও B স্টেশন হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (R.L= 70.00) উপর প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.32 এবং 0.50। পোস্টটির চূড়ার এলিভেশন নির্ণয় কর। যদি পোস্টটির পদমূলের আর.এল 68.00 হয় তবে পোস্টটির উচ্চতা কত? A স্টেশন হতে পোস্টটির অনুভূমিক দূরত্ব কত?

[উত্তর ঃ 123.73, 55.73, 115.47 মি.]

অধ্যায়-১৬

ঘের জরিপের নীতিমালা
(Principles of Traverse Survey)

১৬.১ ঘের (Traverse) ঃ

ট্রাভার্স স্টেশন দিয়ে অতিক্রমকারী নির্দিষ্ট দিক ও দৈর্ঘ্য মানের ধারাবাহিক সরল রেখা দ্বারা সৃষ্ট কাঠামোকে ঘের বা ট্রাভার্স বলা হয়। সহজে বলা যায় যে, ট্রাভার্স স্টেশনগুলোকে পরস্পরের সাথে ধারাবাহিকভাবে সরল রেখার সাহায্যে সংযোজিত করলে যে কাঠামো সৃষ্টি হবে, তা ঘের বা ট্রাভার্স। ঘেরের প্রতিটি সরল রেখাকে ঘেরের বাহু বলা হয়। ঘেরের বাহুগুলোর দিক ও দৈর্ঘ্যমান নির্ণয় করার প্রক্রিয়াকে ঘের জরিপ (Traverse survey) বলা হয়। সাধারণত কোণ পরিমাপক যন্ত্র-কম্পাস, থিওডোলাইট ইত্যাদির সাহায্যে বাহুগুলোর দিক এবং দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্র-শিকল, টেপ ইত্যাদির সাহায্যে বাহুগুলোর দৈর্ঘ্য মান নির্ণয় করা হয়। অধুনা ইলেকট্রনিক জরিপ যন্ত্র যেমন টোটাল স্টেশন, ইলেকট্রনিক ডিসট্যান্স মেজারার (EDM), গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম (GPS) ইত্যাদির সাহায্যে সহজেই ঘের জরিপ করা যায়। ঘেরকে দু' ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন–

(ক) বদ্ধঘের (Close traverse)

(খ) খোলা ঘের (Open traverse)।

(ক) বদ্ধঘের (Close traverse) ঃ এ জাতীয় ঘের কোন নির্দিষ্ট ট্রাভার্স স্টেশন হতে আরম্ভ হয়ে একটি বহুভুজ সৃষ্টি করে প্রারম্ভ স্টেশনে মিলে যায়।

ABCDEFGA একটি বদ্ধ ঘের (চিত্র ঃ ১৬.১)। এ জাতীয় ঘের সচরাচর জলাশয়, হ্রদ, জলাভূমি, কৃষি এলাকা, প্রকল্প এলাকা, বনভূমি ইত্যাদির সীমানা নির্ধারণে এবং কিস্তোয়ার জরিপে মৌজা সীমানা ইত্যাদি চিহ্নিতকরণে ব্যবহৃত হয়।

একটি বদ্ধঘেরের বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে দেওয়া হল ঃ

১। দক্ষিণায়ন ও উত্তরায়নের অন্তর ফল শূন্য হবে।

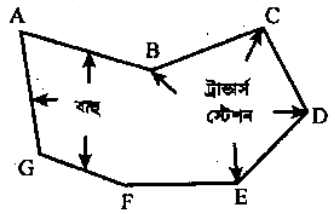
২। পূর্বায়ন ও পশ্চিমায়নের অন্তরফল শূন্য হবে।

৩। অন্তঃস্থ কোণের পরিমাণ হবে $(2n - 4) \times 90°$

৪। বহিস্থ কোণের পরিমাণ হবে $(2n + 4) \times 90°$

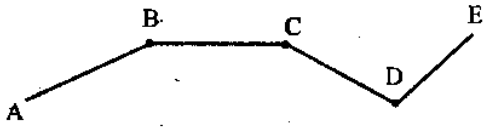
(n = ঘেরের বাহু সংখ্যা)

৫। $\sum L = 0$ এবং $\sum D = 0$ হবে।



চিত্র ঃ ১৬.১

(খ) খোলা ঘের ঃ এ জাতীয় ঘের কোন নির্দিষ্ট ট্রাভার্স স্টেশন হতে আরম্ভ হয় কিন্তু পুনরায় এটা প্রারম্ভ বিন্দুতে শেষ হয় না অর্থাৎ কোন বহুভুজ সৃষ্টি করে না। চিত্রঃ ১৬.২ এ ABCDE একটি খোলা ঘের। এ জাতীয় ঘের সাধারণত রাস্তা, নদী, সৈকত রেখা, উপকূলীয় রেখা ইত্যাদির অবস্থান নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ১৬.২

১৬.২ থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং এ মাঠের কাজের (সরেজমিনের কাজ) তালিকা (List of field works in theodolite traversing) ঃ

থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং এ করণীয় মাঠের কাজগুলোর পর্যায়ক্রমিক তালিকা নিচে দেয়া হলো–

(ক) পর্যবেক্ষণ বা তদন্ত জরিপ (Reconnaissance)

(খ) স্টেশন নির্বাচন, চিহ্নিতকরণ, সম্পর্ক নির্দেশকরণ (Selection, marking and referencing of station)

(গ) জরিপ রেখা পরিমাপকরণ (Measuring the survey lines)

(ঘ) জরিপতব্য এলাকার গুরুত্বপূর্ণ বস্তুগুলোর বিশদ পরিমাপ গ্রহণ (Picking up the details)

(ঙ) জরিপে প্রাপ্ত সকল তথ্যাদি লিপিবদ্ধকরণ (Booking of field notes)।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, মাঠে শিকল বা টেপের সাহায্যে প্রয়োজনীয় বাহুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা হয় এবং বাহুগুলোর দিক নির্ধারণের জন্য–

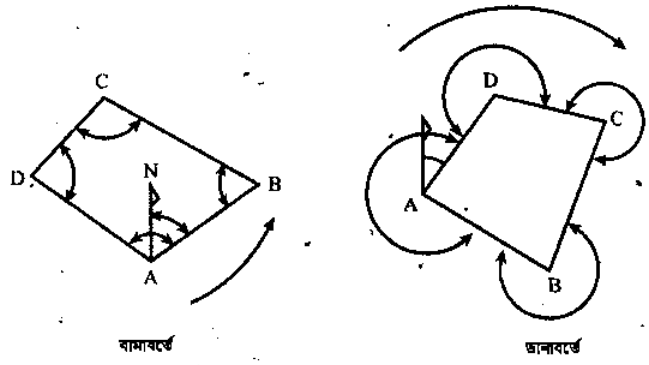
(ক) সন্নিহিত বাহুদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ
(অন্তঃস্থ কোণ, প্রত্যক্ষ বা ডানহাতি কোণ, প্রতিসরণ কোণ) বা

(খ) ঘেরের বাহুগুলোর বিয়ারিং মাপা হয়।

১৬.৩ অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতি ও প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতির দ্বারা ঘের দেয়া (Traversing by the method of include angle and dircet angle method) ঃ

নিচে অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতি ও প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতির দ্বারা ঘের দেয়ার প্রক্রিয়া আলোচনা করা হলো ঃ

(ক) অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে প্রথম রেখার বিয়ারিং মাপার পর ধারাবাহিকভাবে প্রত্যেকটি স্টেশনে সংযুক্ত বাহুদ্বয়ের মধ্যবর্তী অন্তর্ভুক্ত কোণ মাপা হয়। ঘের দেয়ার কাজ যদি বামাবর্তে হয় তবে অন্তঃস্থ কোণ আর যদি ডানাবর্তে হয় তবে বহিঃস্থ কোণ মাপা হয়। (চিত্রঃ ১৬.৩ক ও ১৬.৩খ)

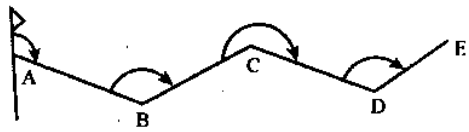


চিত্র ঃ ১৬.৩(ক-খ)

তবে ঘের দেয়ার কাজ বামাবর্তে হওয়াই উত্তম। অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতিটি বদ্ধঘেরের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

ঘের দেয়ার পদ্ধতি ঃ ABCD ক্ষেত্রটিকে ঘের দিতে হলে প্রথমে থিওডোলাইট A স্টেশনে বসিয়ে যথারীতি সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়নের পর বামাবর্তে হলে AB রেখার বিয়ারিং ও ∠DAB (অন্তঃস্থ) মাপতে হবে। কোণ মাপার কালে D বিন্দুর (D বিন্দুতে উল্লম্বভাবে পোঁতা পতাকা দণ্ডের) দিকে দুরবিন তাক করে উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করার পর যথানিয়মে দুরবিনকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে B বিন্দুকে সূক্ষ্মভাবে তাক করার পর উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করে ∠DAB কোণের পরিমাপ (গড়) গ্রহণ করতে হয়। এভাবে পর্যায়ক্রমে B, C, D বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে যথাক্রমে ∠ABC, ∠BCD, ∠CDA (অন্তঃস্থ) মাপতে হবে। ঘের দেয়ার কাজ ডানাবর্তে হলে প্রথমে A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে AD বাহুর বিয়ারিং ও ∠BAD (বহিঃস্থ কোণ) পরিমাপ করার পর যন্ত্রকে ধারাবাহিকভাবে D, C, B বিন্দুতে বসিয়ে যথাক্রমে ∠ADC, ∠DCB, ∠CBA (বহিঃস্থ) পরিমাপ করতে হয়। কোণ পরিমাপে সূক্ষ্মতার জন্য প্রত্যেক কোণকে তিনবার পুনরাবৃত্তি (Repetation) প্রক্রিয়ায় মেপে গড় ফল নেয়াই উত্তম। অতিসূক্ষ্ম ফলাফলের জন্য দুরবিনের মুখ পরিবর্তন করে প্রতি মুখী অবস্থায় তিনবার পুনরাবৃত্তি করে গড় কোণের মান গ্রহণ করা হয় এবং শিকল বা টেপের সাহায্যে বাহুর দৈর্ঘ্য মাপা হয়।

(খ) প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিটি খোলা ঘেরের ক্ষেত্রেই অধিক ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে প্রথম স্টেশনে (A) যন্ত্র বসিয়ে প্রারম্ভিক বাহুর বিয়ারিং মাপা হয়। (চিত্রঃ ১৬.৩ গ)



চিত্রঃ ১৬.৩গ

এরপর ধারাবাহিকভাবে B, C, D ইত্যাদি বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে পূর্বের রেখার (স্টেশনের) সাথে ভার্নিয়ারের শূন্য মিলিয়ে দুরবিনকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে সামনের স্টেশনের সাথে মিলিয়ে ভার্নিয়ারের পাঠদ্বয় গ্রহণ করে কোণের পরিমাণ নির্ণয় করা হয় এবং শিকল বা টেপের সাহায্যে বাহুর দৈর্ঘ্য মাপা হয়।

১৬.৪ ঘের নিরীক্ষাকরণ (Checking of traverse) ঃ

বদ্ধঘেরের নিরীক্ষা ঃ

বদ্ধঘেরের ক্ষেত্রে দু' ধরনের নিরীক্ষা হতে পারে–

(ক) কৌণিক মাপের নিরীক্ষা

(খ) রৈখিক মাপের নিরীক্ষা।

(ক) কৌণিক মাপের নিরীক্ষা ঃ

১। যে কোন বদ্ধঘেরের অন্তঃস্থ কোণের সমষ্টি = (2n–4) সমকোণ হবে।

২। যে কোন বদ্ধঘেরের বহিঃস্থ কোণের সমষ্টি = (2n+4) সমকোণ হবে।

৩। যে কোন বদ্ধঘেরের প্রতিসরণ কোণের বীজগাণিতিক সমষ্টি = ± 360° হবে (প্রতিসরণ কোণের ঘেরের ক্ষেত্রে)।

৪। সর্বশেষ বাহুর সম্মুখ বিয়ারিং = পশ্চাৎ বিয়ারিং ± 180° হবে।

[* n = ঘেরের বাহু সংখ্যা]

(খ) রৈখিক মাপের নিরীক্ষা ঃ

১। শিকল বা টেপের পরিমাপজনিত ত্রুটি নিরীক্ষা করার জন্য প্রতিটি বাহুকে বিভিন্ন দিনে সমান সূক্ষ্মতায় দু' বার বিপরীত দিক হতে পরিমাপ করা উচিত।

২। বদ্ধঘেরের সকল উত্তরায়ণের সমষ্টি সকল দক্ষিণায়নের সমষ্টির সমান হবে।

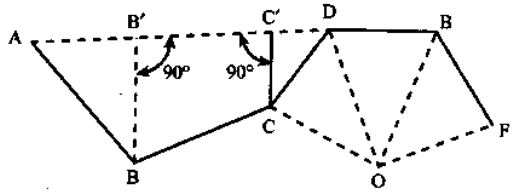
৩। বদ্ধঘেরের সকল পূর্বায়নের সমষ্টি সকল পশ্চিমায়নের সমষ্টির সমান হবে।

খোলা ঘেরের নিরীক্ষা ঃ

খোলা ঘেরের কোন কৌণিক নিরীক্ষা নেই। তবে তথ্যাদির মাঠের মাপসমূহ পরীক্ষা করার প্রক্রিয়া নিম্নে দেয়া হল–

১। কাজের অগ্রগতির মাঝে মাঝে বিরতি দিয়ে জ্যোতিষীয় পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে কোণের বিশুদ্ধতা নিরীক্ষা করা যায়।

২। খোলা ঘেরের মধ্যবর্তী কয়েকটি স্টেশনে কাট অফ লাইন টেনে বদ্ধঘেরের সৃষ্টি করে বদ্ধঘেরের ন্যায় বিশুদ্ধতা যাচাই করা যায় (চিত্র ঃ ১৬.৪)। AD কাট অফ রেখা।



চিত্র ঃ ১৬.৪

এখন AD এর দৈর্ঘ্য মেপে এবং ABCD কে বদ্ধঘের ধরে এ অংশের বিশুদ্ধতা যাচাই করা যায়।

৩। কোন গুরুত্বপূর্ণ বিন্দুর (O) সাথে বিভিন্ন স্টেশনের কাট অফ রেখা টেনে (চিত্রঃ ১৬.৪) এবং বিভিন্ন বিন্দুর বিয়ারিং জেনেও খোলা ট্রাভার্সের বিশুদ্ধতা নিরীক্ষা করা যায়। কাট অফ রেখাগুলোর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং হতে স্থানাঙ্ক হিসাব করেও খোলা ঘেরের বিশুদ্ধতা নিরীক্ষা করা যায়।

অনুশীলনী–১৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ঘের এর সংজ্ঞা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ ট্রাভার্স স্টেশন দিয়ে অতিক্রমকারী নির্দিষ্ট দিক ও দৈর্ঘ্য মানের ধারাবাহিক সরল রেখা দ্বারা সৃষ্ট কাঠামোকে ঘের বা ট্রাভার্স বলে।

২। **ঘেরকে কী কী ভাগে ভাগ করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর ঃ ঘেরকে (ক) বদ্ধঘের ও (খ) খোলা ঘের– এই দু'ভাগে ভাগ করা যায়।

৩। **একটি বদ্ধঘের ও একটি খোলা ঘেরের চিত্র আঁক।**

উত্তর ঃ চিত্র ১৬.১ ও ১৬.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **কী কী পদ্ধতিতে ঘের জরিপ করা হয়?**

উত্তর ঃ সচরাচর (ক) অন্তঃস্থ কোণ পদ্ধতি ও (খ) প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতিতে ঘের জরিপ করা হয়।

৫। **কোন ধরনের ঘের কোন পদ্ধতিতে দেয়া সহজ?**

উত্তর ঃ বদ্ধঘের অন্তঃস্থ কোণ পদ্ধতিতে এবং খোলা ঘের প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতিতে দেয়া সহজ।

৬। **কোন ধরনের ঘের কোন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ বদ্ধঘের সচরাচর জলাশয়, হ্রদ, জলাভূমি, কৃষি এলাকা, প্রকল্প এলাকা, বনভূমি ইত্যাদির সীমানা নির্ধারণে এবং কিস্তোয়ার জরিপে মৌজা সীমানা ইত্যাদি চিহ্নিতকরণে ব্যবহৃত হয়। খোলা ঘের সড়ক, রেলপথ, নদী, সৈকত রেখা, উপকূলীয় রেখা ইত্যাদির অবস্থান নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বদ্ধঘের ও খোলা ঘের সম্পর্কে সংক্ষেপে বুঝিয়ে লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.১ দ্রষ্টব্য।

২। **বদ্ধঘেরের কৌণিক নিরীক্ষাগুলো উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। **বদ্ধঘেরের রৈখিক নিরীক্ষাগুলো উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। **খোলা ঘেরের নিরীক্ষাগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.৪ দ্রষ্টব্য।

৫। **বদ্ধ ট্রাভার্সের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.১ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং এ মাঠের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপন কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.২ দ্রষ্টব্য।

২। **ঘের দেয়ার অন্তর্ভুক্ত কোণ পদ্ধতি ও প্রত্যক্ষ কোণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **বদ্ধ ও খোলা ঘের নিরীক্ষাকরণের প্রক্রিয়াগুলো বর্ণনা কর।** [বাকামিবো-২০০৯, ২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.৪ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১৭

ঘের অংকন
(Plotting a Traverse)

১৭.১ ঘের অংকন প্রক্রিয়া (Process of plotting a traverse) ঃ

প্রধানত দু'টি পদ্ধতিতে ঘের অংকন করা হয়, যথা--

(ক) কোণ এবং দূরত্ব পদ্ধতি (Angle and distance method)

(খ) স্থানাংক পদ্ধতি (Co-ordinate method)।

(ক) কোণ এবং দূরত্ব পদ্ধতি ঃ

এ পদ্ধতিটি ছোটখাটো ক্ষেত্রের ঘের অংকনে ব্যবহৃত হয়। এতে স্কেল ও চাঁদার সাহায্যে থিওডোলাইটের ঘের অংকন করা যায়। এ পদ্ধতি স্থানাংক পদ্ধতির তুলনায় কম সূক্ষ্ম। এ পদ্ধতিতে কোণ মাপার জন্য নিম্নের পদ্ধতিগুলো ব্যবহৃত হয় ঃ

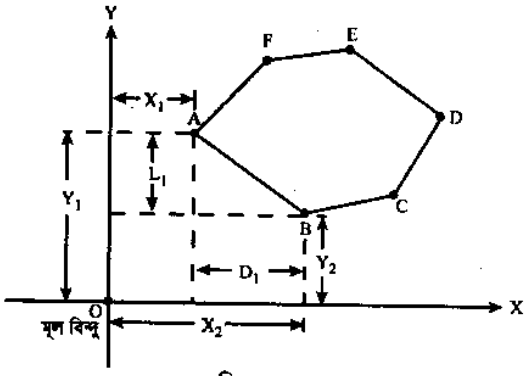
(i) **চাঁদার সাহায্যে (By protractor) ঃ** এ পদ্ধতিতে সরাসরি চাঁদার সাহায্যে প্রত্যক্ষ কোণ, প্রতিসরণ কোণ, বিয়ারিং বা আজিমাথ ইত্যাদি পরিমাপ করে ঘের অংকন করা হয়। বড় আকারের চাঁদার সাহায্যে (40 সেমি - 60 সেমি ব্যাসের) 10′ বা 15′ কোণ মাপা যায়। জরিপ রেখা অংকনের ক্ষেত্রে সাধারণত বড় আকারের চাঁদা ব্যবহার করতে হয়।

(ii) **স্পর্শক পদ্ধতি (By tangent method) ঃ** এ পদ্ধতিতে কোণ না মেপে ত্রিকোণমিতির সূত্রের সাহায্যে লম্ব = ভূমি × tanθ ব্যবহার করে ভূমির প্রান্তে লম্ব আকা হয়। এভাবে প্রাপ্ত শীর্ষবিন্দুর (লম্বের) সাথে ভূমির প্রারম্ভ বিন্দু যোগ করলে θ কোণে ঈপ্সিত রেখা পাওয়া যায়।

(iii) **জ্যা পদ্ধতি (By chord method) ঃ** এটি একটি জ্যামিতিক প্রক্রিয়া। এ পদ্ধতিতে কোন রেখার সাথে θ কোণে অন্য কোন রেখা স্থাপনের জন্য কৌণিক বিন্দু হতে যে কোন ব্যাসার্ধের (r) একটি বৃত্তচাপ আকা হয়। বৃত্তচাপটি প্রথমোক্ত রেখাটিকে যে বিন্দুতে ছেদ করে ঐ বিন্দুতে ($r' = 2r \sin\frac{\theta}{2}$) r' ব্যাসার্ধে ঐ বৃত্তচাপের উপর অপর বৃত্তচাপ আকলে বৃত্তচাপদ্বয়ের ছেদবিন্দু ও স্টেশন বিন্দু যোগ করলে θ কোণে রেখাটি অবস্থান করবে। তবে রেখাদ্বয়ের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90° বা তার বেশি হলে এ পদ্ধতি ব্যবহার না করাই উত্তম।

(খ) স্থানাঙ্ক পদ্ধতি (By co-ordinate method) ঃ ঘের অংকনে অন্যান্য পদ্ধতির তুলনায় স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতেই বিশুদ্ধভাবে ঘের আকা যায়। এ পদ্ধতিতে ঘেরের বিভিন্ন স্টেশন বিন্দুর অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের স্থানাঙ্ক হিসাব করে আয়তাকার স্থানাঙ্ক (Rectangular co-ordinate) প্রক্রিয়ায় ট্রাভার্স অংকন করা হয়। বিভিন্ন স্টেশন এর স্থানাঙ্ক হিসাবকালে ধারাবাহিকভাবে পূর্ববর্তী স্টেশনের তুলনায় পরবর্তী স্টেশনের স্থানাঙ্ককে ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক (Consecutive co-oridinate) এবং কোন মূলবিন্দু বা স্টেশনের সাপেক্ষে অন্য কোন স্টেশনের স্থানাঙ্ককে ঐ স্টেশনের স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক (Independent co-ordinate) বলা হয়।

ধরে নিই নিচের ABCDEF ঘেরটির AB বাহুটির A স্টেশনের সাপেক্ষে B স্টেশনের স্থানাঙ্ক (+) D_1 এবং (–) L_1; অর্থাৎ যেহেতু প্রাথমিক বিন্দু A এবং সমাপ্তি বিন্দু B তাই মানদ্বয়



চিত্র ঃ ১৭.১

AB রেখার B বিন্দুর ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক (+/– চিহ্নসহ)। তাছাড়া মানদ্বয় B বিন্দুর দ্রাঘিমাংশ ও অক্ষাংশের মানের সমান। আবার O মূলবিন্দুর সাপেক্ষে B বিন্দুর স্থানাঙ্ক X_2Y_2। এই X_2, Y_2 স্থানাঙ্ক B বিন্দুর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক। স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ককে মোট স্থানাঙ্ক (total co-ordinates)-ও বলা হয়।

ঘের এর যে কোন স্টেশনের স্বতন্ত্র অক্ষাংশ = প্রারম্ভিক স্টেশনের স্বতন্ত্র অক্ষাংশ + ঐ স্টেশন পর্যন্ত সকল বাহুর অক্ষাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি।

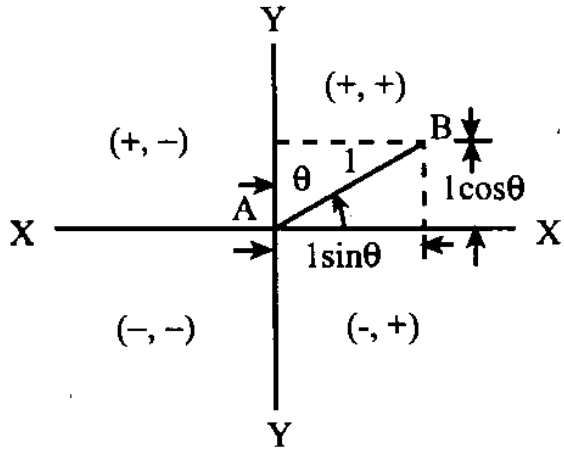
ঘের এর যে কোন স্টেশনের স্বতন্ত্র দ্রাঘিমাংশ = প্রারম্ভিক স্টেশনের স্বতন্ত্র দ্রাঘিমাংশ + ঐ স্টেশন পর্যন্ত সকল বাহুর দ্রাঘিমাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি।

* কোন ঘের অঙ্কনের সুবিধার জন্য প্রচলিত প্রথায় মূলবিন্দু হতে ঘেরের প্রারম্ভিক বিন্দুর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক এমনভাবে ধরে নেয়া হয় যেন সকল স্থানাঙ্কের মান যোগবোধক পাওয়া যায় অর্থাৎ পুরো ঘেরটি প্রথম কোয়াড্রেন্টে অঙ্কিত হয়।

কোন জরিপ রেখার অক্ষাংশ (latitude = L) বলতে উত্তর-দক্ষিণ রেখার (সত্যিকার উত্তর রেখা, চুম্বকীয় উত্তর রেখা বা ধরাকৃত উত্তর রেখা) সমান্তরালে ঐ রেখার কো-অর্ডিনেট দৈর্ঘ্য বা দূরত্ব বুঝায় এবং কোন জরিপ রেখার দ্রাঘিমাংশ (Departure= D) বলতে উত্তর-দক্ষিণ রেখার সাথে লম্বভাবে (অর্থাৎ পূর্ব/পশ্চিমে) ঐ রেখার কো-অর্ডিনেট দৈর্ঘ্য বা দূরত্ব বুঝায়। উত্তরমুখী মাপ উত্তরায়ন (Northing) কে যোগবোধক, দক্ষিণমুখী মাপ বা দক্ষিণায়নকে (Southing) বিয়োগবোধক, পূর্বমুখী মাপ বা পূর্বায়নকে (Easting) যোগবোধক, পশ্চিমমুখী মাপ বা পশ্চিমায়নকে (Westing) বিয়োগবোধক ধরা হয়।

কোন রেখার অক্ষাংশ হিসাব করার জন্য ঐ রেখার দৈর্ঘ্যকে (ℓ) এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং (θ) এর কোসাইন (cosine) মান দিয়ে এবং দ্রাঘিমাংশ হিসাব করার সমদৈর্ঘ্যকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর সাইন (sine) মান দিয়ে গুণ করতে হয়। অর্থাৎ অক্ষাংশ = $\ell\cos\theta$ এবং দ্রাঘিমাংশ = $\ell\sin\theta$ । ঘের অংকনের জন্য আয়তাকার স্থানাঙ্ক প্রক্রিয়ায় উত্তর রেখার সমান্তরালে Y – Y এবং এর সমকোণে X – X অক্ষ টেনে অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশের ভিত্তিতে ঘের স্টেশন বিন্দু চিহ্নিত করা হয়। এ রেখাদ্বয়কে (X – X ও Y – Y) স্থানাঙ্ক অক্ষ এবং এদের ছেদবিন্দুকে মূলবিন্দু (O) বলা হয়। (মূলবিন্দু ঘেরের স্টেশন হতে পারে আবার নাও হতে পারে।)

ধরে নিই, AB রেখার দৈর্ঘ্য ℓ এবং হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta°$ N.E. তাহলে B স্টেশনের অবস্থান নিম্নরূপ হবে ঃ (চিত্রঃ ১৭.১)

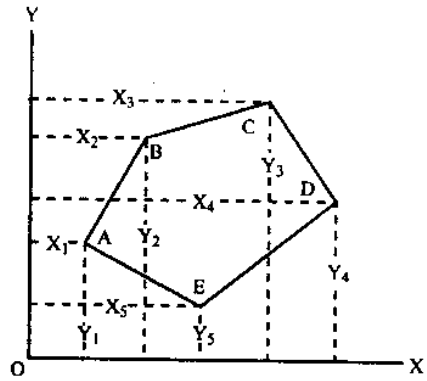


চিত্রঃ ১৭.২

এখন, ABCDEA বদ্ধঘেরটির অঙ্কন প্রক্রিয়া দেখানো হল। (চিত্র ১৭.৩)

প্রথমে ABCDEA ঘেরটির সকল বাহুর অক্ষাংশ ($\ell\cos\theta$) ও দ্রাঘিমাংস ($\ell\sin\theta$) এর মান নির্ণয় করতে হবে এবং ঘের অংকনের জন্য মূলবিন্দু (O) হতে ঘেরের প্রারম্ভ বিন্দুর স্বতন্ত্র স্থানকে এমনভাবে ধরে নিতে হবে যেন সকল স্টেশনের স্থানাঙ্ক যোগবোধক হয়। ধরা যাক ঘেরটির বিভিন্ন স্টেশনের স্থানাঙ্কগুলো হল– $A(X_1\ Y_1)$, $B(X_2\ Y_2)$, $C(X_3\ Y_3)$, $D(X_4\ Y_4)$, $E(X_5\ Y_5)$। এবার মূল বিন্দুগামী উত্তর রেখা OY এবং এর সহিত লম্বভাবে পূর্ব-পশ্চিমে OX অক্ষরেখা টানতে হবে। এখন OX এ X_1 এবং OY এ Y_1 এর

মান নিয়ে প্রারম্ভ বিন্দু A চিহ্নিত করতে হবে। একই ভাবে X_2 ও Y_2 মানে B স্টেশন এবং অন্যান্য স্টেশনের স্বতন্ত্র স্থানাঙ্কের নাম নিয়ে ধারাবাহিকভাবে C, D, E স্টেশন বিন্দু চিহ্নিত করে ধারাবাহিকভাবে স্টেশন বিন্দুগুলি AB, BC.... EA রেখায় সংযোজিত করলে ABCDEA বদ্ধঘেরটি পাওয়া যাবে।



চিত্র ঃ ১৭.৩

১৭.২ ঘেরের কোণ হতে বিয়ারিং নিরূপণ (Calculation of bearing from angles of traverse) ঃ

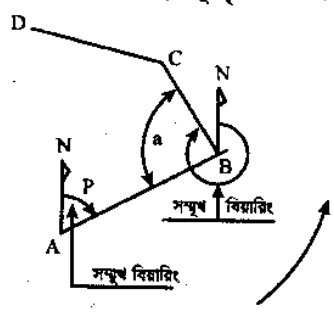
উত্তর রেখা হতে ডানাবর্তে কোন রেখা পর্যন্ত অনুভূমিক কোণকে বিয়ারিং বলা হয়। এগুলোকে পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (Whole circle bearing)-ও বলা হয়। এগুলোর মান 0° হতে 360° পর্যন্ত হতে পারে। সরাসরি সরজমিনে কৌণিক যন্ত্রের (কম্পাস, থিওডোলাইট ইত্যাদি) সাহায্যে এগুলো মাপা হয়।

সরজমিনে পরিমাপকৃত কোণগুলোর ত্রিকোণমিতিক মান সহজতরভাবে লগ টেবিল হতে গ্রহণের নিমিত্তে উত্তর-দক্ষিণ রেখার সাথে সম্পর্কিত দিকনির্দেশ সহ 0° হতে 90° এর মধ্যে রূপান্তরিত করা হয়। মাঠে প্রাপ্ত বিয়ারিং অর্থাৎ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিংকে দিকের উদ্ধৃতিসহ 0° হতে 90° এর মধ্যে আনয়ন করা বিয়ারিংকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং (Reduced Bearing) বলা হয়। [পরবর্তী অনুচ্ছেদে পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিংকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং এ রূপান্তরের প্রক্রিয়া দেয়া আছে, টেবিল-১)

কোন ঘের দেয়ার সময় সাধারণত প্রারম্ভিক স্টেশনের প্রারম্ভিক বাহুর পূর্ণবৃত্ত সম্মুখ বিয়ারিং এবং পরবর্তী বিভিন্ন স্টেশনে পর্যায়ক্রমে সন্নিহিত বাহুদ্বয়ের অন্তঃস্থ বা বহিঃস্থ কোণের পরিমাপ নেয়া হয়। যেহেতু প্রধানত ঘের প্লট করার জন্য অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের হিসাব করতে হয়, তাই প্রতিটি বাহুরই বিয়ারিং জানার দরকার হয়। একটি ঘেরের কমপক্ষে একটি বাহুর বিয়ারিং জানা থাকলে অন্যান্য তথ্যাদির ভিত্তিতে ঘেরের বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং হিসাব করা যায়। নিম্নে ঘেরের বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং নির্ণয় করার নিয়ম দেয়া হল–

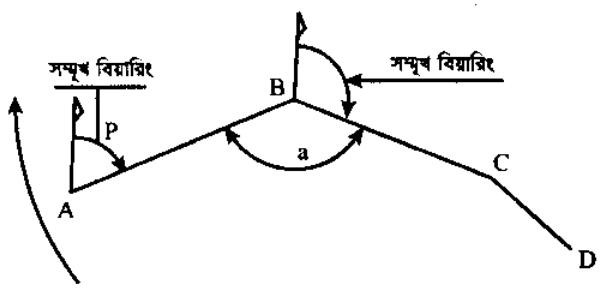
১। ঘেরটি যদি বামাবর্তে হয় ঃ (চিত্রঃ ১৭.৪)

ধরে নিই, AB বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং P এবং AB ও BC বাহুর অন্তঃস্থ কোণ a হয় তবে BC বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং হবে P + a ± 180° অর্থাৎ বামাবর্তের ঘেরের ক্ষেত্রে কোন বাহুর জ্ঞাত সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং এর সাথে উক্ত বাহু ও তৎপরবর্তী বাহুর অন্তঃস্থ কোণের সমষ্টির সাথে ± 180° করলে পরবর্তী বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পাওয়া যায়।



চিত্র ঃ ১৭.৪

২। ঘেরটি যদি ডানাবর্তে হয় ঃ (চিত্রঃ ১৭.৫)।



চিত্রঃ ১৭.৫

ধরে নিই, AB বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং P এবং AB ও BC বাহুর অন্তঃস্থ কোণ a হয় তবে BC বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং হবে $P - a \pm 180°$ অর্থাৎ ডানাবর্তের ঘেরের ক্ষেত্রে কোন বাহুর জ্ঞাত সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং হতে উক্ত বাহু ও তৎপরবর্তী বাহুর অন্তঃস্থ কোণের অন্তরফল $\pm 180°$ নিলে পরবর্তী বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পাওয়া যায়।

এখানে উল্লেখ্য যে–

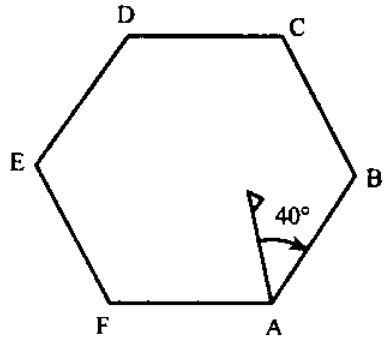
★ বামাবর্তের ক্ষেত্রে $(P + a)$ এবং ডানাবর্তের ক্ষেত্রে $(P - a)$ এর মান $180°$ এর অধিক হলে $\pm 180°$ স্থলে '–' $180°$ এবং $180°$ এর কম হলে '+' $180°$ নিতে হবে।

★ উক্ত হিসাবে কোন রেখার সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $360°$ এর অধিক হলে $360°$ বিয়োগ করলে উক্ত রেখার সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পাওয়া যাবে।

★ যদি অন্তঃস্থ কোণের পরিবর্তে বহিঃস্থ কোণ দেয়া থাকে তবে বামাবর্তের ঘেরের জন্য ডানাবর্তের নিয়ম (অর্থাৎ $P - a \pm 180°$) এবং ডানাবর্তের ঘেরের জন্য বামাবর্তের নিয়ম (অর্থাৎ $P + a \pm 180°$) প্রয়োগ করলে পরবর্তী বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পাওয়া যাবে।

উদাহরণ-১। একটি সুষম ষড়ভুজ ABCDEF এর AB বাহু বিয়ারিং (বামাবর্তের ঘেরের ক্ষেত্রে) 40° এবং AF বাহুর বিয়ারিং (ডানাবর্তের ঘেরের জন্য) 280° হলে অন্যান্য বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান ঃ (চিত্র ঃ ১৭.৬)



চিত্রঃ ১৭.৬

ষড়ভুজটির প্রতিটি অন্তঃস্থ কোণ

$$= \frac{(2 \times 6 - 4)90°}{6} = 120°$$

বামাবর্তের ঘেরের জন্য

AB রেখার বিয়ারিং . . . . . = 40° (প্রদত্ত)

BC রেখার বিয়ারিং = (P + a ± 180°) = (40° + 120° + 180°) = 340°

CD রেখার বিয়ারিং = (340° + 120° –180°) = 280°

DE রেখার বিয়ারিং = (280° + 120° – 180°) = 220°

EF রেখার বিয়ারিং = (220° + 120° – 180°) = 160°

FA রেখার বিয়ারিং = (160° + 120° – 180°) = 100°

AB রেখার বিয়ারিং = (100° + 120° – 180°) = 40° (যাচাইকৃত)

ডানাবর্তের ঘেরের জন্য

AF বাহুর বিয়ারিং = 280° (প্রদত্ত)

FE বাহুর বিয়ারিং = (P – a ± 180°) = 280° – 120° + 180° = 340°

ED বাহুর বিয়ারিং = 340° – 120° – 180° = 40°

DC বাহুর বিয়ারিং = 40° – 120° + 180° = 100°

CB বাহুর বিয়ারিং = 100° – 120° + 180° = 160°

BA বাহুর বিয়ারিং = 160° – 120° + 180° = 220°

AF বাহুর বিয়ারিং = 220° – 120° + 180° = 280° (যাচাইকৃত)

উদাহরণ-২। বামাবর্তে ঘের দেয়া ABCDEFGA বহুভুজটির AB রেখার বিয়ারিং 60° এবং অন্তঃস্থ কোণ ∠ABC = 110°, ∠BCD = 120°, ∠CDE = 115° ,∠DEF = 125°, ∠EFG = 116°, ∠FGA = 112° এবং ∠GAB = 202° হলে বহুভুজটির বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

AB বাহুর বিয়ারিং = ... = 60° (প্রদত্ত)

BC বাহুর বিয়ারিং = P + a ±180° = 60° + 110° + 180° = 350°

CD বাহুর বিয়ারিং = 350° + 120° – 180° = 290°

DE বাহুর বিয়ারিং = 290° + 15° – 180° = 225°

EF বাহুর বিয়ারিং = 225° + 125° – 180° = 170°

FG বাহুর বিয়ারিং = 170° + 116° – 180° = 106°

GA বাহুর বিয়ারিং = 106° + 112° – 180° = 38°

AB বাহুর বিয়ারিং = 38° + 202° – 180° = 60° (যাচাইকৃত)

উদাহরণ-৩। ডানাবর্তে ঘের দেয়া ABCDE ক্ষেত্রটির বহিঃস্থ কোণ ∠ABC = ∠BCD = ∠CDE = ∠DEA = 250° যদি AB বাহুর বিয়ারিং 30° হয় তবে অন্যান্য বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ যেহেতু বহিঃস্থ কোণ দেয়া আছে এবং ঘেরটি ডানাবর্তে, তাই P + a ± 180 নিয়মে বিয়ারিং নির্ণয় করা যাবে।

∠EAB = (2 × 5 + 4) – 250° × 4 = 260°

AB বাহুর বিয়ারিং . . . . . = 30°

BC বাহুর বিয়ারিং = P + a ± 180° = 30° + 250° – 180° = 100°

CD বাহুর বিয়ারিং = 100° + 250° – 180° = 170°

DE বাহুর বিয়ারিং = 170° + 250° – 180° = 240°

EA বাহুর বিয়ারিং = 240° + 250° – 180° = 310°

AB বাহুর বিয়ারিং = 310° + 260° – 180° = 390°

অর্থাৎ 390° – 360° = 30° (যাচাইকৃত)

উদাহরণ-৪। একটি সুষম ষড়ভুজের 'কখ' বাহুর বিয়ারিং কত হলে বামাবর্তের ঘেরের জন্য 'খগ' বাহুর বিয়ারিং ৩৫০° হবে?

[বাকাশিবো-২০১৩]

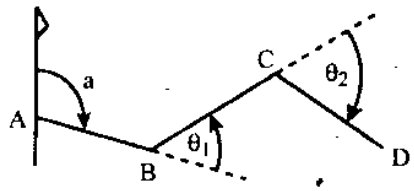
সমাধান: সুষম ষড়ভুজের প্রত্যেকটি অন্তস্থ কোণ, $a = \frac{(2n-4)\times 90°}{6} = \frac{(2\times 6-4)\,90°}{6} = 120°$

'খগ' রেখার বিয়ারিং = 'কখ' রেখার বিয়ারিং + $a \pm 180°$

$\because$ কখ রেখার বিয়ারিং $= 350° - 120° \pm 180°$

$= 50°$

ঘেরের বিভিন্ন বাহুর সরণ কোণের সাহায্যেও বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে কোন বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পূর্ববর্তী বাহুর সম্মুখ পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং ± উক্ত বাহুর সরণ কোণ। (চিত্রঃ ১৭.৭)।



চিত্র ঃ ১৭.৭

AB বাহুর বিয়ারিং = ... = a

BC বাহুর বিয়ারিং = AB বাহুর বিয়ারিং ± সরণ কোণ = $(a - \theta_1)$

CD বাহুর বিয়ারিং = $(a - \theta_1) + \theta_2$

★ সরণ কোণ ডানাবর্তে হলে '+' এবং বামাবর্তে হলে ' −' চিহ্ন হবে।

★ ঋণাত্মক ফল পাওয়া গেলে 360° যোগ এবং যোগফল 360° এর অধিক হলে 360° বিয়োগ করলে পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং পাওয়া যাবে।

উদাহরণ-৫। খোলা ঘেরের মাধ্যমে একটি খালের অ্যালাইনমেন্ট দিতে গিয়ে AB রেখার বিয়ারিং 100° এবং BC ও CD এর সরণ কোণ যথাক্রমে 30° (বাম) এবং 70° (ডান) আবর্তে পাওয়া গেল। BC ও CD বাহুর বিয়ারিং কত?

সমাধান: AB রেখার বিয়ারিং = 100°

BC রেখার বিয়ারিং = 100° − 30° = 70°

CD রেখার বিয়ারিং = 70° + 70° = 140°

উদাহরণ-৬। নিচে একটি ট্রাভার্স ABCDEF এর অন্তঃস্থ কোণ দেওয়া আছে। যদি AB রেখার বিয়ারিং 336° হয় তবে অন্যান্য রেখার বিয়ারিং নির্ণয় কর। ∠A = 196°34′53″, ∠B = 99°23′14″, ∠C = 115°21′53″, ∠D = 119°22′53″, ∠D = 79°17′34″, ∠F = 109°59′33″.

[বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান: মনে করি, ঘেরটি বামাবর্তে দেওয়া আছে।

AB রেখার বিয়ারিং = 336° (প্রদত্ত)

BC রেখার বিয়ারিং = $P + a \pm 180°$

$= 336° + 99°23'14'' - 180° = 255°23'14''$

CD রেখার বিয়ারিং = $255°23'14'' + 115°21'53'' - 180° = 190°45'7''$

DE রেখার বিয়ারিং = $190°45'7'' + 119°22'53'' - 180° = 130°8'0''$

EF রেখার বিয়ারিং = $130°8'0'' + 79°17'34'' - 180° = 29°25'34''$

FA রেখার বিয়ারিং = $29°25'34'' + 109°59'33'' - 180° = 319°25'7''$

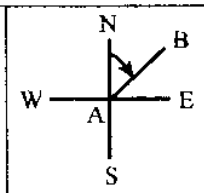
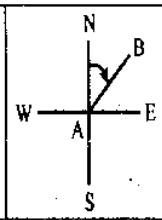
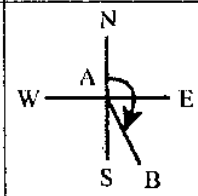
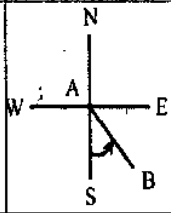
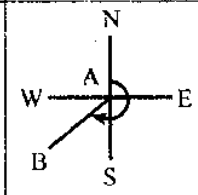
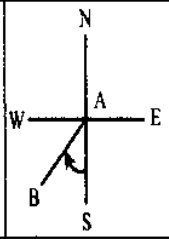
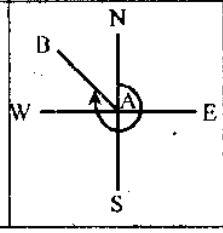
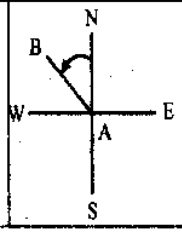
AB রেখার বিয়ারিং = $319°25'7'' + 196°34'53'' - 180°$

= 336° (যাচাইকৃত)

১৭.৩ ঘেরের স্থানাঙ্ক নিরূপণ (Computation of co-ordinates of traverse) ঃ

কোন ঘেরের কোন বাহুর বা স্টেশনের স্থানাঙ্ক নিরূপণে অক্ষাংশ (L) ও দ্রাঘিমাংশের (D) মান ব্যবহৃত হয় এবং বিভিন্ন বাহুর অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ নির্ণয়ের জন্য বাহুর দৈর্ঘ্য (ℓ) ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং (θ) জানার দরকার হয়। পূর্বেই আমরা জেনেছি যে, কোন বাহুর অক্ষাংশ $L = \ell\cos\theta$ এবং দ্রাঘিমাংশ $D = \ell\sin\theta$ । যেহেতু হ্রাসকৃত বিয়ারিং কোন বাহুর অবস্থিতির দিক নির্দেশ করে, কাজেই কোন কোয়াড্রেন্টে (Quadrant) অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হবে তা হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর কোয়াড্রেন্টের উপর নির্ভর করে। নিচের টেবিলে (টেবিল ১) মাঠে সরাসরি প্রাপ্ত পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিংকে হ্রাসকৃত বিয়ারিংকরণ, হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর কোয়াড্রেন্ট এবং অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের ধরন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) দেখানো হলো।

টেবিল-১

পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (W.C.B) (α)		হ্রাসকৃত বিয়ারিং (R.B) (θ)		দিক	কোয়াড্রেন্ট	অক্ষাংশ $\pm L$ N(+)/S(−)	দ্রাঘিমাংশ $\pm D$ E(+)/W(−)
0° হতে 90°		0° হতে 90°		N/E	১ম	+ L	+ D
90° হতে 180°		180° – W.C.B		S/E	২য়	– L	+ D
180° হতে 270°		W.C.B – 180°		S/W	৩য়	– L	– D
270° হতে 360°		360°– W.C.B		N/W	৪র্থ	+ L	– D

[● যখন লগ টেবিল ব্যবহারের মাধ্যমে বিভিন্ন ত্রিকোণমিতিক কোণের মান নির্ণয় করতে হতো তখন মাঠে প্রাপ্ত বিয়ারিং (W.C.B) কে হ্রাসকৃত বিয়ারিং (R.B) এ রূপান্তর করার প্রয়োজন হতো। বর্তমানে ইলেকট্রনিক ক্যালকুলেটর এর যুগে সাধারণ ক্যালকুলেটরেও পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (W.C.B) হতে সরাসরি চিত্রসহ (+ / –) অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের মান পাওয়া যায় বিধায় হ্রাসকৃত বিয়ারিং না করেও সরাসরি অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের মান নির্ণয় করা যায়। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (α) ব্যবহারে অক্ষাংশ, $\pm L = \ell\cos\alpha$ এ দ্রাঘিমাংশ, $\pm D = \ell\sin\alpha$ হবে।]

*** পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর পার্থক্য ঃ**

পার্থক্যের বিষয়	পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং	হ্রাসকৃত বিয়ারিং
১। সংজ্ঞা	১। সরজমিনে প্রাপ্ত বিয়ারিংই পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং।	১। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং হতে নিয়মমাফিক হিসেব করে নির্ণীত বিয়ারিংই হ্রাসকৃত বিয়ারিং।
২। পরিমাণ	২। 0° হতে 360° হতে পারে।	২। 0° হতে 90° এর মধ্যে হবে।
৩। দিক	৩। দিকের উল্লেখ থাকবে না।	৩। দিকের উল্লেখ থাকবে।
৪। মান নির্ণয়করণ	৪। সরাসরি নির্ণয় করা অপেক্ষাকৃত জটিল।	৪। সহজ।
৫। পরিমাপের যন্ত্র	৫। সচরাচর প্রিজমেটিক কম্পাস, থিওডোলাইট।	৫। সার্ভেয়ারস্ কম্পাস।

উদাহরণ হিসেবে উপর্যুক্ত টেবিল-১ ও মাঠে প্রাপ্ত AB, BC, CD, DE বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং (টেবিল-২) এর মাধ্যমে AB, BC, CD, DE বাহুর ধারাবাহিক ও স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক নিরূপণের প্রক্রিয়া হ্রাসকৃত বিয়ারিং ব্যবহার করে টেবিল-৩ এবং পূর্ণ বিয়ারিং ব্যবহার করে টেবিল-৪ এ দেখানো হলো।

টেবিল-২

মাঠে প্রাপ্ত তথ্য

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং
AB	230	30°25′
BC	150	170°15′
CD	38°	201°10′
DE	415	305°10′

টেবিল-৩

১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	১০	১১	
বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ) মি.	পূর্ণ বৃত্ত বিয়ারিং	হ্রাসকৃত বিয়ারিং (θ)	দিক	ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক				স্টেশন	স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক	
					অক্ষাংশ $L = l\cos\theta$		দ্রাঘিমাংশ $D = l\sin\theta$			N	E
					N (+)	S (−)	E (+)	W (−)	A	400	400
										ধরাকৃত	ধরাকৃত
AB	230	30°25′	30°25′	N/E	198.34		116.45		B	598.34′	516.45
BC	150	170°15′	9°45′	S/E		147.83	25.40		C	450.51	541.85
CD	380	201°10′	21°10′	S/W		354.34		137.21	D	96.15	404.64
DE	415	305°10′	54°50′	N/W	239.02			339.25	E	335.17	65.39

টেবিল-৪

বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ) মিটার	পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (α)	ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক		স্টেশন	স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক	
			অক্ষাংশ $\ell\cos\alpha$ N(+)/S(−)	দ্রাঘিমাংশ $\ell = \sin\alpha$ (E(+)/W(−)		N	E
					A	400.00	400.00
AB	230	30°25′	(+) 198.34	(+) 116.45	B	598.34	516.45
BC	150	170°15′	(−) 147.83	(+) 25.40	C	450.51	541.85
CD	380	201°10′	(−) 354.34	(−) 137.21	D	96.15	404.64
DE	415	305°10′	(+) 239.02	(−) 339.25	E	335.17	65.39

১৭.৪ বৌডিচের নিয়ম এবং ট্রানজিট নিয়ম (Bowditche's rule and transit rule) ঃ

কোন ঘেরের মিলন ভ্রান্তি নিয়মতান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় মুক্ত করাকে ঘের সমতাকরণ বলা হয়।

স্থানাঙ্ক হিসাবে মোট উত্তরায়ন ও মোট দক্ষিণায়নের পার্থক্য এবং মোট পূর্বায়ন ও মোট পশ্চিমায়নের পার্থক্য হতে মিলন ভ্রান্তির পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। যদি জরিপকালে এক বা একাধিক বাহুতে অসতর্কতার জন্য পরিমাপগত কারণে উক্ত ভ্রান্তির সৃষ্টি হয়ে থাকে, তবে উক্ত ভ্রান্তি ঐ এক বা একাধিক বাহুর অক্ষাংশে ও দ্রাঘিমাংশে সংশোধন করা যাবে। আর যদি সকল বাহুর পরিমাপ সমসূক্ষ্মতায় ও সমসতর্কতায় করা হয়ে থাকে, তবে নিম্নের নিয়মগুলো অনুসরণে সাধারণত অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের সংশোধন করা যায়।

(ক) বৌডিচের নিয়ম (Bowditche's rule)

(খ) ট্রানজিট নিয়ম (Transit rule)

(গ) সাধারণ নিয়ম

(ঘ) গ্রাফিক্যাল পদ্ধতি (Graphical method)

(ঙ) অক্ষ পদ্ধতি (Axis method)।

আমরা এখানে প্রথমোক্ত নিয়ম তিন সম্পর্কে আলোচনা করব।

(ক) বৌডিচের নিয়ম ঃ এ সংশোধনীতে অনুমান করা হয় যে দৈর্ঘীয় পরিমাপে ভ্রান্তি বাহুর দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের ($\sqrt{L}$) সাথে সমানুপাতিক এবং কৌণিক পরিমাপে ভ্রান্তি বাহুর দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের উল্টো সমানুপাতিক। কোন বদ্ধঘেরের বাহু ও কোণের সমান সূক্ষ্মতার জন্য এ নিয়মে ঘেরের সমতাকরণ করা হয়। এ নিয়ম 'কম্পাস নিয়ম' নামেও পরিচিত। এ নিয়মে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের ভ্রান্তির সংশোধনী বাহুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতে নির্ধারণ করা হয়।

বৌডিচের নিয়মে– কোন বাহুর অক্ষাংশের (দ্রাঘিমাংশের) সংশোধনী = অক্ষাংশের (দ্রাঘিমাংশের) মোট ভ্রান্তি × $\frac{\text{ঐ বাহুর দৈর্ঘ্য}}{\text{ঘেরের পরিসীমা}}$

এখন ধরে নিই,

C_L = কোন বাহুর অক্ষাংশের সংশোধনী

C_D = কোন বাহুর দ্রাঘিমাংশের সংশোধনী

ΣL_e = অক্ষাংশের মোট ভ্রান্তি

ΣD_e = দ্রাঘিমাংশের মোট ভ্রান্তি

$\Sigma \ell$ = বদ্ধঘেরের পরিসীমা

ℓ = কোন বাহুর দৈর্ঘ্য

অতএব বৌডিচের নিয়মানুযায়ী

$$C_L = \Sigma L_e \cdot \frac{\ell}{\Sigma \ell}$$

এবং $C_D = \Sigma D_e \cdot \frac{\ell}{\Sigma \ell}$

(খ) ট্রানজিট নিয়ম ঃ যখন দৈর্ঘীয় বা রৈখিক পরিমাপ অপেক্ষা কৌণিক পরিমাপের অধিক বিশুদ্ধতার প্রয়োজন হয়, তখনই সাধারণত এ নিয়মে সংশোধনী করা হয়। এ নিয়মে অক্ষাংশের বা দ্রাঘিমাংশের মোট ভ্রান্তিকে বাহুগুলোর অক্ষাংশের ও দ্রাঘিমাংশের পরিমাপের অনুপাত অনুযায়ী বন্টন করা হয়। ট্রানজিট নিয়মে সংশোধনীতে বৌডিচের নিয়মের সংশোধনীর তুলনায় ঘেরের কোণগুলোর উপর কম প্রভাব ফেলে থাকে।

ট্রানজিট নিয়মে–

বদ্ধঘেরের যে কোন বাহুর অক্ষাংশের (দ্রাঘিমাংশের) সংশোধনী

= অক্ষাংশের (দ্রাঘিমাংশের) মোট ভ্রান্তি × $\frac{\text{ঐ বাহুর অক্ষাংশ (দ্রাঘিমাংশ)}}{\text{সকল অক্ষাংশের (দ্রাঘিমাংশের) গাণিতিক সমষ্টি}}$

এখন ধরে নিই,

C_L = কোন বাহুর অক্ষাংশের সংশোধনী

C_D = কোন বাহুর দ্রাঘিমাংশের সংশোধনী

ΣL_e = অক্ষাংশের মোট ভ্রান্তি

ΣD_e = দ্রাঘিমাংশের মোট ভ্রান্তি

L_T = সকল অক্ষাংশের গাণিতিক সমষ্টি

D_T = সকল দ্রাঘিমাংশের গাণিতিক সমষ্টি

L = কোন বাহুর অক্ষাংশ

D = কোন বাহুর দ্রাঘিমাংশ

অতএব ট্রানজিট নিয়মানুযায়ী–

$$C_L = \Sigma L_e \cdot \frac{L}{L_T}$$

এবং $C_D = \Sigma D_e \cdot \frac{D}{D_T}$.

(গ) সাধারণ নিয়মে ঃ

(i) কোন বাহুর উত্তরায়নের সংশোধনী = $\frac{\text{অক্ষাংশের মোট ভ্রান্তি}}{২} \times \frac{\text{ঐ বাহুর উত্তরায়ন}}{\text{ঘেরের মোট উত্তরায়ন}}$

(ii) কোন বাহুর দক্ষিণায়নের সংশোধনী = $\frac{\text{অক্ষাংশের মোট ভ্রান্তি}}{২} \times \frac{\text{ঐ বাহুর দক্ষিনায়ণ}}{\text{ঘেরের মোট দক্ষিণায়ন}}$

(iii) কোন বাহুর পূর্বায়নের সংশোধনী = $\frac{\text{দ্রাঘিমাংশের মোট ভ্রান্তি}}{২} \times \frac{\text{ঐ বাহুর পূর্বায়ন}}{\text{ঘেরের মোট পূর্বায়ন}}$

(iv) কোন বাহুর পশ্চিমায়নে সংশোধনী = $\frac{\text{দ্রাঘিমাংশের মোট ভ্রান্তি}}{২} \times \frac{\text{ঐ বাহুর পশ্চিমায়ন}}{\text{ঘেরের মোট পশ্চিমায়ন}}$

১৭.৫ বদ্ধঘের সমতাকরণ (Balancing of closed traverse) ঃ

বদ্ধঘেরের সকল স্টেশনের ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক নির্ণয় করার পর অক্ষাংশে সকল উত্তরায়নের সমষ্টি ও সকল দক্ষিণায়নের সমষ্টি পরস্পর সমান না হলে এবং দ্রাঘিমাংশে সকল পূর্বায়নের সমষ্টি ও সকল পশ্চিমায়নের সমষ্টি সমান না হলে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশে প্রয়োজনীয় সংশোধনী প্রয়োগ করার প্রক্রিয়াকে বদ্ধঘের সমতাকরণ (Balancing of the close traverse) বলা হয়। বদ্ধঘের সমতাকরণের পর $\Sigma L = 0$ এবং $\Sigma D = 0$ হবে। ঘের সমতাকরণের পর স্থানাঙ্কের ভিত্তিতে প্লট করলে বদ্ধঘেরের প্রারম্ভ বিন্দু ও সমাপ্তি বিন্দু একই বিন্দু হবে। কিন্তু কৌণিক বা দৈর্ঘ্য পরিমাপে ত্রুটির জন্য প্রায়শই প্রারম্ভ বিন্দু ও সমাপ্তি বিন্দু একই স্থানাঙ্কে পড়ে না। এ অবস্থায় উক্ত বিন্দুদ্বয়ের (প্রারম্ভ ও সমাপ্তি বিন্দু) সংযোগকারী সরল রেখার দৈর্ঘ্যকে মিলন ভ্রান্তি (closing error) বলা হয়। যে কোন বদ্ধঘেরের অন্তঃস্থ কোণ ও বহিঃস্থ কোণ যথাক্রমে $(2n - 4) \times 90°$ এবং $(2n + 4)90°$ হবে। পরিমাপগত ত্রুটির কারণে প্রায়শই উক্ত পরিমাণ কোণ পাওয়া যায় না। কোন ঘেরের প্রকৃত কোণের পরিমাণ (সূত্রে প্রাপ্ত কোণ) এবং সরেজমিনে পরিমাপকৃত ঐ ঘেরের সকল কোণগুলোর সমষ্টির পার্থক্যকে কৌণিক ভ্রান্তি (angular error) বলা হয়। কৌণিক ভ্রান্তি সাধারণত সকল কোণে সমান ভাগে ভাগ করে ± করত সংশোধন করা হয়। তবে ক্ষেত্রবিশেষে কোন একক কোণ হতে ± করেও কৌণিক ভ্রান্তি সংশোধন করা হয়। কৌণিক ভ্রান্তির পরিমাণ কোণ পরিমাপক যন্ত্রে প্রাপ্ত সর্বনিম্ন কৌণিক পাঠ $\times \sqrt{n}$ এর অধিক হওয়া অনুচিত (n ঘেরের বাহুর সংখ্যা)।

● গলের ঘের টেবিল প্রস্তুতকরণ (Preparation of Gale's traverse table) ঃ

ঘেরের বিভিন্ন ধরনের হিসাবাদি সাধারণত টেবিল বা সারণিভুক্তভাবে করা হয়। এ সকল সারণিগুলোর মধ্যে সর্বাধিক প্রচলিত ও ব্যবহৃত সারণি বা টেবিলের নাম গলের ঘের সারণি (Gale's traverse table)। এ সারণিতে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা ও সংশোধনী প্রয়োগ করা হয় বলে অধিকতর ত্রুটিমুক্ত সূক্ষ্ম ফলাফল পাওয়া যায়। গলের ঘের সারণি প্রস্তুতের বিভিন্ন ধাপগুলো নিম্নে দেয়া হলো–

(ক) জ্যামিতিক শর্তাদি পূরণ কল্পে অন্তঃস্থ কোণগুলোর সমন্বয়ন করা হয়। অর্থাৎ বদ্ধঘেরের অন্তঃস্থ কোণের সমষ্টি $(2n - 4)$ সমকোণ এবং বহিঃস্থ কোণ $(2n + 4)$ সমকোণ হওয়া বাঞ্ছনীয়। এখানে n বদ্ধঘেরের বাহুর সংখ্যা। (কম্পাস জরিপের ঘেরের ক্ষেত্রে বিয়ারিং এর সমন্বয়ন করা হয়।)

(খ) কোন রেখার পর্যবেক্ষিত বিয়ারিং ও সংশোধিত কোণের হিসাবে অন্যান্য রেখার বিয়ারিং হিসাব করা হয় এবং সকল হিসাবকৃত বিয়ারিংগুলোকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং এ রূপান্তর করা হয়। সকল হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর দিক (কোয়াড্রেন্ট) নির্দেশ করতে হয়।

(গ) প্রত্যেকটি রেখার ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক (অক্ষাংশ, দ্রাঘিমাংশ) নিরূপণ করা হয়।

(ঘ) ΣL ও ΣD নিরূপণ করা হয়।

(ঙ) $\Sigma L = 0$ এবং $\Sigma D = 0$ করার জন্য অক্ষাংশে ও দ্রাঘিমাংশে প্রয়োজনীয় সংশোধনী আনয়ন করতে হয়।

(চ) উক্ত সংশোধনীর ক্ষেত্রে ট্রানজিট নিয়ম বা কম্পাস নিয়ম (বৌডিচের নিয়ম) প্রয়োগ করা হয়। অবশ্য ঘেরের ধরনের উপর ভিত্তি করে সংশোধনীর নিয়ম নির্বাচন করা হয়।

(ছ) ধারাবাহিক স্থানাঙ্কের উপর ভিত্তি করে এমনভাবে স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক নির্ধারণ করা হয় যেন সকল স্টেশন বিন্দুর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্কগুলোর ধনাত্মক হয় অর্থাৎ ঘেরটি অংকন করলে যেন প্রথম কোয়াড্রেন্টে (N/E) থাকে। টেবিল ৪ এ একটি গলের ঘের সারণির নমুনা দেয়া হলো–

১ম পাতা

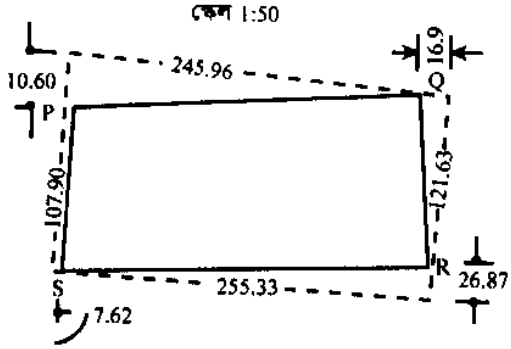
টেবিল — ৫

১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	১০	১১	১২	১৩	১৪
বাহু	স্টেশন বিন্দু	অন্তঃস্থ কোণ	সংশোধনী	সংশোধিত অন্তঃস্থ কোণ	পূর্বানুত বিয়ারিং	হ্রাসকৃত বিয়ারিং θ	দিক	কোয়াড্রেন্ট	বাহুর দৈর্ঘ্য (L)	ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক			
										অক্ষাংশ L=L Cosθ		দ্রাঘিমাংশ D=L Sinθ	
										উত্তরাংশ (N)	দক্ষিণাংশ (S)	পূর্বাংশ (E)	পশ্চিমাংশ (W)
PQ	P	95°25′	−07′	95°18′	80°40′	80°40′	N/E	I	250	—	—	—	—
QR	Q	88°43′	−07′	88°36′	172°02′	07°56′	S/E	II	123	40.54		246.50	
RS	R	88°13′	−07′	88°06′	263°58′	83°58′	S/W	III	256		121.82	16.98	
SP	S	88°07′	−07′	88°00′	355°58′	04°02′	N/W	IV	108		26.91		254.69
	P									107.78			7.60
		360°28′	−28′	360°00′						148.22	148.73	263.73	262.18
										ΣL = − 0.46		ΣD = +1.49	
										L_T = 297		D_T = 525.85	

১৫	১৬	১৭	১৮	১৯	২০	২১	২২	২৩	২৪	২৫
সংশোধনী				সংশোধিত ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক				স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক		মন্তব্য
				অক্ষাংশ		দ্রাঘিমাংশ				
উত্তরাংশ	দক্ষিণাংশ	পূর্বাংশ	পশ্চিমাংশ	উত্তরাংশ (N)	দক্ষিণাংশ (S)	পূর্বাংশ (E)	পশ্চিমাংশ (W)	উত্তরাংশ (N)	পূর্বাংশ (E)	
—	—	—	—	—	—	—	—	200	100	* ঘেরটি ডানাবর্তে
+.06		73		40.60		245.96		240.60	345.96	* সকল বাহুর দৈর্ঘ্য ও অন্তঃগুলো সরাসরি মাঠে পরিমাপকৃত
	−.19	−.05			121.63	16.99		118.97	362.95	* PQ বাহুর বিয়ারিং সরেজমিনে নেওয়া নয়
	−.04		+.75		26.87		255.33	92.10	107.62	* সংশোধনী ট্রানজিট নিয়মে করা হয় (L&D)
+.17			+.02	107.90			7.62	200.00	100.00	মিলন ভ্রান্তি= $\sqrt{(.46)^2 + (1.49)^2}$ = 1.56 (প্রায়)
+.23	−.23	−.78	+77	148.50	148.50	262.95	262.95			* ঘেরে পারিসীমা = 737m
	+.46		−1.49		ΣL = 0		ΣD = 0			* মিলন ভ্রান্তির হার= $\frac{1.56}{737}$
										≈ 1 : 473

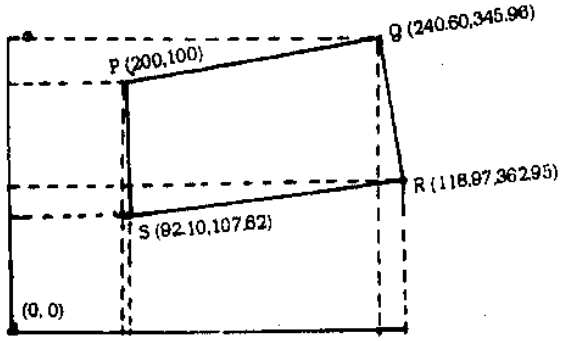
গলের টেবিল হতে ঘেরটি ধারাবাহিক স্থানাঙ্কে ও স্বতন্ত্র স্থানাঙ্কের মাধ্যমে অংকন করে দেখানো হলো। (চিত্রঃ ১৭.৮ক -খ)।

ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক
স্কেল 1:50



চিত্রঃ ১৭.৮ক

স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক, (স্কেল 1:50)



চিত্রঃ ১৭.৮.খ

অনুশীলনী-১৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ঘের অংকনের প্রক্রিয়াগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ঘের অংকন (ক) কোণ ও দূরত্ব পদ্ধতি এবং (খ) স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে করা হয়।

২। **ঘের অংকনে কোণ মাপার পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ঘের অংকনে কোণ মাপার পদ্ধতিগুলো হলো–
(ক) চাঁদার সাহায্যে (খ) স্পর্শক পদ্ধতি ও (গ) জ্যা পদ্ধতি।

৩। **ধারাবাহিক স্থানাংকের সংজ্ঞা লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর ঃ কোন ঘেরের বিভিন্ন স্টেশনের স্থানাংক হিসাবকালে ধারাবাহিকভাবে পূর্ববর্তী স্টেশনের তুলনায় পরবর্তী স্টেশনের স্থানাংককে ধারাবাহিক স্থানাংক বলে।

৪। **স্বতন্ত্র স্থানাংকের সংজ্ঞা লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর ঃ কোন ঘেরের মূল স্টেশনের সাপেক্ষে অন্যান্য স্টেশনের স্থানাংককে স্বতন্ত্র স্থানাংক বলা হয়।

৫। **জরিপ রেখার অক্ষাংশ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ১১]

উত্তর ঃ কোন জরিপ রেখার অক্ষাংশ বলতে উত্তর-দক্ষিণ (সত্যিকার উত্তর, চুম্বকীয় উত্তর বা ধরে নেয়া উত্তর) রেখার সমান্তরালে ঐ রেখা কো-অর্ডিনেট দৈর্ঘ্য বা দূরত্বকে বুঝায়।

৬। **জরিপ রেখার দ্রাঘিমাংশ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ১১]

উত্তর ঃ কোন জরিপ রেখার দ্রাঘিমাংশ বলতে উত্তর-দক্ষিণ রেখার সাথে লম্বভাবে অর্থাৎ পূর্ব-পশ্চিম রেখার সমান্তরালে ঐ রেখার কো-অর্ডিনেট দৈর্ঘ্য বা দূরত্বকে বুঝায়।

৭। **স্থানাংকের কোন মুখী মাপকে কোন চিহ্নে চিহ্নিত করা হয়?**

উত্তর ঃ স্থানাংকে উত্তরমুখী মাপ বা উত্তরায়নকে (+) চিহ্নে, দক্ষিণমুখী মাপ বা দক্ষিণায়নকে (−) চিহ্নে, পূর্বমুখী মাপ বা পূর্বায়নকে (+) চিহ্নে এবং পশ্চিমমুখী মাপ এবং পশ্চিমায়নকে (−) চিহ্নে চিহ্নিত করা হয়।

৮। **সুষম অষ্টভুজবিশিষ্ট বদ্ধঘেরের একটি বহিঃস্থ কোণের পরিমাণ কত?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ প্রতিটি বহিঃস্থ কোণ $= \frac{(2 \times 8 + 4) \times 90^\circ}{8} = 225^\circ$

৯। **ঘেরের কৌণিক ভ্রান্তির পরিমাণ সর্বাধিক কত পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য?**

উত্তর ঃ ঘেরের কৌণিক ভ্রান্তির পরিমাণ কোণ পরিমাপক যন্ত্রের সর্বনিম্ন পাঠ $\times \sqrt{n}$ (n বাহুর সংখ্যা) এর অধিক গ্রহণযোগ্য নয়।

১০। **বদ্ধঘেরের ক্ষেত্রে মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১১]

উত্তর ঃ বদ্ধঘের সমতাকরণের পর স্থানাঙ্কের ভিত্তিতে প্লট করলে প্রারম্ভ ও সমাপ্তি বিন্দু একই বিন্দু হবে। কিন্তু কৌণিক বা দৈর্ঘ্য পরিমাপে ত্রুটির জন্য প্রারম্ভ ও সমাপ্ত বিন্দু একই বিন্দু না হলে উক্ত বিন্দুদ্বয়ের সংযোগকারী সরল রেখার দৈর্ঘ্যই মিলন ভ্রান্তি।

১১। **ঘের সমতাকরণের ট্রানজিট নিয়ম কখন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ ঘের পরিমাপে যখন রৈখিক পরিমাপ অপেক্ষা কৌণিক পরিমাপে অধিক বিশুদ্ধতার প্রয়োজন হয়, তখন ট্রানজিট নিয়মে ঘের সমতাকরণ করা হয়।

১২। **ঘেরের কৌণিক ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কোন ঘেরের প্রকৃত কোণের পরিমাণ (সূত্রে প্রাপ্ত কোণ) এবং সরেজমিনে পরিমাপকৃত ঐ ঘেরের সকল কোণগুলোর সমষ্টির পার্থক্যকে কৌণিক ভ্রান্তি বলা হয়।

১৩। **কী কী নিয়ম অনুসরণ করে ঘের সমতাকরণ করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ ঘের সমতাকরণে– (ক) বৌডিচের নিয়ম (খ) ট্রানজিট নিয়ম ও (গ) সাধারণ নিয়ম অনুসরণ করে ঘের সমতাকরণ করা হয়।

১৪। **ঘের সমতাকরণ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ কোন ঘেরের মিলন ভ্রান্তি নিয়মতান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় ভ্রান্তি মুক্ত করাকে ঘের সমতাকরণ বলা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **চাঁদার সাহায্যে কোণ মেপে ঘের অংকন প্রক্রিয়া সংক্ষেপে বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.১ দ্রষ্টব্য।

২। **স্পর্শক পদ্ধতিতে কোণ মেপে কীভাবে ঘের অংকন করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.১ দ্রষ্টব্য।

৩। **জ্যা পদ্ধতিতে কীভাবে ঘের অংকন করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.১ দ্রষ্টব্য।

৪। **বামাবর্তে ও ডানাবর্তের ঘেরের বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং নির্ণয়ের সূত্রদ্বয়ের নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ উদ্ধৃত কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.২ দ্রষ্টব্য।

৫। **n বাহুবিশিষ্ট একটি সুষম বহুভুজে প্রতিটি অন্তঃস্থ কোণের মান কত?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.৫ দ্রষ্টব্য।

৬। **পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.৩ দ্রষ্টব্য।

৭। **পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং থেকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং বের করার সূত্রগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.৩ দ্রষ্টব্য।

৮। **গলের ঘের সারণির বিভিন্ন ধাপ দেখিয়ে একটি নমুনা সারণি আঁক।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৭.৫ দ্রষ্টব্য।

৯। বৌডিচের নিয়মে ঘের সমতাকরণের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রানজিট নিয়মে ঘের সমতাকরণের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ দ্রষ্টব্য।

১১। সাধারণ নিয়মে ঘের সমতাকরণের নিয়মটি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ঘের অংকনের স্বতন্ত্র স্থানাংক ও ধারাবাহিক স্থানাংক পদ্ধতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.১ দ্রষ্টব্য।

২। ঘেরের একবাহুর বিয়ারিং ও অন্তঃস্থ কোণের জ্ঞাত মান হতে অন্যান্য বাহুর বিয়ারিং নির্ণয়ের প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.২ দ্রষ্টব্য।

৩। ডানাবর্তে ঘের দেওয়া একটি সুষম অষ্টভুজের প্রথম বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং 330° হলে অন্যান্য বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 15°, 60°, 105°, 150°, 195°, 240°, 285°

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.২ দ্রষ্টব্য।

৪। ডানাবর্তে ঘের দেয়া একটি সুষম পঞ্চভুজের বহিঃস্থ কোণের সাহায্যে সকল বাহুর বিয়ারিং নির্ণয় কর। প্রথম বাহুর বিয়ারিং 230°। [উত্তর ঃ 302°, 14°, 86°, 158°]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.২ দ্রষ্টব্য।

৫। একটি ত্রিভুজের বাহুত্রয়ের বিয়ারিং যথাক্রমে 45°, 180°, 270°, হলে এর অন্তর্ভুক্ত কোণগুলোর মান নির্ণয় কর। যদি প্রথম বাহুটির দৈর্ঘ্য $a\sqrt{2}$ হয়, অপর দু'টি বাহুর দৈর্ঘ্যের সমষ্টি কত হবে? [উত্তর ঃ 45°, 45°, 90°, 2a]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.২ দ্রষ্টব্য।

৬। একটি ঘেরের বিভিন্ন স্টেশন বিন্দুর স্থানাঙ্ক নিরূপণের প্রক্রিয়া আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৩ দ্রষ্টব্য।

৭। গলের ট্রাভার্স টেবিলে একটি বদ্ধঘেরের সার্বিক তথ্যাদি বসাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৫ দ্রষ্টব্য।

৮। ট্রাভার্স সমতাকরণে প্রয়োজনীয় সংশোধনীর জন্য বৌডিচের নিয়ম ও ট্রানজিট নিয়ম উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ দ্রষ্টব্য।

৯। কখন ঘের সমতাকরণের প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়? ঘের সমতাকরণে অনুসরণীয় নিয়মগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৫ দ্রষ্টব্য।

১০। প্রদত্ত তথ্যাদির উপর ভিত্তি করে প্রয়োজনীয় হিসাবনিকাশের পর নিম্নের ঘেরটি অংকন কর ঃ

তথ্যাদি ঃ AB=560m, BC=670m, CD= 840m, <ABC = 108°25,' <BCD=135°35'। ঘেরটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরে নেয়া হয়েছে এবং BC রেখা উত্তর রেখায় আছে।

অধ্যায়-১৮ সমস্যার সমাধানে ঘের জরিপের ধারণা (Concept of Traverse in Solving Problems)

১৮.১ ঘের জরিপের বিভিন্ন ধরনের সমস্যা (Different types of problems in traversing) ঃ

ঘের জরিপের বিভিন্ন ধরনের সমস্যার মধ্যে স্থানাঙ্ক, কোয়াড্রেন্ট ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং সংক্রান্ত সমস্যাদির সমাধান পূর্বব পাঠ্যাংশগুলোতে আলোচনা করা হয়েছে। এখানে আমরা ঘের জরিপের আরো কিছু সমস্যা সমাধানের উপর আলোচনা করব।

১। ত্রিকোণমিতির সম্পর্কের উপর ভিত্তি করে কোন রেখার অক্ষাংশ (L), দ্রাঘিমাংশ (D), দৈর্ঘ্য (ℓ), হ্রাসকৃত বিয়ারিং (ইত্যাদি নিরূপণ–

(i) (ক) অক্ষাংশ (L) = $\ell \cos\theta$

(খ) দ্রাঘিমাংশ (D) = $\ell \sin\theta$

(ii) (ক) $\tan\theta = \frac{D}{L}$

(খ) $\theta = \tan^{-1}\frac{D}{L}$

(iii) (ক) দৈর্ঘ্য (ℓ) = $\sqrt{L^2 + D^2}$

(খ) দৈর্ঘ্য (ℓ) = L. sec θ

(গ) দৈর্ঘ্য ℓ) = D. cosec θ

প্রদত্ত তথ্যের (অক্ষাংশ, দ্রাঘিমাংশ) মধ্যে বৃহৎ মানের তথ্যটি ব্যবহার করলে নির্ভুল ফলাফল পাওয়া যায়। তাই যদি অক্ষাংশ মান দ্রাঘিমাংশের মান অপেক্ষা অধিক হয় তবে দৈর্ঘ্য (ℓ) নির্ণয়ে [iii (খ)] এবং যদি দ্রাঘিমাংশের মান অক্ষাংশ অপেক্ষা অধিক তবে দৈর্ঘ্য নির্ণয়ে [iii (গ)] ব্যবহার করা উচিত।

২। দু'টি বিন্দুর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক দেয়া থাকলে বিন্দুদ্বয়ের সংযোজিত রেখার দৈর্ঘ্য (ℓ), হ্রাসকৃত বিয়ারিং (θ) নিরূপণ–

(i) বিন্দুদ্বয়ের উত্তর স্থানাঙ্কের পার্থক্য নিরূপণ করে নিতে হবে।

(ii) বিন্দুদ্বয়ের পূর্ব স্থানাংঙ্কের পার্থক্য নিরূপণ করে নিতে হবে।

এখন $\tan\theta = \frac{\text{পূর্ব স্থানাঙ্কের পার্থক্য}}{\text{উত্তর স্থানাঙ্কের পার্থক্য}}$

$= \frac{\text{রেখাটির দ্রাঘিমাংশ}}{\text{রেখাটির অক্ষাংশ}} = \frac{D}{L}$

রেখাটির অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের চিহ্ন (±) হতে কোয়াড্রেন্ট (অবস্থানের দিক) পাওয়া যাবে।

(iii) ক সূত্র ব্যবহার করে রেখাটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যাবে।

৩। AB ও BC রেখার বিয়ারিং এবং A ও C বিন্দুর স্থানাঙ্ক দেয়া থাকলে AB ও BC রেখার দৈর্ঘ্য নিরূপণ –

(i) উপর্যুক্ত নিয়মে AC রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় করা যাবে।

(ii) AB, BC, AC বাহুর বিয়ারিং জানা থাকায় $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$ (অন্তঃস্থ কোণ) জানা যাবে।

(iii) তিন কোণ ও এক বাহু জানার ফলে অপর দু বাহুর দৈর্ঘ্য ও সাইন নিয়মে (sine rule) নির্ণয় করা যাবে।

অথবা, ধরে নেই, AB ও BC রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে

ℓ_1, ℓ_2 এবং θ_1 , θ_2.

এখন AB এর অক্ষাংশ = $\ell_1 \cos\theta_1$, এবং দ্রাঘিমাংশ = $\ell_1 \sin\theta_1$

BC এর অক্ষাংশ = $\ell_2 \cos\theta_2$ এবং দ্রাঘিমাংশ = $\ell_2 \sin\theta_2$

অতএব

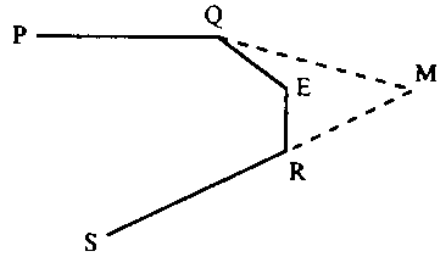
$\ell_1\cos\theta_1 - \ell_2 \cos\theta_2 =$ C এর উত্তর স্থানাঙ্ক – A এর উত্তর স্থানাঙ্ক . .(i)

$\ell_1 \sin\theta_1 - \ell_2 \sin\theta_2 =$ C এর পূর্ব স্থানাঙ্ক – A এর পূর্ব স্থানাঙ্ক . . . . . (ii)

উক্ত সমীকরণদ্বয়ের যুগপৎ সমাধান করলে (উত্তর স্থানাঙ্ক ও পূর্ব স্থানাঙ্ক (±) চিহ্ন সহ) ℓ_1 ও ℓ_2 এর মান পাওয়া যাবে।

৪। PQ ও RS রেখার বিয়ারিং ও Q এবং R এর স্থানাঙ্ক জানা থাকলে QM ও RM এর দৈর্ঘ্য নিরূপণ– যখন M বিন্দু PQ ও SR রেখার বর্ধিত ছেদবিন্দু। (চিত্র ১৮.১)।

PQM রেখার বিয়ারিং PQ এর বিয়ারিং এর সমান এবং MR বাহুর বিয়ারিং RS বাহুর বিয়ারিং এর সমান।



চিত্র ঃ ১৮.১

ধরে নেই, QM ও MR রেখার দৈর্ঘ্য ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং যথাক্রমে ℓ_1, ℓ_2 এবং θ_1, θ_2।

এখন QM এর অক্ষাংশ $= \ell_1 \cos\theta_1$ এবং দ্রাঘিমাংশ $= \ell_1 \sin\theta_1$

MR এর অক্ষাংশ $= \ell_2 \cos\theta_2$ এবং দ্রাঘিমাংশ $= \ell_2 \sin\theta_2$

অতএব QM ও MR রেখার অক্ষাংশের বীজগাণিতিক যোগফল

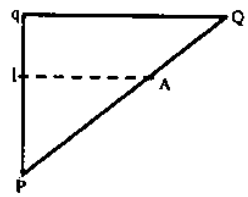
$= \ell_1 \cos\theta_1 + \ell_2 \cos\theta_2$=R এর উত্তর স্থানাঙ্ক- Q এর উত্তর স্থানাঙ্ক. . (i)

অনুরূপভাবে QM ও MR এর দ্রাঘিমাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি

$= l_1 \sin\theta_1 + l_2 \sin\theta_2 =$ R এর পূর্ব স্থানাঙ্ক – Q এর পূর্ব স্থানাঙ্ক . . . (ii)

এখন সঠিক চিহ্ন সহ (+/–) উপর্যুক্ত সমীকরণদ্বয়ের সমাধান করলে ℓ_1 ও ℓ_2 পাওয়া যাবে।

৫। P ও Q বিন্দুর স্থানাঙ্ক এবং P হতে PQ রেখার উপর অবস্থিত A বিন্দুর দূরত্ব জানা থাকলে A বিন্দুর স্থানাঙ্ক নিরূপণ (চিত্র ঃ ১৮.২)।



চিত্র ঃ ১৮.২

(i) PQ রেখার স্থানাঙ্ক হতে PQ রেখার (ক) অক্ষাংশ (খ) দ্রাঘিমাংশ (গ) দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে হবে। (২এ বর্ণিত নিয়মে)

(ii) PA ও PQ এর দৈর্ঘ্য জ্ঞাত হওয়ার ফলে নিম্নের নিয়মে A বিন্দুর স্থানাঙ্ক নির্ণয় করা যাবে।

PA এর অক্ষাংশ $= \frac{PA}{PQ} \times$ PQ এর অক্ষাংশ

PA এর দ্রাঘিমাংশ $= \frac{PA}{PQ} \times$ PQ এর দ্রাঘিমাংশ

(iii) A এর উত্তর স্থানাঙ্ক = P এর উত্তর স্থানাঙ্ক + A এর অক্ষাংশ

A এর পূর্ব স্থানাঙ্ক = P এর পূর্ব স্থানাঙ্ক + A এর দ্রাঘিমাংশ

সঠিক চিহ্নসহ উক্ত হিসাবাদি করতে হবে।

বিকল্প প্রক্রিয়া PQ এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং নিরূপণ করলে PA এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং বের করা যাবে। কেননা PQ ও PA এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং পরস্পর সমান এবং PA এর দৈর্ঘ্য জানা থাকার ফলে PA এর অক্ষাংশ $= PA \cos\theta$ এবং দ্রাঘিমাংশ $= PA \sin\theta$ হবে। উপর্যুক্ত ৫ (iii) এর নিয়মে A এর স্থানাঙ্ক নির্ণয় করা যাবে।

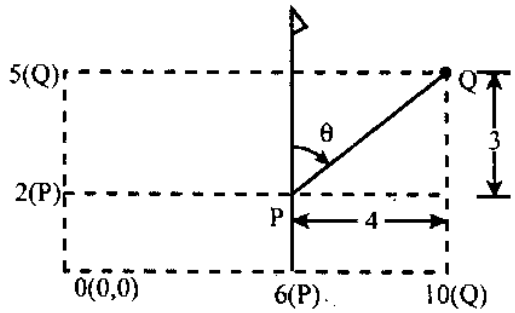
১৮.২ ঘেরের কোন একটি অজ্ঞাত বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং কোন একটি অজ্ঞাত অন্তঃস্থ কোণের পরিমাণ নিরূপণ (Calculation of length and bearing of a missing line and any included angle of a traverse) ঃ

উদাহরণ-১। একটি ঘেরের P ও Q স্টেশনদ্বয়ের স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (2N, 6E) এবং (5N, 10E) | PQ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং QP রেখার বিয়ারিং নির্ণয় কর। (স্থানাঙ্কের মান মিটারে)।

সমাধান ঃ PQ রেখার Q এর স্থানাঙ্ক

অক্ষাংশ (L) = (+5) – (+2) = + 3 মিটার (উত্তর)

দ্রাঘিমাংশ (D) = (+10) – (+6) = + 4 মিটার (পূর্ব)



চিত্র ঃ ১৮.৩

যেহেতু অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ উভয় ধনাত্মক, অতএব PQ রেখা প্রথম কোয়াড্রেন্টে অবস্থিত।

PQ রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ মিটার

PQ এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\frac{D}{L}$

$= \tan^{-1}\frac{4}{3} = 53°7'48.33''$

যেহেতু PQ রেখা প্রথম কোয়াড্রেন্টে তাই হ্রাসকৃত বিয়ারিং সমান পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং। অতএব PQ রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং 53°7′48.3″।

নির্ণেয় QP রেখার বিয়ারিং $= 53°7'48.3'' + 180° = 233°7'48.3''$

নিরীক্ষা ঃ PQ এর দৈর্ঘ্য = অক্ষাংশ x Secθ

$= + 3 \times \sec 53°7'48.3'' = 5$ মিটার (সঠিক)

উদাহরণ-২। A এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 500 (উঃ), 300 (পূঃ) এবং B এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 800 (দঃ) ও 600 (পঃ) হলে AB রেখার দূরত্ব ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। (স্থানাঙ্ক মিটারে) [বাকাশিবো-২০০৫, ২০১৩]

সমাধান ঃ AB এর স্থানাঙ্ক (AB রেখার) ঃ

অক্ষাংশ, L = – 800 – (+ 500) = – 1300 = 1300 (মিটার (দক্ষিণ)

দ্রাঘিমাংশ, D = – 600 – (+ 300) = – 900 = 900 (মিটার (পশ্চিম)

∴ AB রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(1300)^2 + (900)^2} = 1581.14$ মিটার **Ans.**

AB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং

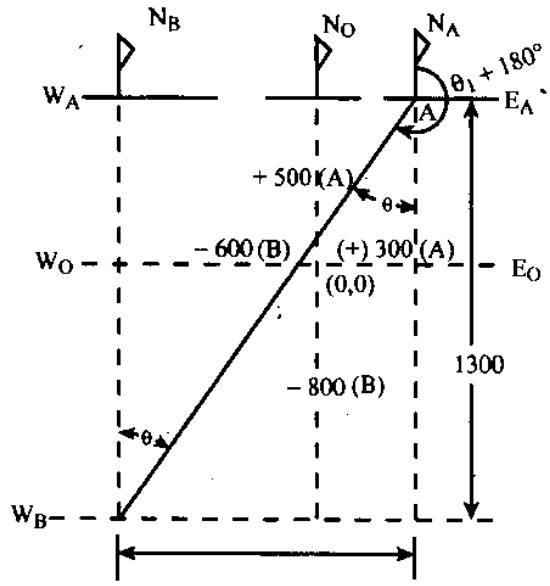
$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{D}{L}$$

$$= \tan^{-1}\frac{900}{1300} = 34°41'42.55''$$

যেহেতু AB রেখার দিক দক্ষিণ-পশ্চিম

∴ AB রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 180° + 34°41′42.55″

= 214°41′42.55″ **Ans.**



চিত্র ঃ ১৮.৪

● **নিরীক্ষা ঃ**

AB রেখার দৈর্ঘ্য = অক্ষাংশ × sec θ_1

= 1300 × sec 34°41′42.55″

= 1581.14 মিটার

● **A এর স্থানাঙ্ক (BA রেখার) ঃ**

অক্ষাংশ, L = (+ 500) – (– 800) = 1300 মিটার (উত্তর)

দ্রাঘিমাংশ, D = (+ 300) – (– 600) = 900 মিটার (পূর্ব)

BA রেখার হ্রাস বিয়ারিং, $\theta_2 = \tan^{-1}\frac{D}{L}$

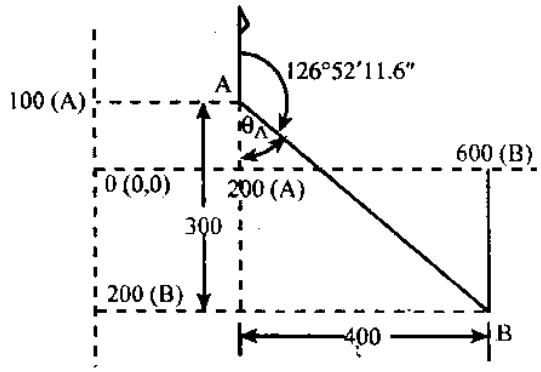
$$= \tan^{-1}\frac{900}{1300}$$

= 34°41′43″ N/E

AB রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 34°41′43″

উদাহরণ-৩। A ও B বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে 100m উঃ, 200m পূঃ ও 200m দঃ, 600m পূঃ হলে, AB বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৮]

সমাধান ঃ আমরা জানি, কোন রেখার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ নির্ণয় করতে হলে পরবর্তী বিন্দুর স্থানাঙ্ক থেকে পূর্ববর্তী বিন্দুর স্থানাঙ্ক বিয়োগ করতে হয় (চিহ্নসহ)



চিত্র ঃ ১৮.৫

AB রেখার অক্ষাংশ $L = -200 - (+100) = -300 = 300$ মিটার (দক্ষিণ)

AB রেখার দ্রাঘিমাংশ $D = +600 - (+200) = +400 = 400$ মিটার (পূর্ব)

$\therefore$ AB রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{L^2 + D^2}$

$= \sqrt{(-300)^2 + (400)^2} = 500$ মিটার **Ans.**

AB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta_A = \tan^{-1}\dfrac{\text{দ্রাঘিমাংশ}}{\text{অক্ষাংশ}}$

$= \tan^{-1}\dfrac{D}{L} = \tan^{-1}\dfrac{400}{300}$

$= 53°7'48.37''$

যেহেতু AB রেখার দিক দক্ষিণ-পূর্ব

$\therefore$ AB রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (W.C.B) $= 180° - 53°7'48.37''$

$= 126°52'11.6''$ **Ans.**

উদাহরণ-৪। ABCD একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হলো। EA রেখার দৈর্ঘ্য, বিয়ারিং এবং ∠DEA নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
AB	203.0	87°30′
BC	225.0	20°20′
CD	181.0	280°00′
DE	190.0	205°00′
EA	?	?

সমাধান ঃ

AB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = N 87°90′E

BC রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = N 20°20′E

CD রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 360°–280° = N80°W

DE রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 205° – 180° = S25°W

এখন অক্ষাংশের জন্য $\ell\cos\theta$ এবং দ্রাঘিমাংশের জন্য $\ell\sin\theta$ সূত্রে বসিয়ে আমরা পাই,

বাহু	অক্ষাংশ ($l\cos\theta$)		দ্রাঘিমাংশ ($\ell\sin\theta$)	
	N	S	E	W
AB	8.85		202.81	
BC	210.98		78.18	
CD	31.43			178.25
DE		172.20		80.30
মোট	251.26	172.20	280.99	258.55

$\sum L = 0$ এবং $\sum D = 0$ হওয়ার জন্য EA রেখার অক্ষাংশ দক্ষিণায়নে (251.26 – 172.20) = 79.06 এবং দ্রাঘিমাংশ পশ্চিমায়নে (280.99 – 258.55) = 22.44 হওয়া উচিত। অতএব EA রেখার অবস্থান দক্ষিণ-পশ্চিমে অর্থাৎ ৩য় কোয়াড্রেন্টে আছে।

অতএব $\theta = \tan^{-1}\dfrac{22.44}{79.06}$

$= 15°50'44''$ (S/W)

EA রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° + 15°50'44''$

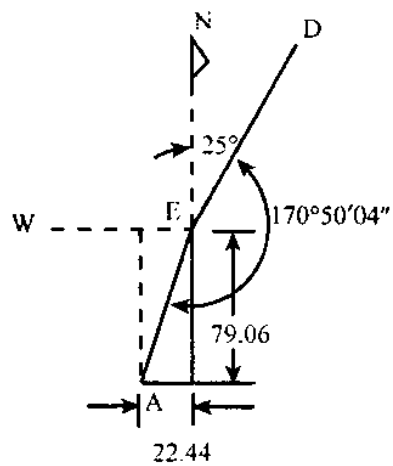
$= 195°\ 50'44''$

EA রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(79.06)^2 + (22.44)^2}$

= 82.180 মিটার

নিরীক্ষা ঃ EA বাহুর দৈর্ঘ্য $= \dfrac{79.06}{\cos 15°50'44''} = 82.180$ মিটার

$= \dfrac{22.44}{\sin 15°50'44''} = 82.18$ মিটার



চিত্র ঃ ১৮.৬

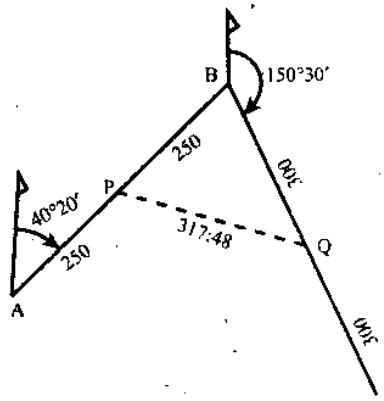
DE রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 205°00′

ED রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 205°00′ – 180° = 25°00′

$\therefore \angle DEA = 195°50'44'' - 25°00' = 170°50'4''$

উদাহরণ-৫। AB ও BC রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে 500 মি. 40°20′ এবং 600 মিটার 150°30′ । P ও Q বিন্দু যথাক্রমে AB ও BC বাহুর মধ্যবিন্দু হলে PQ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং ∠BPQ নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১৮.৭

AB বা PB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = N 40° 20′E

BQ বা BC রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 180° – 150°30′ = S29°30′E

PB রেখার অক্ষাংশ = 250 cos 40°20′= 190.57 (N)

PB রেখার দ্রাঘিমাংশ = 250 sin 40° 20′ = 161.81 (E)

BQ রেখার অক্ষাংশ = 300 cos 29°30′ = 261.11 (S)

BQ রেখার দ্রাঘিমাংশ = 300 sin 29°30′ = 147.73 (E)

QP রেখার অক্ষাংশ = 261.11 – 190.57 = 70.54 (N) $\sum N - \sum S = 0$

QP রেখার দ্রাঘিমাংশ = 161.81 + 147.73 = 309.54 (W) $\sum E - \sum W = 0$

QP রেখার অবস্থান উত্তর পশ্চিম দিকে অর্থাৎ ৪র্থ কোয়াড্রেন্টে

QP রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(70.54)^2 + (309.54)^2}$

= 317.48 মিটার।

QP রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\frac{309.54}{70.54}$

= 77°9′44.2″ N/W

QP রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 360° – 77°9′44.2″

= 282° 50′ 15.8″

PQ রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 282° 50′15.8″ – 180°

= 102° 50′15.8″

< BPQ = 102°50′15.8″– 40°20′= 62°30′15.8″

উদাহরণ-৬। ABCD একটি বদ্ধ ঘের ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরিয়ে দেয়া হলো এবং নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। AB=162 মি. BC=186 মি. CD = 249 মি. $\angle B = 105°30'$, $\angle C = 136°24'$ যদি AB বাহু মেরিডিয়ানে থাকে, তবে AD বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং $\angle BAD$ নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ AB রেখার বিয়ারিং = 00°00′ (যেহেতু মেরিডিয়ানে)। ঘেরটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে অর্থাৎ বামাবর্তে অতএব $P + a \pm 180°$ সূত্র ব্যবহার করে অন্যান্য বাহুর বিয়ারিং নির্ণয় করা যাবে।

BC বাহুর বিয়ারিং = 0°00′+ 105°30′ + 180° = 285°30′

BC বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 360° – 285°30′ = 74°30′N/W

CD বাহুর বিয়ারিং = 285° 30′ + 136°24′– 180° = 241°54′

CD বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 241°54′–180° = 61°54′S/W

বাহু	অক্ষাংশ ($\ell \cos\theta$)		দ্রাঘিমাংশ $\ell \sin\theta$)	
	N	S	E	W
AB	162.00		0.00	0.00
BC	49.71			179.24
CD		117.28		219.65
মোট	211.71	117.28	0.00	398.89

$\sum L = 0$ এবং $\sum D = 0$ হওয়ার জন্য

DA বাহুর অক্ষাংশ = 94.43 (S) এবং দ্রাঘিমাংশ = 398.89 (E) হওয়া আবশ্যক। অতএব DA বাহুর অবস্থান S/E এ অর্থাৎ ২য় কোয়াড্রেন্টে আছে।

$\therefore$ DA রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\dfrac{398.89}{94.43}$

$= 76°40'53''$ (S/E)

DA রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 103°19′7″

AD রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 103° 19′7″+ 180°

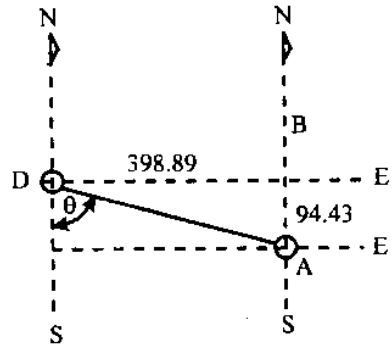
= 283°19′7″

AD রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(94.43)^2 + (398.89)^2}$

= 409.92 মিটার

$\angle BAD = 360° - 283°197''$

$= 76°40'53''$.



চিত্র ঃ ১৮.৮

উদাহরণ-৭। নিম্নের তথ্যাদি হতে AC ও AD রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং $\angle CAD$ নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
AB	200	345°30′
BC	200	15°30′
CD	200	120°00′

সমাধান ঃ AB এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং $= 360° - 345°30°$

$= 14°30'(N/W)$

BC এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং $= 15°30'$ N/E

CD এর হ্রাসকৃত বিয়ারিং $= 180° - 120° = 60°$ S/E

বাহু	অক্ষাংশ ($\ell \cos\theta$)		দ্রাঘিমাংশ ($\ell \sin\theta$)	
	N	S	E	W
AB	193.63			50.08
BC	192.73		53.45	
CD		100.00	173.21	
মোট	386.36	100.00	226.66	50.08

ABCD ঘের বিবেচনা করে

DA রেখার অক্ষাংশ $(386.36 - 100.00) = 286.36$ (S)

DA রেখার দ্রাঘিমাংশ $(226.66 - 50.08) = 176.58$ (W)

ABC ঘের বিবেচনা করে

CA রেখার অক্ষাংশ $= 386.36$ (S)

CA রেখার দ্রাঘিমাংশ $(53.45 - 50.08) = 3.37$ (W)

DA ও CA উভয় রেখাই S/E অর্থাৎ ৩য় কোয়াড্রেন্টে অবস্থান করে

DA রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(286.36)^2 + (176.58)^2}$

$= 336.43$ মিটার

CA রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(386.36)^2 + (3.37)^2}$

$= 386.37$ মিটার।

DA রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\dfrac{176.58}{286.36}$

$= 31°39'34''$ (S/W)

CA রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\dfrac{3.37}{386.36}$

$= 0°30'$ (S/W)

নিরীক্ষা DA $= \dfrac{286.36}{\cos 31°\,39'34''} = 336.43$ মিটার (যাচাইকৃত)

CA $= \dfrac{386.36}{\cos 0°30'} = 386.37$ মিটার (যাচাইকৃত)

DA বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° + 31°99'34''$

$= 211°39'34''$

CA বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° + 0°30'$

$= 180°30'$

AD বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 211°39'34' - 180°$

$= 31°39'34''$

AC বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180°30' - 180°$

$= 0°30'$

অতএব $\angle CAD = 31°\,39'34'' - 0°\,30'$

$= 31°\,09'34''$

উদাহরণ-৮। একটি বনকে ঘের দেয়াকালে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। B ও C বিন্দু বনের দু' বিপরীত পাশের দু'টি বিন্দু হলে B ও C বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
AB	500	100°30′
BC	—	—
CD	400	298°30′
DA	600	150°00′

সমাধান: AB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 180° – 100°30′

= 79°30′ (S/E)

CD রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 360° – 298°30′

= 61°30′ (N/W)

DA রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 180° – 150°

= 30° (S/E).

বাহু	অক্ষাংশ ($l \cos\theta$)		দ্রাঘিমাংশ ($l \sin\theta$)	
	N	S	E	W
AB		91.12	491.63	
BC	—	—	—	—
CD	190.86			351.53
DA		519.62	300.00	
মোট	190.86	610.74	791.63	351.53

BC রেখার অক্ষাংশ (610.74 – 190.86) = 419.88 (N)

BC বাহুর দ্রাঘিমাংশ = (791.63 – 351.53) = 440.10 (W)

BC বাহুর দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(419.88)^2 + (440.10)^2}$

= 608.27 মিটার।

উদাহরণ-৯। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স 'ক খ গ ঘ ক' এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া হল। ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
কখ	৭২.৬০	১৩৫°১৫′
খগ	১৮০.৩৫	৩৮°২০′
গঘ	৪৫.৬৫	৩৩৫° ৪৫′
ঘক	?	?

[বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান:

কখ বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 180° – 135° 15′ = 44°45′ (S/E)

খগ বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 38° 20′ (N/E)

গঘ বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 360° – 335° 45′ = 24°15′ (N/W)

কখ বাহুর অক্ষাংশ = 72.60 cos 44°45′ = 51′56 (S)

কখ বাহুর দ্রাঘিমাংশ = 72.60 sin 44° 45′ = 51.11 (E)

খগ বাহুর অক্ষাংশ = 180.35 cos 38° 20′ = 141.47 (N)

খগ বাহুর দ্রাঘিমাংশ = 180.35 sin 38°20′ = 111.86 (E)

গঘ বাহুর অক্ষাংশ = 45.65 cos 24°15′ = 41.62 (N)

গঘ বাহুর দ্রাঘিমাংশ = 45.65 sin 24°15′ = 18.75 (W)

সকল দক্ষিণায়ন (Southing = S) এর সমষ্টি = 51.56 মিটার

সকল উত্তরায়ণ (Northing = N) এর সমষ্টি = 141.47 + 41.62 = 183.09 মিটার।

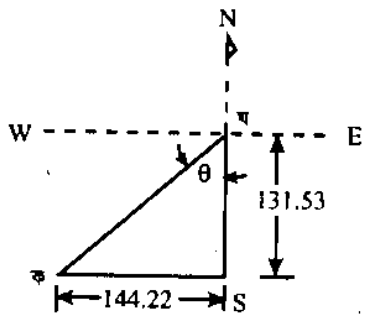
সকল পূর্বায়ন (Easting = E) এর সমষ্টি = 51.11 + 111.86 = 162.97 মিটার।

সকল পশ্চিমায়ন (Westing = W) এর সমষ্টি = 18.75 মিটার

ঘক বাহুর অক্ষাংশ = 183.09 – 51.56 = 131.53 (S)

ঘক বাহুর দ্রাঘিমাংশ = 162.97 – 18.75 = 144.22 (W)

ঘক বাহুর অবস্থান তৃতীয় কোয়াড্রেন্টে (S/W)।



চিত্র ঃ ১৮.৯

নির্ণেয় ঘক রেখার দৈর্ঘ্য, ঘক = $\sqrt{(131.53)^2 + (144.22)^2}$ = 195.19 মিটার

ঘক রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 180° + θ

$$\tan\theta = \frac{144.22}{131.53} = \tan 47°\ 38'5.6\delta'' \quad \therefore \theta = 47°38'5.6''$$

নির্ণেয় ঘক রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 180° + 47°38′5.6δ″ = 227°38′5.6″

বিকল্প সমাধান ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ) মিটার	বিয়ারিং (α)	অক্ষাংশ, $L = \ell \cos\alpha$ N(+)/S (–)	দ্রাঘিমাংশ, $O = \ell \sin\alpha$ E(+) / W (–)
কখ	72.60	135°15′	– 51.56	+ 51.11
খগ	180.35	38°20′	+ 141.47	+ 111.86
গঘ	45.65	335°45′	+ 41.62	– 18.75
			ΣL = + 131.53	ΣD = + 144.22
ঘক			L = – 131.53	D = – 144.22
			ΣL = 0	ΣD = 0

নির্ণেয় ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য = $\sqrt{(131.53)^2 + (144.22)^2}$ = 195.19 মিটার

ঘক বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং, $\theta = \tan^{-1}\frac{144.22}{131.53}$ = 47°38′5.6″

(চিত্র ১৮.৯) ঘক বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 180° + 47°38′5.6″

= 227°38′5.6″

উদাহরণ-১০ । ABCDEA একটা বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেওয়া হলো । AE বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর । [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০]

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
AB	225	20°20′
BC	181	28°
CD	190	205°
DE	203	87°30′
EA	?	?

সমাধান ঃ AB রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 20°20′ NE

BC রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 28° NE

CD রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 205° − 180° = 25° SW

DE রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 87°30′ NE

বাহু	অক্ষাংশ L = ($\ell \cos\theta$)		দ্রাঘিমাংশ D = ($\ell \sin\theta$)	
	N	S	E	W
AB	210.98	–	78.18	–
BC	159.81	–	84.97	–
CD	–	172.20	–	80.30
DE	8.85	–	202.81	–
EA	–	* 207.44	–	* 285.66

∴ EA রেখার অক্ষাংশ L = 207.44 (S)

EA রেখার দ্রাঘিমাংশ D = 285.66 (W)

EA = AE রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{L^2 + D^2}$

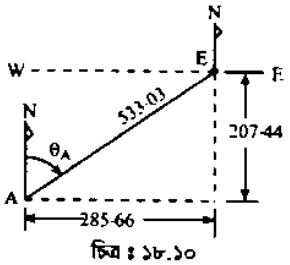
$= \sqrt{(207.44)^2 + (285.66)^2}$

= 353.03m Ans.

AE রেখার বিয়ারিং $\theta_A = \tan^{-1}\frac{D}{L}$

$= \tan^{-1}\frac{285.66}{207.44}$

= 54°0′49.22″



চিত্র ঃ ১৮.১০

বিকল্প সমাধান ঃ

AB রেখার অক্ষাংশ = $\ell \cos\alpha$ = 225 cos 20°20′ = (+) 210.98

BC রেখার অক্ষাংশ = 181 cos 28° = (+) 59.81

CD রেখার অক্ষাংশ = 190 cos 205° = (−) 172.20

DE রেখার অক্ষাংশ = 203 cos87°30′ = (+) 8.85

$\sum L$ = (+) 207.44

অতএব EA বাহুর অক্ষাংশ = (−) 207.44 = 207.44(s)

AB রেখার দ্রাঘিমাংশ = $\ell \sin\theta$ = 225 sin 20°20′ = (+) 78.18

BC রেখার দ্রাঘিমাংশ = 181 sin 28° = (+) 84.97

CD রেখার দ্রাঘিমাংশ = 190 sin 205° = (−) 80.30

DE রেখার দ্রাঘিমাংশ = 203 sin 87°30 = (+) 202.81

$\sum D$ = (+) 285.66

অতএব EA রেখার দ্রাঘিমাংশ = − 285.66 = 285.66 (w)

নির্ণেয় EA বা AE রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(207.44)^2 + (285.66)^2}$ = 353.03 মিটার

(চিত্র ঃ ১৮.১০) AE রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং, $\theta_A = \tan{-1}\frac{285.66}{207.44}$ = 54°0′49.22″

উদাহরণ-১১ । নিচে একটি ট্রাভার্স এর আংশিক তথ্য দেওয়া হল–

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
কখ	180	345°30′
খগ	190	15°20′
গঘ	260	108°45′

কখ বাহুর দৈর্ঘ্য ও ∠ খকঘ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

সমাধান ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (m) ℓ	পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং (α)	অক্ষাংশ, $L = \ell \cos \alpha$ N (+) / S(–)	দ্রাঘিমাংশ, $D = \ell \sin \alpha$ E(+) / W(–)
কখ	180	345°30′	(+) 174.27	(–) 45.07
খগ	190	15°20′	(+) 183.24	(+) 50.24
গঘ	260	108°45′	(–) 83.57	(+) 246.20
			ΣL = (+) 273.94	ΣD = (+) 251.37
ঘক			L = (–) 273.94	D = (–) 251.37

ঘক রেখার অক্ষাংশ, L = 273.94 (S) এবং দ্রাঘিমাংশ D = 251.37 m(W)

ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য = কখ $= \sqrt{L^2 + D^2}$

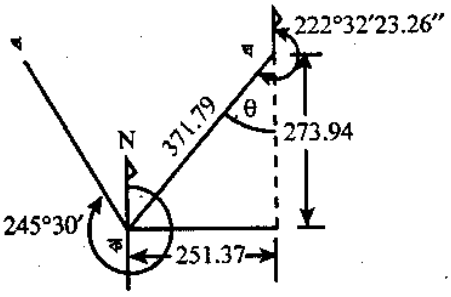
$= \sqrt{(273.94)^2 + (251.37)^2}$

$= 371.79$ m

ঘক রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং $\theta = \tan^{-1}\frac{D}{L}$

$= \tan^{-1}\frac{251.37}{273.94}$

$= 42°32'23.26''$ SW



চিত্র ঃ ১৮.১১

ঘক রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 180° + 42°32′23.26″ = 222°32′23.26″

∠খকঘ = 360° – 345°30′ + 42°32′23.26″ = 57°02′23.06″

উদাহরণ-১২ ঃ নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স ABCD-এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া আছে। উল্লেখিত তথ্যাদি হতে DA বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ [বাকাশিবো-২০১৩]

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	72	135°15′
BC	180	38°20′
CD	50	335°20′

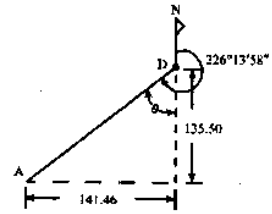
সমাধান ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য মিটারে (ℓ)	বিয়ারিং (α)	অক্ষাংশ, $L = \ell \cos\alpha$	দ্রাঘিমাংশ, $D = \ell \sin\alpha$
			N(+)/S(–)	E(+)/W (–)
AB	72	135°15′	– 51.13	+ 50.69
BC	180	38°20′	+ 141.19	+ 111.64
CD	50	335°20′	+ 45.44	– 20.87
			$\Sigma L = + 135.50$	$\Sigma D = 141.46$
DA			$L = – 135.50$	$D = – 141.46$
			$\Sigma L = 0$	$\Sigma D = 0$

DA বাহুর দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(135.50)^2 + (141.46)^2} = 195.89$ মিটার

DA বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং, $\theta = \tan^{-1}\frac{141.46}{135.50} = 46°13'58''$

DA বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° + 46°13'58'' = 226°13'58''$



চিত্র ঃ ১৮.১২

উদাহরণ-১৩ ঃ ABCDE একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। EA রেখার দৈর্ঘ্য ও DEA কোণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	210.00	80°
BC	220.00	30°
CD	185.00	275°
DE	195.00	200°

সমাধান ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ) মি.	বিয়ারিং (α)	অক্ষাংশ, $L = \ell \cos\alpha$ N(+)/S(–)	দ্রাঘিমাংশ, $D = \ell \sin\alpha$ E(+)/W (–)
AB	210.00	80°	+ 36.47	+ 206.81
BC	220.00	30°	+ 190.53	+ 110.00
CD	185.00	275°	+ 16.12	– 184.30
DE	195.00	200°	– 183.24	– 66.70
			$\Sigma L = + 59.88$	$\Sigma D = + 65.81$
EA			$L = – 59.88$	$D = – 65.81$
			$\Sigma L = 0$	$\Sigma D = 0$

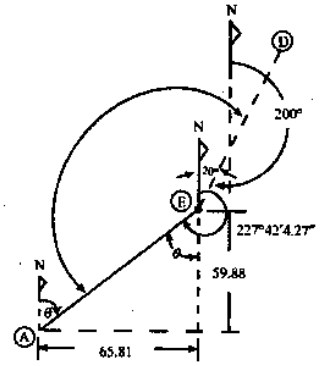
EA বা AE বাহুর দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(59.88)^2 + (65.81)^2} = 88.98$ মিটার

EA বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং, $\theta = \tan^{-1}\frac{65.81}{59.88} = 47°42'4.27''$

EA বাহুর পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° + 47°42'4.27'' = 227°42'4.27''$

$\angle DEA = 180° - 47°42'4.27'' + 20° = 152°17'55.7''$

• AE বাহুর বিয়ারিং $= \theta = 47°42'4.27''$



চিত্র ঃ ১৮.১৩

উদাহরণ-১৪ । কখগঘ একটি বদ্ধ ঘের ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরিয়ে দেয়াকালে নিচের তথ্যাদি পাওয়া গেল। কখ = 150 মিটার, খগ = 190 মিটার, গঘ = 240 মিটার, ∠খ = 100°30′, ∠গ = 130°30′। যদি কখ বাহু মেরিডিয়ানে থাকে তবে কঘ বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং ∠ক নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঘেরটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে অর্থাৎ বামাবর্তে। বামাবর্তে ঘের এর ক্ষেত্রে কোন বাহুর বিয়ারিং

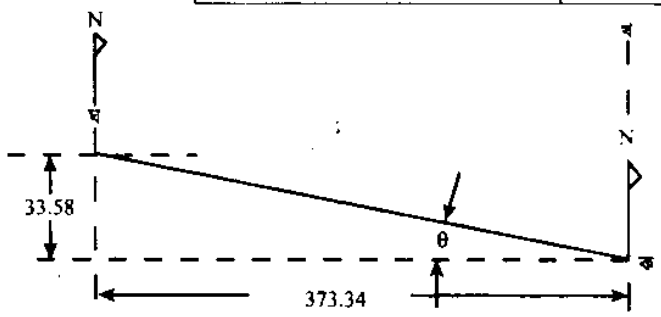
$= P + a \pm 180°$

কখ বাহু মেরিডিয়ানে অর্থাৎ এর বিয়ারিং = 00°00′

খগ বাহুর বিয়ারিং = $P + a \pm 180° = 0° + 100°30' + 180° = 280°30'$

গঘ বাহুর বিয়ারিং = $280°30' + 130°30' - 180° = 231°00'$

বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ) মিটার	বিয়ারিং (α)	অক্ষাংশ, $L = \ell \cos\alpha$ N (+)/S (–)	দ্রাঘিমাংশ, $D = \ell \sin\alpha$ N (+)/W (–)
কখ	150	0°00′	+ 150.00	+ 0.00
খগ	190	280°30′	+ 34.62	– 186.52
গঘ	240	231°00′	– 151.04	– 186.52
			$\Sigma L = + 33.58$	$\Sigma D = - 373.34$
ঘক			$L = - 33.58$	$D = + 373.34$
			$\Sigma L = 0$	$\Sigma D = 0$



চিত্র ঃ ১৮.১৪

ঘক বা কঘ বাহুর দৈর্ঘ্য = $\sqrt{(33.58)^2 + (373.34)^2} = 374.85$ মিটার

$\tan 0 = \frac{33.58}{373.34} \therefore \theta = 5°8'22.66''$

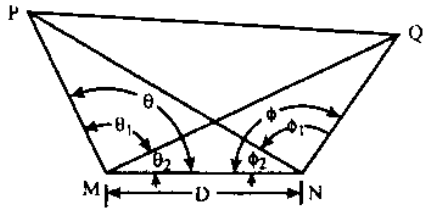
নির্ণেয় কঘ রেখার বিয়ারিং = $270° + 5°8'22.66'' = 275°8'22.66''$

নির্ণেয় ∠ক = $90° - 5°8'22.66'' = 84°51'37.34''$

● ঘক রেখার বিয়ারিং = $90° + 5°8'22.66'' = 95°8'22.66''$

● **একই অনুভূমিক তলের দুটি অধিগম্য বিন্দুর আনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়করণ (Determination of horizontal distance between two objects when the objects are inaccessible and are in the same horizontal plane)**

ধরে নিই, P ও Q দুটি বিন্দু একই অনুভূমিক তলে অবস্থিত এবং বিন্দুদ্বয় অনধিগম্য। (চিত্র ঃ ১৮.১৫) P ও Q বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব অজানা। P ও Q বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে।



চিত্র ঃ ১৮.১৫

(i) এবার P ও Q এর যে কোন এক পাশে M ও N অধিগম্য বিন্দুদ্বয় চিহ্নিত কর।

(ii) M ও N এর মধ্যবর্তী দূরত্ব (D) মাপ।

(iii) পর্যায়ক্রমে M ও N বিন্দুতে থিওডোলাইট বসিয়ে যথাযথ সমন্বয় কর।

(iv) অনুভূমিক কোণ $\angle PMQ = \theta_1$, $\angle QMN = \theta_2$ এবং $\angle MNP = \phi_2$ এবং $\angle PNQ = \phi_1$ মাপ।

(v) এবার হিসাব করে $\theta = \theta_1 + \theta_2$ এবং $\phi = \phi_1 + \phi_2$ নির্ণয় কর।

(বিশেষ ক্ষেত্রে MP, MQ, MN ও NM, NP, NQ এর বিয়ারিং মেপে $\theta_1, \theta_2, \theta, \phi_1, \phi_2, \phi$ কোণের মান হিসাব করে বের করা যায়)

(vi) তারপর Δ PMN হতে $\angle MPN = 180° - (\theta + \phi_2)$ এবং Δ MNQ হতে $\angle MQN = 180° - (\phi + \theta_2)$ এর মান নির্ণয় কর।

(vii) Δ PMN বিবেচনা করে সাইন নিয়মে–

$$\frac{PN}{\sin\theta} = \frac{D}{\sin < MPN} = \frac{PM}{\sin\phi_2}$$ হতে $P_N = \frac{D\sin\theta}{\sin < MPN}$ এবং $PM = \frac{D\sin\phi_2}{\sin\angle MPN}$ পাওয়া যাবে

(viii) Δ PNQ বিবেচনা করে সাইন নিয়মে–

$$\frac{QN}{\sin\theta_2} = \frac{D}{\sin < MQN} = \frac{MQ}{\sin\phi}$$ হতে $Q_N = \frac{D\sin\theta_2}{\sin < MQN}$ এবং $MQ = \frac{D\sin\phi}{\sin < MQN}$ পাওয়া যাবে

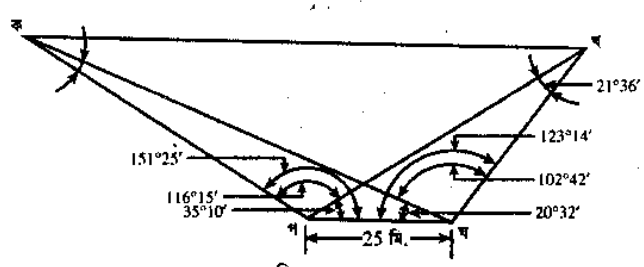
(ix) Δ PMQ বিবেচনায়, $PQ = \sqrt{(PM)^2 + (MQ)^2 - 2\,(PM)\,(MQ)\cos\theta_1}$ হবে..... (i)

অথবা, Δ PNQ হতে $PQ = \sqrt{(PN)^2 + (QN)^2 - 2\,(PN)\,(QN)\cos\phi_1}$ হবে। ..... (ii)

উপরের (i) ও (ii) এর যে কোন একটি ব্যবহার করে অজানা দৈর্ঘ্যের অনধিগম্য PQ বাহুর দৈর্ঘ্য জানা যায় এবং অপরটি দ্বারা প্রাপ্ত ফলাফল নিরীক্ষা করা যায়।

উদাহরণ-১৫। যদি $\angle$কগখ = 116° 15′, $\angle$খগঘ = 35°10′, $\angle$কঘখ = 102°42′, $\angle$কঘগ = 20°32′ এবং গ-ঘ বিন্দুর দূরত্ব 25 মিটার হয়, তাহলে ক ও খ বিন্দু মধ্যে দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ১৮.১৬

$\angle$কগঘ = 116°15′ + 35°10′ = 151°25′

$\angle$গকঘ = 180°00′ – (151°25′ + 20°32′)
= 180°00 – 171°57′
= 8°03′

ত্রিভুজ কগঘ বিবেচনায়

$$\frac{\text{কগ}}{\sin 20°\,32'} = \frac{25}{\sin 8°03'} = \frac{\text{কঘ}}{\sin 151°25'}$$

অতএব, কগ = 62.62 m এবং কঘ = 85.41m

$\angle$খঘগ = 102°42′ + 20°32′ = 123°14′

$\angle$গখঘ = 180°00′ – (123°14′ + 25°10′)
= 180°00′ – 158°24′
= 21°36′

ত্রিভুজ খগঘ বিবেচনায়

$$\frac{\text{খঘ}}{\sin 35°\,10'} = \frac{25}{\sin 21°36'} = \frac{\text{খগ}}{\sin 123°14'}$$

অতএব, খঘ = 39.11 m এবং খগ = 56.81m

ত্রিভুজ কখগ বিবেচনায়

কখ $= \sqrt{(62.62)^2 + (56.81)^2 - 2 \times 62.62 \times 56.81 \times \cos 116°15'}$
= 101.46 m.

নিরীক্ষা ঃ

ত্রিভুজ কখঘ বিবেচনায়

কখ $= \sqrt{(39'11)^2 + (85.41)^2 - 2 \times 39'11 \times 85'41 \times \cos 102°42'}$
= 101.46 m (সঠিক)

১৮.৩ বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নিরূপণ (Computation of area of close traverse) ঃ

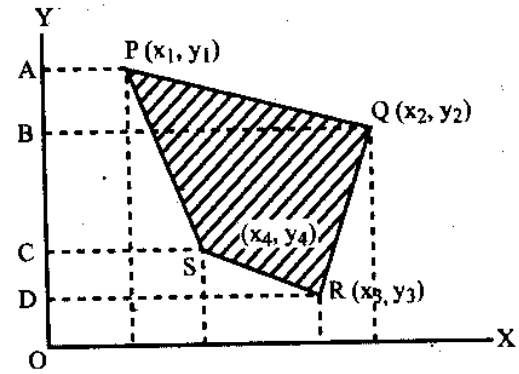
নিচে বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতি আলোচনা করা হলো। সাধারণত তিনটি পদ্ধতিতে বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নিরূপণ করা হয় ঃ

(ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে (By coordinate method)

(খ) অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব পদ্ধতি (L and D. M. D) (Latitude and double meridian distance method)

(গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতিতে (By departure and total latitude method)

(ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে ঃ



চিত্রঃ ১৮.১৭

মনে করি, PQRS বদ্ধ ঘেরটির P,Q R, S, স্টেশনগুলোর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (X_1, Y_1), $(X_2\ Y_2)$, (X_3, Y_3) (X_4, Y_4) এবং উক্ত ঘেরটির ক্ষেত্রফল A. (চিত্রঃ ১৮.১৭)।

অতএব A = (A P Q B এর ক্ষেত্রফল) + (BQRD এর ক্ষেত্রফল) – (RDCS এর ক্ষেত্রফল) – (CSPA এর ক্ষেত্রফল)

$$= \left[\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)(Y_1 - Y_2)\right] + \left[\left(\frac{x_2 + x_3}{2}\right)(Y_2 - Y_3)\right] - \left[\left(\frac{x_4 + x_3}{2}\right)(Y_4 - Y_3)\right] - \left[\left(\frac{x_1 + x_4}{2}\right)(Y_1 - Y_4)\right]$$

$$= \frac{1}{2}\ [(x_1 + x_2)(Y_1 - Y_2) + (x_2 + x_3)\ (Y_2 - Y_3)] - \frac{1}{2}\ [(x_4 + x_3)\ (Y_4 - Y_3) + (x_1 + x_4)\ (Y_1 - Y_4)]$$

$$= \frac{1}{2}\ (x_1 + x_2)\ (Y_1 - Y_2) + (x_2 + x_3)\ (Y_2 - Y_3) - (x_4 + x_3)\ (Y_4 - Y_3) - (x_1 + x_4)\ (Y_1 - Y_4)]$$

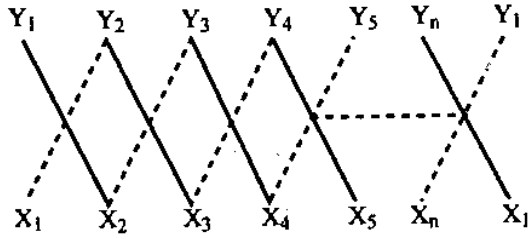
সরল করে

$$= \frac{1}{2}\ [Y_1(x_2 - x_4) + Y_2\ (x_3 - x_1) + Y_3(x_4 - x_2) + Y_4(x_1 - x_3)]$$

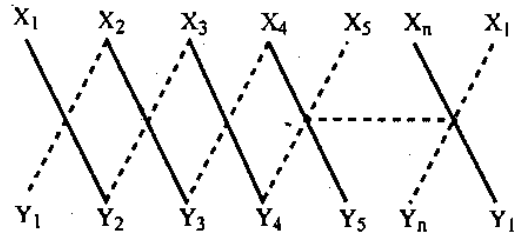
সাধারণ সূত্রে রূপান্তর করলে

$$A = \frac{1}{2}\ [Y_1(x_2 - x_n) + Y_2\ (x_3 - x_1) + Y_3(x_4 - x_2) + \ldots\ldots + Y_n(x_1 - x_{n-1})]$$

স্থানাংক নিয়ন্ত্রক আকারে সাজিয়েও ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা যায়। (চিত্র ১৮.১৮ ও ১৮.১৯)।



চিত্র ঃ ১৮.১৮



চিত্র ঃ ১৮.১৯

$$A = \frac{1}{2}\ [(Y_1x_2 + Y_2x_3 + y_3x_4 + \ldots\ldots + y_n\, x_1) - (x_1Y_2 + x_2Y_3 + \ldots\ldots + x_ny_1)]$$

উক্ত পদ্ধতিতে ক্ষেত্রফল নির্ণয় করার নিয়মাবলি ঃ

(i) ঘেরটির সকল স্টেশনের স্থানাঙ্ক স্বতন্ত্র স্থানাঙ্কে নির্ণয় করতে হবে। যেন বদ্ধ ঘেরটির প্রত্যেকটি স্টেশনের স্থানাঙ্ক ধনাত্মক হয় অর্থাৎ সকল অক্ষাংশের উত্তরায়ণ এবং সকল দ্রাঘিমাংশের পূর্বায়ন ঘটে এর ফলে ঘেরটি প্রথম কোয়াড্রেন্টে অবস্থান করবে।

(ii) এরপর উপর্যুক্ত সূত্রের সাহায্যে ঘেরটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে হবে।

(iii) নির্ণীত ক্ষেত্রফল +/ – বিবেচ্য হবে না অর্থাৎ ফল (+) বোধক বিবেচ্য।

(খ) অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব পদ্ধতি (L and D. M. D) ঃ

কোন বদ্ধ ঘেরের সর্ব পশ্চিমের স্টেশন বিন্দু দিয়ে অতিক্রান্ত উত্তর রেখাকে মধ্যরেখা ধরে এটা হতে বদ্ধ ঘেরের কোন বাহুর মধ্যবিন্দু পর্যন্ত লম্ব দূরত্বকে লংগিটিউড (Longitude) বা মধ্যরেখা দূরত্ব (Meridian distance) বলা হয়।

কোন বাহুর দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব বলতে উক্ত রেখার উভয় প্রান্তের মধ্যরেখা দূরত্বের সমষ্টিকে বুঝায়। (চিত্রঃ ১৮.২০)।

চিত্রে ($MD_c + MD_D$) সমান CD বাহুর দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব এবং MD_3 হলো DC বাহুর মধ্যরেখা দূরত্ব।

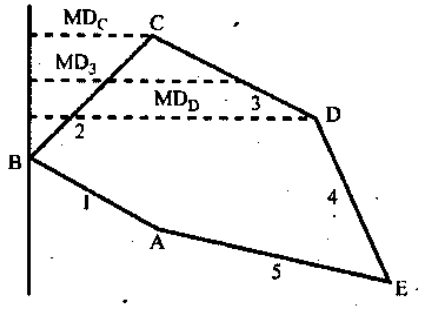
দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব নিরূপণের নিয়ম ঃ

(i) কোন বদ্ধ ঘেরের প্রথম রেখার দ্রাঘিমাংশই উক্ত রেখার D. M. D.।

(ii) পরবর্তী যে কোন রেখার D. M. D সমান (ঐ বাহুর পূর্ববর্তী বাহুর D. M. D + দ্রাঘিমাংশ) + (ঐ বাহুর দ্রাঘিমাংশ)।

(iii) বদ্ধ ঘেরের সমাপ্তি বাহুর D. M. D এর দ্রাঘিমাংশের সমান কিন্তু চিহ্ন (±) বিপরীত হবে।

L and D. M. D. পদ্ধতিতে ক্ষেত্রফল বের করার নিয়ম–



চিত্রঃ ১৮.২০

(i) প্রত্যেক বাহুর D. M. D কে ঐ বাহু অক্ষাংশ দিয়ে গুণ করতে হবে।

(ii) গুণফলগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি নির্ণয় করলে বদ্ধ ঘেরটির ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে বিধায় দু' দিয়ে ভাগ করলে ঘেরটির ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে।

(iii) প্রাপ্ত ক্ষেত্রফলে ঋণাত্মক চিহ্নের গুরুত্ব থাকবে না।

(iv) অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের (±) চিহ্নের প্রতি সতর্ক থাকতে হবে।

(গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতি ঃ

দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতিতে ক্ষেত্রফল নিরূপণের জন্য যে কোন স্টেশনকে স্মারক স্টেশন ধরে মোট অক্ষাংশ হিসাব করা হয়।

নিয়মাবলি ঃ

(i) প্রতিটি স্টেশনের মোট অক্ষাংশ নির্ণয় করতে হয়।

(ii) প্রত্যেক স্টেশনে মিলিত বাহুদ্বয়ের দ্রাঘিমাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি নির্ণয় করতে হয়।

(iii) প্রত্যেক স্টেশনের মোট অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের গুণফল নির্ণয় করতে হয়।

(iv) গুণফলগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল ঘেরটির ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ হবে বিধায় দু' দিয়ে ভাগ করলে ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে।

নিচে একটি বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নিরূপণের প্রক্রিয়া দেখানো হলো–

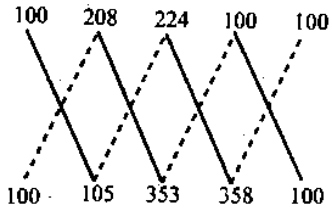
উদাহরণ-০১। PQRS একটি বদ্ধ ঘেরের অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ (মিটারে) নিচের সারণিতে দেখানো হলো। এর ক্ষেত্রফল (ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতি (খ) L and D. M. D. পদ্ধতি ও (গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতিতে নির্ণয় কর।

বাহু	অক্ষাংশ		দ্রাঘিমাংশ	
	N	S	E	W
PQ	108		5	
QR	16		248	
RS		124	5	
SP	0			258

সমাধান ঃ

(ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে ঃ

বাহু	অক্ষাংশ	দ্রাঘিমাংশ	স্টেশন	স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক	
				N (y)	E (x)
			P	100 (ধরি)	100 (ধরি)
PQ	+ 108	+ 5			
QR	+ 16	+ 248	Q	208	105
RS	– 124	+ 5	R	224	353
SP	0	–258	S	100	358
			P	100	100



চিত্রঃ ১৮.২১

$$A = \frac{1}{2}\left[(100\times105+208\times353+224\times358+100\times100)-(100\times208+105\times224+353\times100+358\times100)\right]$$

$$= \frac{1}{2}(174116-115420) = \frac{1}{2}(58696)$$

= 29348 বর্গমিটার

= 2.9348 হেক্টর।

(খ) L and D. M. D **পদ্ধতিতে ঃ**

বাহু	অক্ষাংশ (L)	দ্রাঘিমাংশ (D)	D.M.D. (m)	ক্ষেত্রফল = (± L × D.M.D) ÷ 2 (বর্গমিটার)
PQ	+ 108	+ 5	5	+ 270
QR	+ 16	+ 248	(5 + 5 + 248) = 258	+ 2064
RS	– 124	+ 5	(258 + 248 + 5) = 511	– 31682
SP	0	–258	(511+ 5 – 258) = 258	0
মোট = 29348				

নির্ণেয় ক্ষেত্রফল = 29348 বর্গমিটার = 2.9348 হেক্টর

(গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতি ঃ

১ বাহু	২ অক্ষাংশ (L)	৩ দ্রাঘিমাংশ (D)	৪ স্টেশন	৫ মোট অক্ষাংশ	৬ সন্নিহিত বাহুর দ্রাঘিমাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি	ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ (5x6 কলাম)
PQ	+ 108	+5				
			Q	+108	+253	+27324
QR	+16	+248				
			R	+124	+253	+31372
RS	–124	+5				
			S	0	–253	0
SP	0	–258				
			P	0	–253	0
		+5				
মোট দ্বিগুণ ক্ষেত্রফল = 58696						

নির্ণেয় ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times 58696 = 29348$ বর্গমিটার

$= 2.9348$ হেক্টর।

উদাহরণ-০২। নিম্নবর্ণিত কখগঘক বদ্ধ ট্রাভার্সের বিভিন্ন বাহুর অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ হতে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

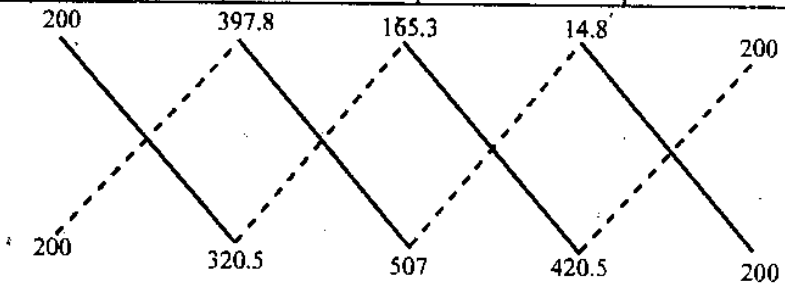
[বাকাশিবো- ২০০৫, ১৩]

কখ	**197.8N**	**120.5E**
খগ	**232.5S**	**186.5E**
গঘ	**150.5S**	**86.5W**
ঘক	**185.2N**	**220.5W**

সমাধান ঃ নিম্নের যে কোন এক নিয়মে ক্ষেত্রফল নির্ণয় করলেই হবে।

(ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতি ঃ

বাহু	অক্ষাংশ	দ্রাঘিমাংশ	স্টেশন	স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক	
				N (Y)	E (X)
			ক	200 (ধরি)	200 (ধরি)
কখ	+ 197.8	+ 120.5	খ	397.8	320.5
খগ	– 232.5	+ 186.5	গ	165.3	507
গঘ	– 150.5	– 86.5	ঘ	14.8	420.5
ঘক	+ 185.2	– 220.5	ক	200	200



চিত্র ঃ ১৮.২২

নির্ণেয় ক্ষেত্রফল, $A = \frac{1}{2}$ [(200 × 320.5 + 397.8 × 507 + 165.3 × 420.5 + 14.8 × 200)

– (200 × 397.8 + 320.5 × 165.3 + 507 × 14.8 + 420.5 × 200)]

= 57055.5 বর্গমিটার।

(খ) অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব (L and D.M.D) পদ্ধতি ঃ

বাহু	অক্ষাংশ (L)	দ্রাঘিমাংশ (D)	D.M.D (মিটার)	ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ [L × DMD] (বর্গমিটার)
কখ	+ 197.8	+120.5	120.5	11917.45
খগ	– 232.5	+ 186.5	120.5 + 120.5 + 186.6 = 427.5	–4969.875
গঘ	– 150.5	– 86.5	427.5 + 186.5 – 86.5 = 527.5	– 39694.375
ঘক	+ 185.2	– 220.5	527.5 – 86.5 – 220.5 = 220.5	20418.3
ক্ষেত্রফলগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি = মোট ক্ষেত্রফল (± বিবেচ্য নয়)				57055.5 বর্গমিটার

(গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতি ঃ

1	2	3	4	5	6	
বাহু	অক্ষাংশ (L)	দ্রাঘিমাংশ (D)	স্টেশন	মোট অক্ষাংশ	স্টেশনের মিলিত বাহুদ্বয়ের দ্রাঘিমাংশের বীজগাণিতিক সমষ্টি	ক্ষেত্রফল (বর্গমিটার) (কলাম 5 × কলাম 6) ÷ 2
কখ	+ 197.8	+ 120.5	খ	+ 197.8	+ 307.00	+ 30362.30
খগ	– 232.5	+ 186.5	গ	– 34.7	+ 100.00	– 1735.00
গঘ	– 150.5	– 86.5	ঘ	– 185.2	– 307.00	+ 28428.20
ঘক	+ 185.2	– 220.5	ক	0	– 100.00	0
ক্ষেত্রফলগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি = মোট ক্ষেত্রফল (+ বিবেচ্য নয়)						57055.5 বর্গমিটার

অনুশীলনী–১৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ত্রিকোণমিতিক সম্পর্কের ভিত্তিতে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ অক্ষাংশ (L) = $\ell \cos\theta$

দ্রাঘিমাংশ (D) = $\ell \sin\theta$

এখানে ℓ বাহুর দৈর্ঘ্য এবং θ বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং।

২। **কোন রেখার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ যথাক্রমে L ও D হলে হ্রাসকৃত বিয়ারিং কত হবে?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ হ্রাসকৃত বিয়ারিং, $\theta = \tan^{-1}\frac{L}{D}$

৩। **শূন্য অক্ষাংশে বিশিষ্ট রেখার বিয়ারিং কত?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ শূন্য অক্ষাংশ = $L\cos\theta = 0$ $\therefore \theta = 90°$ (θ = হ্রাসকৃত বিয়ারিং) নির্ণেয় পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং = 90°

৪। **বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়।

(ক) স্থানাংক পদ্ধতি

(খ) অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব পদ্ধতি

(গ) দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতি।

৫। **একটি ত্রিভুজের দুটি বাহুর দৈর্ঘ্য P ও Q এবং বাহুদ্বয়ের অন্তরভুক্ত কোণ θ হলে, তৃতীয় বাহুর দৈর্ঘ্য কত?**

উত্তর ঃ তৃতীয় বাহুর দৈর্ঘ্য = $\sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ\cos\theta}$

৬। **মধ্যরেখা দূরত্ব বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ কোন বদ্ধ ঘেরের সর্ব পশ্চিমের স্টেশনগামী উত্তর রেখা হতে উক্ত ঘেরের যে কোন বাহুর মধ্যবিন্দু পর্যন্ত লম্ব দূরত্বকে মধ্যরেখা দূরত্ব বা লংগিটিউড বলা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **স্থানাংক পদ্ধতিতে বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের নিয়মাবলি উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব পদ্ধতিতে বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের নিয়মাবলি উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **দ্রাঘিমাংশ ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতিতে বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের নিয়মাবলি উদ্ধৃত কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। AB রেখার A ও B বিন্দুর স্থানাংক যথাক্রমে (1N, 1E) ও (2S, 3W) হলে AB রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

(উত্তর ঃ দৈর্ঘ্য 5 একক, বিয়ারিং = 143°7′48.37″)

৫। ABC ত্রিভুজের A, B, C বিন্দুত্রয়ের স্বতন্ত্র স্থানাংক যথাক্রমে (0, 0), (3, 0) ও (0, 4) ত্রিভুজটির ক্ষেত্রফল কত?

[উত্তর ঃ 6 বর্গ একক]

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ঘের জরিপের বিভিন্ন সমস্যা সম্পর্কে আলোচনা কর।**

[উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.১ দ্রষ্টব্য]

২। **বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের (ক) স্থানাংক পদ্ধতি (খ) অক্ষাংশ ও দ্বিগুণ মধ্যরেখা দূরত্ব পদ্ধতি ও (গ) দ্রাঘিমা ও মোট অক্ষাংশ পদ্ধতি আলোচনা কর।**

[উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.৩ দ্রষ্টব্য]

৩। OPQRS একটি বদ্ধ ঘের। নিম্নের তথ্যাদির ভিত্তিতে PQ বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
OP	200	80°
PQ	?	?
QR	150	255°
RS	180	225°
S0	110	180°

[উত্তর ঃ 252.82 মি. 17°18′24°63′′]

৪। একটি ঘের দিতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। AB বাহুর মধ্য বিন্দু P এবং CD বাহুর উপর D হতে 30 মিটার দূরে Q বিন্দু। QP সংযোজিত রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
AB	440	90°
BC	330	180°
CD	250	270°

∠PQC কত হবে। [উত্তর ঃ 330 মি. 0°90′]

৫। নিম্নের তথ্যাদি হতে PR ও PS রেখার বিয়ারিং ও দৈর্ঘ্য এবং ∠PRQ ও ∠PSR এর মান নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
PQ	100	330°20′
QR	80	20°25′
RS	120	110°07′

[উত্তর ঃ PR = 163.30 মি., PS = 151.13 মি., PR এর বিয়ারিং = 352° 24′10′′, PS এর বিয়ারিং = 37°03′50′′, ∠PRQ = 28°0′50′′ ∠PSR = 73°3′10′′]

৬। নিম্নের দেয়া তথ্যাদির ভিত্তিতে PQR ST ঘেরটির ক্ষেত্রফল (ক) স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে (খ) L and D.M.D পদ্ধতিতে এবং গ) দ্রাঘিমাংশ এবং মোট অক্ষাংশ পদ্ধতিতে নির্ণয় কর।

বাহু	অক্ষাংশ (মি.)		দ্রাঘিমাংশ (মি.)	
	N	S	E	W
PQ	100		100	
QR		50		50
RS	20			20
ST		40		40
TP		30	10	

[উত্তর ঃ 1800 ব.মি.]

৭। PQRS চতুর্ভুজের RS = 300m, ∠ PSR = 102°30′, ∠QSR = 26°10′, ∠ PRS = 21°27′, ∠QRS = 18°26′ । PQ রেখার দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 443.220 m]

অধ্যায়-১৯ থিওডোলাইট ঘের জরিপে ভ্রান্তির উৎস (Sources of Errors in Theodolite Traversing)

১৯.১ থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎস (The sources of errors in theodolite work) ঃ

থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎসগুলোকে তিনভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

(ক) যান্ত্রিক (Instrumental)

(খ) ব্যক্তিগত বা পর্যবেক্ষণজনিত (Personal or observational)

(গ) প্রাকৃতিক (Natural)

(ক) যান্ত্রিক ঃ যান্ত্রিক ভ্রান্তি তিন ধরনের হতে পারে, যথা–

(i) যন্ত্রের সমন্বয়নজনিত ভ্রান্তি

(ii) যন্ত্রের কাঠামোগত ত্রুটিজনিত ভ্রান্তি

(iii) যন্ত্রের ক্ষয়জনিত ভ্রান্তি।

(ক) যান্ত্রিক ভ্রান্তির উৎসগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) পাত লেভেলের বাবল সঠিক সমন্বয়নে না থাকা;

(ii) কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অক্ষের সাথে লম্বভাবে অবস্থান না করা;

(iii) অনুভূমিক অক্ষ ও উল্লম্ব অক্ষ পরস্পরের সাথে লম্বভাবে না থাকা;

(iv) দুরবিনের বাবল অক্ষ কলিমেশন রেখার সমান্তরালে না থাকা;

(v) যন্ত্রের অন্তঃস্থ অক্ষ ও বহিঃস্থ অক্ষ সমকেন্দ্রিক না হওয়া;

(vi) অনুভূমিক ভার্নিয়ারগুলো এক কেন্দ্রিক না হওয়া;

(vii) স্কেলগুলোর দাগ কাটা সঠিক না হওয়া;

(viii) ডায়াফ্রামের খাড়া হেয়ার খাড়া ও সোজা না থাকা;

(ix) উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ার সঠিক সমন্বয়নে না থাকা;

(x) যন্ত্রের স্কেলগুলোর দাগ মুছে যাওয়া;

(xi) যন্ত্রের পাঠ গ্রহণে সহায়ক কোন অঙ্গের ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়া।

(খ) ব্যক্তিগত বা পর্যবেক্ষণজনিত ভ্রান্তি ঃ

এ ভ্রান্তি দু' ধরনের হতে পারে, যথা–

১। যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি;

২। যন্ত্র তাক করা ও পাঠ নেয়াজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি।

১। যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি নিম্নরূপ–

(i) স্টেশনে যন্ত্র যথাযথভাবে সেন্টারিং না করা,

(ii) যথাযথভাবে লেভেলিং না করা,

(iii) যন্ত্র তেপায়ার মাথায় পিছলে যাওয়া,

(iv) ভুলে ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরিয়ে দেয়া।

২। তাক করা বা পাঠ গ্রহণজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি নিম্নরূপ–

(i) সঠিকভাবে পর্যবেক্ষিত বিন্দুকে ছেদ না করা,

(ii) রেঞ্জিং রড প্রকৃত উল্লম্বভাবে না ধরা,

(iii) রেঞ্জিং রড বা খুঁটি স্থানচ্যুত হওয়া,

(iv) যথাযথভাবে প্যারালাক্স দূর না করা।

(গ) প্রাকৃতিক ভ্রান্তির উৎস নিম্নরূপ ঃ

(i) বায়ুপ্রবাহের প্রভাবে যন্ত্রে কম্পন সৃষ্টি হওয়া,

(ii) প্রতিসরণ প্রভাবের ফলে ভ্রান্তি,

(iii) প্রখর সূর্যরশ্মির জন্য যন্ত্রে বিকিরণ হওয়া,

(iv) যন্ত্রের বিভিন্নাংশে অসম সম্প্রসারণ ঘটা,

(v) মৃত্তিকায় তেপায়া অসমভাবে ডেবে যাওয়া।

১৯.২ থিওডোলাইট জরিপে সাধারণ ভুলের তালিকা (List of mistakes in theodolite work) ঃ

নিচে থিওডোলাইট জরিপে সাধারণ ভুলের তালিকা দেয়া হলো--

(i) ভার্নিয়ারে ভুল পাঠ নেয়া,

(ii) সঠিক ভার্নিয়ারে পাঠ গ্রহণ না করা,

(iii) ভুল অনুভূমিক স্কেলে পাঠ নেয়া,

(iv) ভুল ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরানো,

(v) ভুল স্টেশনে যন্ত্র তাক করা এবং স্টেশনে সেন্টারিং না করা,

(vi) গৃহীত পাঠ লেখতে ভুল করা,

(vii) অন্যান্য ভুল।

১৯.৩ থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তি ও ভুল পরিহার করার উপায় (The way to avoid errors and mistakes in theodolite work) ঃ

যান্ত্রিক ভ্রান্তি পরিহারের উপায় ঃ

১। পাত লেভেল সঠিক সমন্বয়ে না থাকাজনিত ভ্রান্তি ঃ পাত লেভেল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় যদি উর্ধ্বপাত ও নিম্নপাত প্রকৃত অনুভূমিক অবস্থায় না থাকে তবে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ প্রকৃত উল্লম্ব অবস্থায় থাকে না, সাথে সাথে যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষও অনুভূমিক তলে না থেকে একটি ঢালু তলে থাকে। ফলত অনুভূমিক কোণের পরিমাপ অনুভূমিক তলের পরিবর্তে একটি ঢালু তলে গ্রহণ করা হয়। এরূপ অবস্থায় অস্থায়ী সমন্বয়ের নিয়মানুযায়ী যন্ত্রটিকে সমন্বয়ন করে অনুভূমিক তলে 180° ঘুরিয়ে যদি দেখা যায় যে বিভিন্ন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে থাকে না অর্থাৎ যন্ত্রটিকে লেভেলিং করা যায় না, তবে বুঝা যাবে যন্ত্রটির পাত লেভেলের সমন্বয়ন সম্ভব নয়। এরূপ ক্ষেত্রে যন্ত্রের মুখ পরিবর্তন করেও এ ত্রুটি পরিহার করা সম্ভব হয় না। তাই যন্ত্রটির স্থায়ী সমন্বয়ন করতে হয়।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে, যদি যন্ত্রটির অ্যালটিটিউড লেভেল সমন্বয়ন করা সম্ভব হয়, তবে সমন্বয়নকৃত উক্ত লেভেলের সাপেক্ষে অনুভূমিক কোণ পরিমাপ করা যেতে পারে। কিন্তু এ পদ্ধতিটি সময় ক্ষেপণ করে এবং খুব সুবিধাজনক নয় বিধায় এর তেমন প্রয়োগ হয় না।

২। কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অক্ষের সাথে লম্বভাবে অবস্থান না করাজনিত ভ্রান্তি ঃ যদি যন্ত্রের কলিমেশন রেখা যন্ত্রের প্রকৃত অনুভূমিক অক্ষের সাথে লম্বভাবে অবস্থান না করে তবে দুরবিন উল্লম্ব তলে উঁচু নিচু করলে এটা উল্লম্ব তলে উঠানামা না করে একটি 'কোন' (Cone) তলে উঠানামা করে। যদি অগ্রবর্তী ও পশ্চাৎ পাঠের এ ঢালু কোণের পরিমাণ সমান না হয় তাহলে অনুভূমিক কোণ পরিমাপে ভ্রান্তি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে যন্ত্রে উভয়মুখী পাঠ গ্রহণ করে গড় মান নিয়ে এ ভ্রান্তি অনেকাংশে দূর করা যায়।

৩। অনুভূমিক অক্ষ ও উল্লম্ব অক্ষ পরস্পরের সাথে লম্বভাবে না থাকাজনিত ভ্রান্তি ঃ যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ ও অনুভূমিক অক্ষ প্রকৃতভাবে পরস্পরের উপর লম্বভাবে না থাকলে দুরবিন উঠানামা করালে কলিমেশন রেখা একটি ঢালু তলে সঞ্চালিত হয়। এতে পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠে অনুভূমিক কোণের মান ভিন্ন মান হলে ভ্রান্তির উদ্ভব ঘটে। উভয়মুখী পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে গড় মান গ্রহণ করে এ ভ্রান্তি অনেকাংশে পরিহার করা যায়।

৪। যন্ত্রের অন্তঃঅক্ষ ও বহিঃঅক্ষের কেন্দ্র বিচ্যুতিজনিত ভ্রান্তি ঃ অনুভূমিক বৃত্তের প্রধান স্কেল ও ভার্নিয়ার স্কেল এর কেন্দ্র এক বিন্দুতে না হলে এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। একাধিক ভার্নিয়ারে পাঠ গ্রহণ করে গড় পাঠমান নিলে এ ভ্রান্তি হতে মুক্ত হওয়া যায়।

৫। ভার্নিয়ারের বিচ্যুতিজনিত ভ্রান্তি ঃ যদি ভার্নিয়ারদ্বয়ের (দু' ভার্নিয়ারের থিওডোলাইটে) শূন্যদ্বয় একই ব্যাসের প্রান্তে পরস্পর 180° দূরে না থাকে তবে এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে ভার্নিয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী পাঠমান যদিও অপরিবর্তনীয় কিন্তু 180° নয়। এ ভ্রান্তি উভয় ভার্নিয়ারে পাঠমান নিয়ে গড় মান নিলে দূর হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, যদি ভার্নিয়ারের বিচ্যুতি থাকে এবং একই ভার্নিয়ারে প্রাথমিক ও চূড়ান্ত পাঠমান নেয়া হয় তবে কোন ত্রুটি থাকে না।

৬। অনুভূমিক বৃত্তের স্কেলের দাগ যথার্থভাবে না হওয়াজনিত ভ্রান্তি ঃ যদি অনুভূমিক স্কেলে দাগগুলো সমদূরত্বে যথার্থভাবে দেয়া না থাকে তবে এর বিভিন্ন অংশে কৌণিক মান নিলে ভিন্ন ভিন্ন ফলাফল পাওয়া যায়। এ অবস্থায় স্কেলের 0° কে প্রাথমিক বিন্দু না ধরে স্কেলের বিভিন্নাংশে যেমন 0°, 120°, 240° ইত্যাদিকে প্রাথমিক বিন্দু ধরে পাঠ গ্রহণের পর গড়মান নিলে এ ভ্রান্তি মুক্ত হয়।

৭। উল্লম্ব বৃত্তের স্কেলে সূচক ভ্রান্তি ঃ অ্যালটিটিউড বাবল কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় উক্ত বাবল অক্ষ প্রকৃতভাবে অনুভূমিক অবস্থায় থাকে এবং এ অবস্থায় কলিমেশন রেখাও উক্ত বাবল অক্ষের সাথে প্রকৃতভাবে সমান্তরাল অবস্থান করে। যদি এ অবস্থায় উল্লম্ব স্কেলের ভার্নিয়ারে 0° পাঠ না হয়ে কোন পাঠমান পাওয়া যায় তবে এ পাঠকে সূচক ভ্রান্তি বলা হয়। উভয়মুখী পাঠ গ্রহণ করে গড় পাঠমান নিলে এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়। অথবা সূচক ভ্রান্তি সংশোধন করেও এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়।

৮। উল্লম্ব ক্রস হেয়ার যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের সাথে লম্ব না হওয়াজনিত ভ্রান্তি ঃ বস্তুকে ক্রস হেয়ারের বিভিন্নাংশে ছেদ করিয়ে পাঠমান নিলে এ ধরনের ভ্রান্তি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুতে ক্রস হেয়ারের একই অংশ (ছেদবিন্দু) সকল ক্ষেত্রে ছেদ করিয়ে পাঠমান গ্রহণ করলে এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়।

৯। ত্রুটিযুক্ত তেপায়া ব্যবহারে ভ্রান্তি ঃ যদি তেপায়া পর্যাপ্ত শক্ত, শক্তিশালী ও স্থায়িত্বশীল না হয় তবে থিওডোলাইট তেপায়ায় স্থাপনে বিঘ্ন ঘটিয়ে ভ্রান্তির সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে ভালোমানের তেপায়া ব্যবহার করে ভ্রান্তি পরিহার করা যায়।

ব্যক্তিগত বা পর্যবেক্ষণজনিত ভ্রান্তি পরিহারের উপায় ঃ

(ক) যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি ঃ

১। যথাযথভাবে যন্ত্র সেন্টারিং না করার জন্য ভ্রান্তি ঃ যদি যন্ত্র যথাযথভাবে স্টেশন বিন্দুর উপর (যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ স্টেশন বিন্দুর উপর) স্থাপন করা না হয় তবে অনুভূমিক কোণ পরিমাপে ভ্রান্তি দেখা দেয়। সেন্টারিং না হওয়াজনিত ভ্রান্তির পরিমাণ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্বের উপর অনেকটা নির্ভর করে। সুদূরের লক্ষ্যবস্তুর কোণ পরিমাপের ক্ষেত্রে এটা তেমন কোন প্রভাব ফেলে না। কিন্তু স্বল্প দূরত্বের লক্ষ্যবস্তুর কোণ পরিমাপে সেন্টারিং অবশ্যই যথাযথভাবে করতে হবে।

২। যথাযথ লেভেলিং না করার কারণে ভ্রান্তি ঃ লেভেল টিউবের বাবল কেন্দ্রে না থাকলে এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। কাজেই যন্ত্রে কাজ করার সময়ে বার বার লেভেল বাবল দেখে নিয়ে লেভেলিং যথার্থ অবস্থায় থাকাকালে পাঠ গ্রহণ করতে হবে। তবে একটি কোণ মাপা আরম্ভের পূর্বে এবং মাপার পরে লেভেলিং করাই গ্রহণযোগ্য। অর্থাৎ কোণ মাপার মধ্যে লেভেলিং করা উচিত নয়।

৩। স্ক্রুর স্লিপের জন্য ভ্রান্তি ঃ যদি ক্ল্যাম্প স্ক্রু যথার্থভাবে আটকিয়ে (Tighter) দেয়া না হয় তবে এ ধরনের ভ্রান্তি দেখা দেয়। এ ভ্রান্তির মাত্রা স্ক্রুর পিছলিয়ে যাওয়ার (Slip) পরিমাণের উপর নির্ভর করে। সকল স্ক্রু যথাযথভাবে আটকিয়ে দিলে এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়। তবে কখনও স্ক্রু অস্বাভাবিক দৃঢ় করে আটকানো উচিত নয়। যন্ত্র তেপায়ার মাথায় যথাযথভাবে না আটকালেও স্লিপজনিত ভ্রান্তি দেখা দিতে পারে। এক্ষেত্রে তেপায়ার সাথে যন্ত্র যথাযথভাবে আটকাতে হবে।

৪। ট্যানজেন্ট স্ক্রুর অসতর্ক ব্যবহারজনিত ভ্রান্তি ঃ স্ব স্ব ক্ষেত্রে ক্ল্যাম্প স্ক্রু আটকানোর পরই ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরাতে হয়। এর ব্যতিক্রম ঘটলেই এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। পশ্চাৎ পাঠ নেয়ার সময় লোয়ার ট্যানজেন্ট স্ক্রু এবং অগ্রবর্তী পাঠ নেয়ার সময়ে আপার ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করলে এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়।

(খ) তাক করা ও পাঠ গ্রহণ করা জনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি ঃ

১। ভার্নিয়ার পাঠ যথাযথভাবে গ্রহণ না করার জন্য ভ্রান্তি ঃ ভার্নিয়ার পাঠ অত্যন্ত সতর্কতার সাথে গ্রহণ করতে হয়। অত্যধিক নিখুঁততার সাথে পাঠ গ্রহণের জন্য ম্যাগনিফায়িং গ্লাস ব্যবহার করে চক্ষু সরাসরি ভার্নিয়ার বরাবর রেখে পাঠ গ্রহণ করা উচিত। অবশ্য পুনরাবৃত্তি পদ্ধতিতে কৌণিক পরিমাপ নিলে এ ভ্রান্তি পরিহার করা যায়।

২। **যথাযথভাবে যন্ত্র তাক না করার কারণে ভ্রান্তি ঃ** উল্লম্ব ক্রস হেয়ার লক্ষ্যবস্তু বা স্টেশন বিন্দুতে যথাযথভাবে ছেদ না করে পাঠ গ্রহণের কারণে এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। তা ছাড়াও স্টেশন বিন্দুতে পোঁতা রেঞ্জিং রড উল্লম্বভাবে না থাকলে এবং রেঞ্জিং রডের যে কোন অংশে তাক করে পাঠ গ্রহণ করলে এ ভ্রান্তি দেখা দেয়। এ ভ্রান্তি পরিহারের জন্য স্টেশনে ওলন ঝুলিয়ে ওলনের উল্লম্ব সুতার সাথে খাড়া ক্রস হেয়ার ছেদ করে বা ভূমিতে স্টেশন বিন্দুকে ছেদ করে (যদি সম্ভব হয়) পাঠ গ্রহণ করা যায়।

৩। **প্যারালাক্স ত্রুটি ঃ** প্যারালাক্স ত্রুটি পরিহারের জন্য কাজের প্রারম্ভে অভিনেত্রে ক্রস হেয়ার ফোকাস করে নিতে হবে এবং লক্ষ্যবস্তুকে অভিলক্ষ্য কাচে যথাযথ ফোকাস করে তাক করতে হবে।

প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট ভ্রান্তি পরিহারের উপায় ঃ

১। **বায়ুপ্রবাহের জন্য কম্পনজনিত ভ্রান্তি ঃ** প্রবল বায়ুপ্রবাহ যন্ত্রে কম্পন সৃষ্টি করে এবং কাজে অসুবিধার সৃষ্টি করে। এটা ছাড়াও প্রবল বাতাস ওলনের সুতাকে স্টেশন বিচ্যুত করে এবং সেন্টারিং করা কষ্টকর হয়। এ ভ্রান্তি পরিহারের জন্য যন্ত্রের উপর অস্থায়ী শেড দেয়া যেতে পারে। তবে এ অবস্থায় জরিপ কাজ বন্ধ রাখাই উত্তম।

২। **তাপমাত্রার কারণে ভ্রান্তি ঃ** অধিক তাপমাত্রার কারণে থিওডোলাইটের বিভিন্ন অংশে অসম প্রসারণের ফলে এ ভ্রান্তি ঘটে থাকে। এক্ষেত্রে যন্ত্রকে তাপ ও ঠাণ্ডার হাত হতে রক্ষার মাধ্যমে ভ্রান্তি পরিহারের জন্য যন্ত্রে 'শেড' দেয়া যায়।

৩। **প্রতিসরণ প্রভাবের ফলে ভ্রান্তি ঃ** যখন দৃষ্টি রেখা ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন করতে হয় এবং আলোর প্রতিসরণের কারণে সিগন্যালে আলোর বিকিরণ প্রতিফলিত হয় তখন যথাযথভাবে স্টেশনকে ছেদ করা যায় না এবং পাঠমাপ সঠিক পাওয়া যায় না। এ অবস্থায় ভ্রান্তি পরিহারের জন্য দৃষ্টি রেখা ভূপৃষ্ঠ হতে যথাসম্ভব উপরে রাখতে হয় এবং ইমারত, চুল্লি, বৃহৎ জঙ্গল ইত্যাদি হতে যথাসম্ভব দূরে স্টেশন নির্বাচন করতে হয়।

৪। **নরম মাটিতে তেপায়া ডেবে যাওয়ার ফলে ভ্রান্তি ঃ** যদি নরম মাটিতে তেপায়ার উপর যন্ত্র স্থাপন করা হয় তবে তেপায়া অসমভাবে ডেবে যেতে পারে। এক্ষেত্রে মাটিতে খুঁটি বসিয়ে তেপায়া স্থাপন করা যেতে পারে বা তেপায়ার নিচে ত্রিভুজ আকৃতির ফ্রেম দেয়া যেতে পারে।

ভুল পরিহার করার উপায় ঃ

১। **ভার্নিয়ারে ভুল পাঠ নেয়া ঃ** অসতর্কভাবে ভার্নিয়ার পাঠ গ্রহণ করলে এ ভুল হয়ে থাকে। প্রধান স্কেল হতে চোখের আন্দাজে প্রধান স্কেলের ভগ্নাংশ পাঠ জেনে এরপর ভার্নিয়ার পাঠ পড়লে এ ভুল পরিহার করা যায়।

২। **সঠিক ভার্নিয়ারে পাঠ গ্রহণ না করা ঃ** অনুভূমিক স্কেলের ডাবল ভার্নিয়ারের ক্ষেত্রে অসতর্ক জরিপকর ভুল ভার্নিয়ারে পাঠ গ্রহণ করতে পারে আবার উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ারেও ভুল দিকে পাঠ গ্রহণ করতে পারে। এক্ষেত্রে প্রধান স্কেলের পাঠমান যেদিকে বৃদ্ধি পায় সেই দিকে যে ভার্নিয়ারের সংখ্যা মান বাড়ে সেই ভার্নিয়ারে পাঠমান পড়তে হবে।

৩। **ভুল অনুভূমিক স্কেলে পাঠ নেয়া ঃ** প্রায় সকল থিওডোলাইটের অনুভূমিক স্কেলে বামাবর্তে ও ডানাবর্তে পাঠমান লেখা থাকে। সাধারণত 180° এর কাছাকাছি কোণের মান পড়ার কালে জরিপকর ভুল দিকের অনুভূমিক স্কেল পড়তে পারে। এক্ষেত্রে যে ঈপ্সিত দিকে কোণ পরিমাপ করা হবে সেদিকে যে অনুভূমিক স্কেলের (ডানাবর্তে/বামাবর্তে) পাঠমান বৃদ্ধি পায় ঐ স্কেলে সতর্কতার সাথে পাঠ গ্রহণ করতে হবে।

৪। **ভুল ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরানো ঃ** অনভিজ্ঞ ও অসতর্ক জরিপকর ভুলে আপার ট্যানজেন্ট স্ক্রুর স্থলে লোয়ার ট্যানজেন্ট স্ক্রু ঘুরালে বা এর বিপরীত করলে পাঠমানে বৃহৎ ভুল হবে। এক্ষেত্রে পুনরাবৃত্তি পদ্ধতিতে কোণ পরিমাপ করলে সহজে ভুল ধরা পড়বে।

৫। **ভুল স্টেশনে যন্ত্র তাক করা বা স্টেশনে যন্ত্র সেন্টারিং না করা ঃ** অসতর্ক জরিপকর সঠিকভাবে যন্ত্র স্টেশনে সেন্টারিং না করতে পারে বা ঈপ্সিত স্টেশনে সঠিকভাবে যন্ত্র তাক না করতে পারে। এক্ষেত্রে জরিপকরের সতর্কতার মাধ্যমে ভুল পরিহার করা সম্ভব।

৬। **গৃহীত পাঠ লেখতে ভুল করা ঃ** এক্ষেত্রে ভুল পরিহারে লিপিবদ্ধকারীর সতর্কতাই যথেষ্ট। তবে লিপিবদ্ধকারী শব্দ করে মানগুলো পড়তে পড়তে লেখলে যন্ত্রচালক মানগুলো শুনতে পাবে এবং প্রয়োজনে লিপিবদ্ধকারীকে সজাগ করতে পারবে।

৭। **অন্যান্য ভুল ঃ** এছাড়াও উল্লম্ব কোণের পাঠ লেখতে উন্নতি কোণে (+) এবং অবনতি কোণে (−) চিহ্ন, সরণ কোণ লেখতে বাম/ডান না লিখা এবং হিজিবিজি অবস্থায় তথ্যাদি উপস্থাপন করা ইত্যাদি ভুলগুলো জরিপকর করে থাকে। এ সকল ক্ষেত্রে জরিপকরের সতর্কতা, সচেতনতা, সজাগ দৃষ্টিই ভুল পরিহারের জন্য কার্যকর ভূমিকা রাখতে পারে।

অনুশীলনী–১৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎসগুলোকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?** [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, থিওডোলাইটে ভ্রান্তির উৎস কয়টি ও কী কী?

উত্তর ঃ থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎসগুলো (ক) যান্ত্রিক (খ) ব্যক্তিগত বা পর্যবেক্ষণজনিত ও (গ) প্রাকৃতিক– এ তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

২। **থিওডোলাইট জরিপে যান্ত্রিক ভ্রান্তিকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?**

উত্তর ঃ থিওডোলাইট জরিপে যান্ত্রিক ভ্রান্তিকে (ক) যন্ত্রের সমন্বয়নজনিত ভ্রান্তি (খ) যন্ত্রের কাঠামোগত ত্রুটির কারণে ভ্রান্তি ও (গ) যন্ত্রের ক্ষয়জনিত ভ্রান্তি– এ তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

৩। **থিওডোলাইট জরিপে ব্যক্তিগত ভ্রান্তিকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?**

উত্তর ঃ থিওডোলাইট জরিপে ব্যক্তিগত ভ্রান্তিগুলোকে (ক) যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি ও (খ) যন্ত্র তাক করা ও পাঠ নেয়াজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তি– এ দু' ভাগে ভাগ করা যায়।

৪। **থিওডোলাইট জরিপে যান্ত্রিক ভ্রান্তির দু'টি উৎসের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ (ক) পাত লেভেলের বাবল সমন্বয়ে না থাকা ও
(খ) উল্লম্ব বৃত্তের ভার্নিয়ার সঠিক সমন্বয়ে না থাকা।

৫। **থিওডোলাইট জরিপে ব্যক্তিগত ভ্রান্তির দু'টি উৎসের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ (ক) স্টেশনে যন্ত্রকে যথাযথভাবে সেন্টারিং না করা ও
(খ) যথাযথভাবে প্যারালাক্স দূর না করা।

৬। **থিওডোলাইট জরিপে প্রাকৃতিক ভ্রান্তির দু'টি উৎসের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ (ক) বায়ুপ্রবাহে যন্ত্রে কম্পন সৃষ্টি হওয়া ও
(খ) আলোর প্রতিসরণ প্রভাবের ফলে ভ্রান্তি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **থিওডোলাইট জরিপে যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তির উৎসগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

২। **থিওডোলাইট জরিপে যন্ত্র তাক করা ও পাঠ গ্রহণজনিত ভ্রান্তির উৎসগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

৩। **থিওডোলাইট জরিপে প্রাকৃতিক ভ্রান্তির উৎসগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

৪। **থিওডোলাইট জরিপে যন্ত্র স্থাপনজনিত ব্যক্তিগত ভ্রান্তির উৎসগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

৫। **থিওডোলাইট জরিপে সাধারণ ভুলের তালিকা লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.২ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। থিওডোলাইট জরিপে যান্ত্রিক ভ্রান্তির উৎসগুলোর একটি তালিকা প্রণয়ন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

২। থিওডোলাইট জরিপে পর্যবেক্ষণজনিত ভ্রান্তির উৎসগুলোর একটি তালিকা উদ্ধৃত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১ দ্রষ্টব্য।

৩। থিওডোলাইট জরিপে যান্ত্রিক ভ্রান্তি পরিহারের উপায় সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৩ দ্রষ্টব্য।

৪। থিওডোলাইট জরিপে ব্যক্তিগত ভ্রান্তি পরিহারের উপায় সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। থিওডোলাইট জরিপে প্রাকৃতিক ভ্রান্তি পরিহারের উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৩ দ্রষ্টব্য।

৬। থিওডোলাইট জরিপে ভুলগুলো পরিহারের উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৩ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-২০ স্টেডিয়া বা টেকোমিটার জরিপের নীতি (Principle of Stadia or Tachometric Surveying)

২০.১ স্টেডিয়া জরিপের অর্থ (Meaning of stadia surveying) ঃ

টেকোমিটারের সাহায্যে স্টেডিয়া জরিপ করা হয়। টেকোমিটার জরিপ কৌণিক জরিপ বিজ্ঞানের একটি শাখা। জরিপ বিজ্ঞানের যে শাখায় শিকল বা ফিতার সাহায্যে অনুভূমিক বা উল্লম্ব দূরত্ব না মেপে শুধুমাত্র যান্ত্রিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্যাদি হতে কোন বস্তু বা বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব বা উচ্চতা নির্ণয় করা যায়, জরিপ বিজ্ঞানের এ শাখাকে টেকোমিটার জরিপ বলা হয়। টেকোমিটার জরিপ স্টেডিয়া পদ্ধতি ও স্পর্শকীয় পদ্ধতি এ দু' পদ্ধতিতে করা যায়। যখন টেকোমিটারের ডায়াফ্রামের স্টেডিয়া হেয়ারে প্রাপ্ত পাঠমানের সাহায্যে টেকোমিটার জরিপ করা হয়, তখন এটাকে স্টেডিয়া জরিপ বলা হয়। টেকোমিটারের সাহায্যে স্টেডিয়া জরিপ করার জন্য এর ডায়াফ্রামে কেন্দ্রীয় হেয়ারের উভয় পাশে সমান দূরত্বে দু'টি স্টেডিয়া হেয়ার থাকা আবশ্যক। বর্তমানে টেকোমিটার জরিপের স্পর্শকীয় পদ্ধতি একেবারেই অপ্রচলিত। তাই স্টেডিয়া জরিপই টেকোমিটার জরিপ নামে পরিচিত।

এ জরিপ দ্রুততার সাথে করা যায় কিন্তু এটি শিকল বা টেপের পরিমাপের তুলনায় কম নিখুঁত। যেখানে (বন্ধুর এলাকা, পাহাড়িয়া এলাকা, জলাভূমি, খাড়া ভূ-স্থানিক অবস্থা) রৈখিক পরিমাপ নেয়া ও সাধারণ লেভেলিং কার্য সম্পাদন করা কষ্টকর, অসুবিধাজনক ও ধীরগতিসম্পন্ন এবং নিখুঁত নয় সেখানে স্টেডিয়া জরিপ পদ্ধতি প্রয়োগ করলে সন্তোষজনকভাবে কার্য সম্পাদন করা সম্ভব। হাইড্রোগ্রাফিক জরিপ, রেলপথ, সড়ক পথ ও জলাধারের স্থান নির্বাচনের প্রাথমিক জরিপে এর ব্যাপক ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। কন্টুরিং এ এবং সূক্ষ্মতর জরিপের যাচাইকরণেও এ জরিপ করা হয়ে থাকে।

২০.২ স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা (Necessity of stadia surveying) ঃ

নিচে স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা উদ্ধৃত করা হলো–

(ক) সমোন্নতি মানচিত্র অংকনের জন্য তথ্যাদি সংগ্রহের নিমিত্ত;

(খ) হাইড্রোগ্রাফিক জরিপকরণের জন্য;

(গ) রেলপথ, সড়ক জনপথ ও জলাধারের স্থান নির্বাচনের জন্য;

(ঘ) অধিকতর নিখুঁত পরিমাপের বিতদ্বতা যাচাইয়ের জন্য;

(ঙ) পরিমাপ করা কষ্টসাধ্য, মন্থর, ব্যয়বহুল ও অনিখুঁত এরূপ ক্ষেত্রে পরিমাপ নেয়ার জন্য;

(চ) ফটোগ্রাফিক জরিপে কন্টুর রেখার অবস্থান ও বিস্তারিত তথ্যাদি পরিবেশনের জন্য;

(ছ) ভূ-প্রাকৃতিক জরিপে বিস্তারিত তথ্যাদি জানার জন্য।

২০.৩ স্টেডিয়া জরিপের জন্য দরকারি যন্ত্রপাতি (Instrument required for stadia surveying) ঃ

স্টেডিয়া জরিপের জন্য দরকারি যন্ত্রপাতির নাম নিম্নে দেয়া হলো–

(ক) টেকোমিটার . . . . . (একটি)

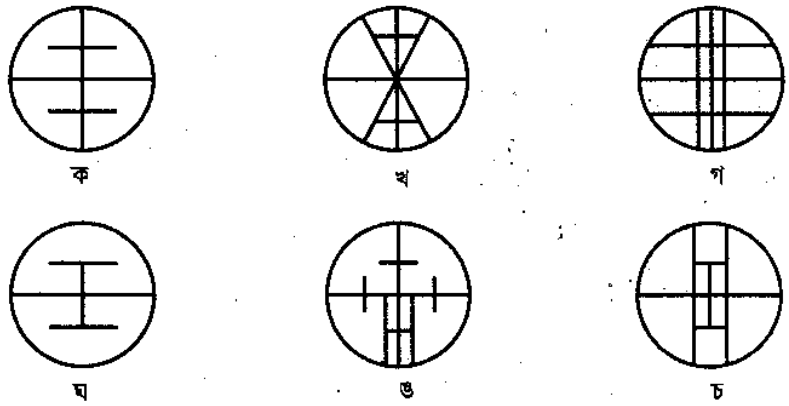
(খ) লেভেলিং স্টাফ বা স্টেডিয়া রড (একটি)

(গ) ফিতা . . . . . (একটি)

(ঘ) রেঞ্জিং রড . . . . . (প্রয়োজনীয় সংখ্যক)

টেকোমিটার (Tachometer) ঃ স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম সংযুক্ত থিওডোলাইটই (বিশেষ করে ভার্নিয়ার থিওডোলাইট) টেকোমিটার। স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম সাধারণ ডায়াফ্রামের মতোই, তবে এতে কেন্দ্রীয় অনুভূমিক হেয়ারের উপরে ও নিচে সমদূরত্বে দু'টি অনুভূমিক হেয়ার থাকে। এগুলোকে স্টেডিয়া হেয়ার বলা হয়। স্টেডিয়া হেয়ারকে স্টেডিয়া রেখাও বলা হয়। আধুনিক যন্ত্রগুলোতে ডায়াফ্রামে হেয়ার ব্যবহার না করে রেখা টানা থাকে। স্বল্প দূরত্বের জন্য (মোটামুটি 100 মিটার) স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম সংযুক্ত সাধারণ ভার্নিয়ার থিওডোলাইট টেকোমিটার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। দীর্ঘ দূরত্বের জন্য বিশেষ ধরনের টেকোমিটার ব্যবহার করা হয়। দাগ কাটা স্টাফের লেখা স্পষ্ট দৃষ্টিগোচর হওয়ার জন্য এগুলোর ম্যাগনিফাইয়িং পাওয়ার অধিক রাখা হয়।

তাছাড়া যোগবোধক ধ্রুবকের মান শূন্য করার জন্য এগুলোর দুরবিনে (বহিঃফোকাসিং) এনালেটিক লেন্স এবং উজ্জ্বল প্রতিচ্ছবির জন্য বৃহৎ উন্মেষের (35 মিমি হতে 45 মিমি ব্যাসের) অভিলক্ষ্য থাকতে হবে। অন্তঃফোকাসিং দুরবিনের এনালেটিক লেন্স ব্যবহারের দরকার হয় না। কেননা এতে যোগবোধক ধ্রুবক এর মান খুবই নগণ্য যা ধরতব্য নয় তাই এগুলোকে সেলফ এনালেটিক হিসাবে বিবেচনা করা হয়। কাজেই যোগবোধক ধ্রুবের মান নির্দেশিত না থাকলে 0 (শূন্য) ধরাই বাঞ্ছনীয়। এখানে বিভিন্ন ধরনের স্টেডিয়া ডায়াফ্রামের চিত্র (চিত্র নং ২০.১) দেয়া হল।



চিত্র ঃ ২০.১ বিভিন্ন ধরনের স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম

উপর্যুক্ত আলোচনা হতে সহজে বলা যায় যে, স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম, বর্হিফোকাসিং দুরবিনের ক্ষেত্রে এনালেটিক লেন্স, বৃহৎ উন্মেষের অভিলক্ষ্য ও পর্যাপ্ত বিবর্ধন ক্ষমতার অভিনেত্র সংবলিত দুরবিন সম্পন্ন ট্রানজিট থিওডোলাইট-ই টেকোমিটার। যার যোগবোধক ধ্রুব শূন্য বা খুবই নগণ্য এবং গুণবোধক ধ্রুব 'রাউন্ড ফিগার' (সচরাচর 100)। তাই বলা হয়ে থাকে যে, সকল টেকোমিটারই থিওডোলাইট কিন্তু সকল থিওডোলাইট টেকোমিটার নয়।

টেকোমিটারের নিচের বৈশিষ্ট্যগুলো থাকবে--

(i) এটি ট্রানজিট থিওডোলাইট হবে।

(ii) এর দুরবিনে স্টেডিয়া ডায়াফ্রাম থাকবে এবং এর বহিঃফোকাসিং দুরবিনের ক্ষেত্রে এনালেটিক লেন্স থাকবে।

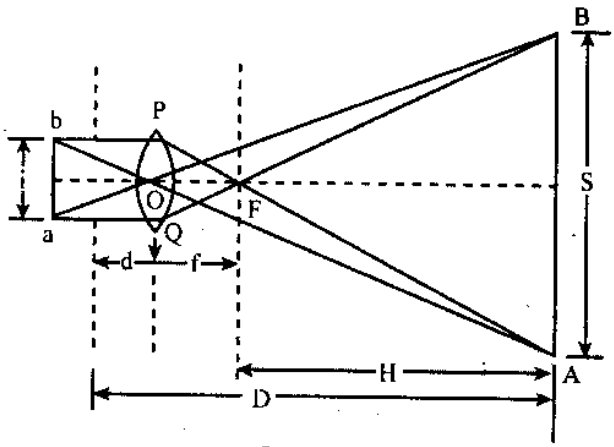
(iii) এর দুরবিনের অভিলক্ষ্যের উন্মেষ এবং অভিনেত্রের বিবর্ধন ক্ষমতা অধিক হবে।

(iv) এর যোগবোধক ধ্রুবক এর মান শূন্য (বা অতি নগণ্য) এবং গুণবোধক ধ্রুবক 'রাউন্ড ফিগার (Round Figure)' হবে।

স্টেডিয়া রড (Stadiarod) ঃ স্বল্প দূরত্বের জন্য 0.5 সেমি ন্যূনতম পাঠ দাগাঙ্কিত সাধারণত লেভেলিং স্টাফই স্টেডিয়া রড হিসাবে ব্যবহার করা যায়। তবে বৃহৎ দূরত্বের জন্য একক দণ্ডে 3 মিটার হতে 5 মিটার দৈর্ঘ্যের স্টেডিয়া রড ব্যবহার করা হয়। এগুলোতে লেভেলিং স্টাফের ন্যায় মিটার, ডেসিমিটার ও সেন্টিমিটারের দাগ কাটা থাকে। (ফিতা রেঞ্জিং রড সম্পর্কে সার্ভেয়িং-১ এ আলোচনা করা হয়েছে)

২০.৪ স্টেডিয়া জরিপের নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত সূত্র (Formula based on the principle of stadia surveying) ঃ

নিচে স্টেডিয়া নীতির উপর ভিত্তি করে দৃষ্টি রেখা অনুভূমিক এবং স্টাফ উল্লম্ব থাকা অবস্থায় স্টেডিয়ার নীতির সূত্রটি প্রতিপাদন করা হল– (চিত্র ঃ ২০.২)। "সাদৃশ্য সমদ্বিবাহু ত্রিভুজগুলোর ভূমিও এর উপর লম্ব এর অনুপাত সর্বদাই ধ্রুব" এ জ্যামিতিক নীতির উপর স্টেডিয়া জরিপ নীতি প্রতিষ্ঠিত। তাই একে স্টেডিয়া নীতি বলা হয়ে থাকে। এ 'ধ্রুব' এর মান সাদৃশ্য সমদ্বিবাহু ত্রিভুজগুলোর সমবাহুদ্বয় দ্বারা সৃষ্ট কোণের উপর সর্বতোভাবে নির্ভর করে। যেমন সমবাহুদ্বয় কর্তৃক সৃষ্ট কোণ 0°34′22″ হলে, ধ্রুব $K = \frac{1}{2}\cot 0°17'11'' = 100$ হবে।



চিত্র ঃ ২০.২

ধরে নিই,

0 = অভিলক্ষ্য কাচের (Object glass) আলোক কেন্দ্র।

P ও Q = উপরের এবং নিচের স্টেডিয়া হেয়ার।

A ও B হেয়ারদ্বয় কর্তৃক স্টাফের ছেদবিন্দু।

F = অভিলক্ষ্যের প্রধান ফোকাস বিন্দু।

f = অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব।

d = অভিলক্ষ্যের আলোক কেন্দ্র (0) হতে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব।

D = যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ হতে স্টাফ পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব।

H = প্রধান ফোকাস (F) হতে স্টাফ পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব ।

S = হেয়ারদ্বয় কর্তৃক স্টাফের ছেদকৃত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী উল্লম্ব দূরত্ব = AB

i = উপরের ও নিচের স্টেডিয়া হেয়ারের মধ্যবর্তী দূরত্ব = PQ = ba

এখন PQF এবং ABF ত্রিভুজদ্বয় সাদৃশ্য ত্রিভুজ

অতএব, $\frac{AB}{PQ} = \frac{H}{f} = \frac{S}{i}$

$\therefore H = \frac{S.f}{i}$

$D = d + f + H$

$= d + f + S.\frac{f}{i}$

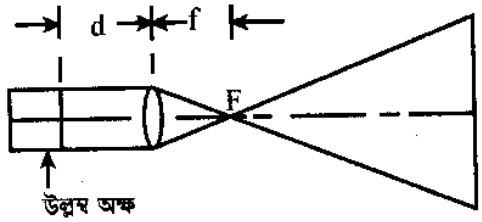
$= S\frac{f}{i} + (f + d) \ldots\ldots\ldots (i)$

উপর্যুক্ত স্টেডিয়া জরিপের নীতির সূত্রে $\frac{f}{i}$ কে গুণবোধক এবং (f + d) কে যোগবোধক ধ্রুবক বলা হয়। এ ধ্রুবদ্বয়ের মান যন্ত্র নির্মাতা কর্তৃক প্রতিটি যন্ত্রের সাথে সরবরাহ করা হয়। সাধারণত $\frac{f}{i}$ = 100 হয়ে থাকে। কোন কোন নির্মাতা $\frac{f}{i}$ = 50 বা 200 করে থাকে। সাধারণত অন্তঃফোকাসিং দুরবিনের টেকোমিটারে (f+d) = 8 সেমি হতে 20 সেমি হয়ে থাকে। এর পরিমাণ দূরত্বের তুলনায় খুবই নগণ্য বিধায় এটা বাদ দেয়া হয়। বহিঃফোকাসিং দুরবিনের টেকোমিটারে (f + d) এর মান 30 সেমি হতে 60 সেমি হয়ে থাকে। তাই শুধুমাত্র বহিঃফোকাসিং দুরবিনে এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করে এনালেটিক টেকোমিটারে (f + d) = 0 করা হয়।

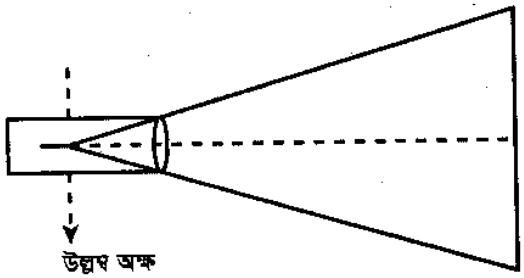
২০.৫ এনালেটিক লেন্সের প্রভাব (Effect of anallatic lens) ঃ

পূর্ববর্তী পাঠ্যাংশে আমরা জেনেছি যে, দূরত্ব $D = S\frac{f}{i} + (f + d)$ । স্টাফের S অংশের সাথে [D–(f+d)] সমানুপাতিক (চিত্রঃ ২০.২)। F বিন্দু (এনালেটিক বিন্দু) অভিলক্ষ্যের বহিঃস্থ প্রধান ফোকাস বিন্দু যা যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষের উপর পতিত হয় না। এ বিন্দুকে ত্রিভুজদ্বয়ের শীর্ষবিন্দু ধরে উক্ত সূত্র পাওয়া যায়। কিন্তু ১৮০৪ সালে Porro বহিঃফোকাসিং দুরবিনের অভিলক্ষ্য ও ডায়াফ্রামের মাঝে অভিলক্ষ্য হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি কনভেক্স লেন্স (এনালেটিক লেন্স) স্থাপন করে ত্রিভুজের শীষবিন্দু F কে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষের উপর পতিত করেন। এতে যদিও প্রতিবিম্বের ঔজ্জ্বল্য কিছুটা কমে যায় কিন্তু (f + d) এর মান শূন্যতে পৌঁছায়। এনালেটিক শব্দের অর্থ হলো অপরিবর্তিনীয় (Unalterable)। যেহেতু এটা স্টাফের যে কোন পরিবর্তনে ত্রিভুজ শীর্ষের কোনরূপ পরিবর্তন ঘটায় না তাই এটি একটি স্থির বিন্দুতে অবস্থান করে। এনালেটিক লেন্স শুধুমাত্র বহিঃফোকাসিং দুরবিনেই ব্যবহৃত হয়। অন্তঃফোকাসিং দুরবিনে খুবই ক্ষুদ্র যোগবোধক ধ্রুব সৃষ্টি হয়, যা হিসাবযোগ্য নয়।

নিচের চিত্রে এনালেটিক লেন্সের প্রভাব দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ২০.৩ সাধারণ দুরবিন



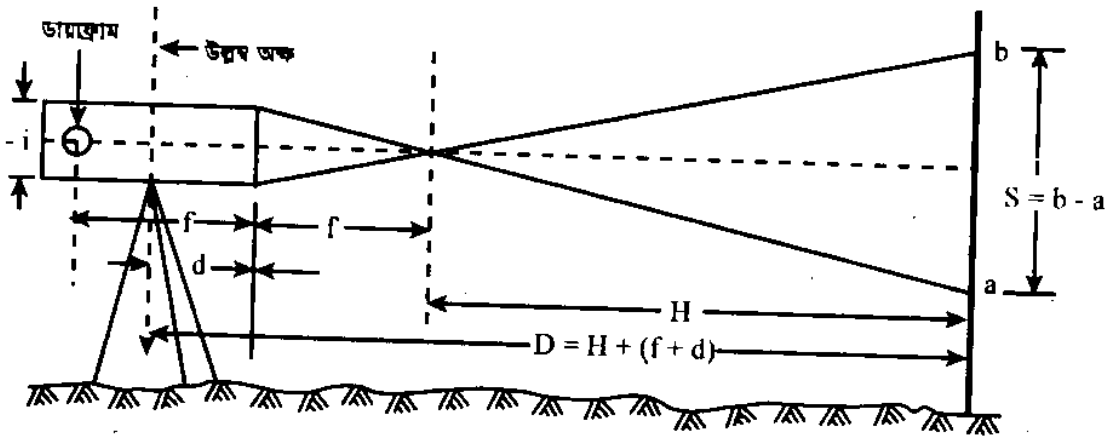
চিত্র ঃ ২০.৪ এনালেটিক দুরবিন

যে সকল ট্রানজিট থিওডোলাইটের ডায়াফ্রামে স্টেডিয়া হেয়ার এবং দুরবিনের মাঝে এনালেটিক লেন্স সন্নিবেশিত, ঐ সকল থিওডোলাইটই এনালেটিক টেকোমিটার।

২০.৬ টেকোমিটারের ধ্রুবক নির্ণয়করণের পদ্ধতি (Methods of determination of the tachometric constant) ঃ

সাধারণত দু' পদ্ধতিতে টেকোমিটার ধ্রুবকদ্বয়ের মান নির্ণয় করা যায়।

প্রথম পদ্ধতি ঃ প্রথমে দূরবিনের লম্বালম্বি অক্ষ বরাবর অভিলক্ষ্য হতে ডায়াফ্রাম পর্যন্ত মাপলে f এর মান এবং অভিলক্ষ্য হতে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ পর্যন্ত মাপলে d পাওয়া যাবে। এরপর প্রাপ্ত S ও D এর মান সমীকরণ $D = S.\frac{f}{i} + (f+d)$ এ বসিয়ে f/i এর মান নির্ণয় করা যাবে।



চিত্র ঃ ২০.৫

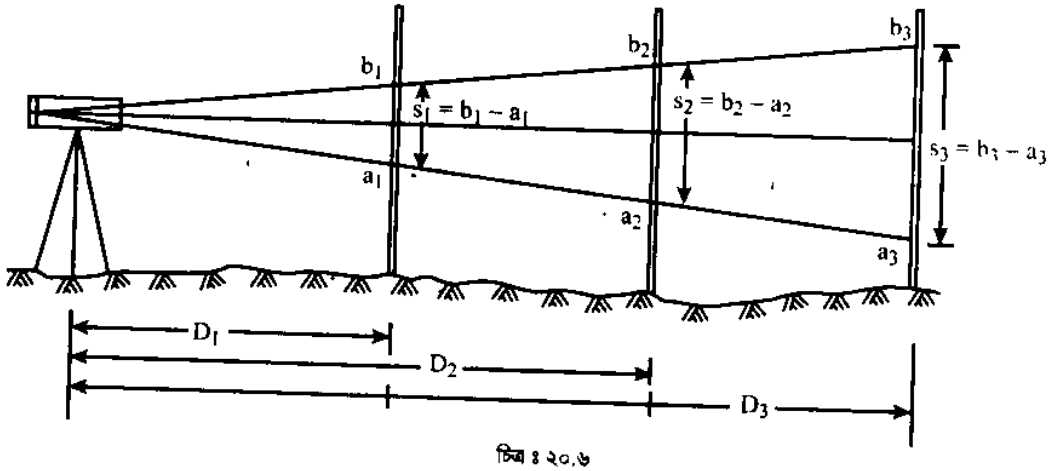
প্রক্রিয়া ঃ

(i) যন্ত্র স্টেশনে বসিয়ে যথাযথভাবে লেভেলিং করে নিতে হবে।

(ii) যন্ত্রের স্টেশন বিন্দু হতে D_1, D_2, D_3 - - - দূরত্ব মেপে বিন্দুগুলো চিহ্নিত করে প্রত্যেকটি স্টেশনে স্টাফ ধরে পর্যায়ক্রমে S_1, S_2, S_3. . . . . জানা যাবে (স্টাফে দু' স্টেডিয়া হেয়ার দ্বারা ছেদকৃত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব = S)

(iii) সমীকরণ $D = S.\frac{f}{i} + (f+d)$ এ (f+d) ও S_1, S_2, S_3 ইত্যাদি মান যথাক্রমে D_1, D_2, D_3- দূরত্বের জন্য ব্যবহার করে $\frac{f}{i}$ এর মান নির্ণয় করে প্রাপ্ত গড় f/i এর মান গ্রহণ করতে হবে।

দ্বিতীয় পদ্ধতি ঃ এ পদ্ধতিতে (f+d) ও $^f/_i$ উভয় ধ্রুবকের মানই হিসাব করে নির্ণয় করা হয়।



চিত্র ঃ ২০.৬

প্রক্রিয়া ঃ

(i) প্রথমে মোটামুটি সমতল ভূমিতে যন্ত্রকে অনুভূমিক করে বসিয়ে যথাযথভাবে লেভেলিং করে নিতে হবে।

(ii) যন্ত্রের স্টেশন হতে D_1, D_2, D_3- - - দূরত্বে (ধরি 30, 60, 90 মিটার) খুঁটি পুঁতে বিন্দুগুলো চিহ্নিত করতে হবে।

(iii) প্রতিটি স্টেশনে স্টাফ ধরে উভয় স্টেডিয়া হেয়ারে পাঠ নিতে হবে এবং প্রতি ক্ষেত্রেই দু'হেয়ারের ছেদকৃত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে। (ধরি D_1 দূরত্বে S_1, D_2 দূরত্বে S_2 - - - - - - ইত্যাদি)

(iv) এখন সমীকরণ $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$ এ মান বসিয়ে

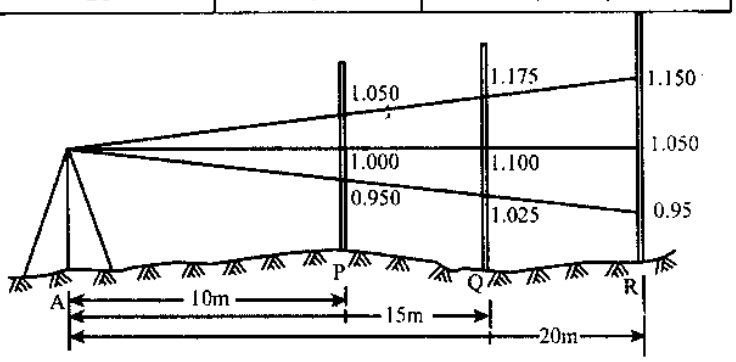
$D_1 = S_1.\frac{f}{i} + (f + d)$, $D_2 = S_2\frac{f}{i} + (f+d)$ - - - ইত্যাদি সমীকরণ পাওয়া যাবে।

(v) উক্ত সমীকরণগুলো যুগপৎ সমাধান করলে $\frac{f}{i}$ ও (f+d) এর মান পাওয়া যাবে। বিভিন্ন সমীকরণে প্রাপ্ত $\frac{f}{i}$ ও (f+d) এর গড় মান গ্রহণ করতে হবে।

উদাহরণ-১। একটি টেকোমিটারের ধ্রুবকদ্বয়ের মান নির্ণয়ের জন্য মোটামুটি সমতল ভূমিতে যন্ত্রকে অনুভূমিক ও স্টাফকে উল্লম্ব অবস্থায় রেখে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যন্ত্রটির ধ্রুবকদ্বয়ের মান নির্ণয় কর।

তথ্যাদি–

যন্ত্রের অবস্থান	অনুভূমিক দূরত্ব (মি.)	স্টাফ স্টেশন	স্টেডিয়া হেয়ার পাঠ (মি.)
A	10	P	0.950, 1.000, 1.050
	15	Q	1.025, 1.100, 1.175
	20	R	0.950, 1.050, 1.150



চিত্র ঃ ২০.৭

সমাধান ঃ স্টাফ 'P' স্টেশনে, $S_1 = 1.050 - 0.950 = 0.10$ মিটার, অনুভূমিক দূরত্ব, D = 10 মিটার

স্টাফ Q স্টেশনে, $S_2 = 1.175 - 1.025 = 0.15$ মিটার, অনুভূমিক দূরত্ব, D = 15 মিটার

স্টাফ R স্টেশনে, $S_3 = 1.150 - 0.950 = 0.20$ মিটার, অনুভূমিক দূরত্ব, D = 20 মিটার।

আমরা জানি,

$$D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$$

এখন, $10 = 0.10\frac{f}{i} + (f + d)$ ..... (i)

$15 = 0.15\frac{f}{i} + (f + d)$ ..... (ii)

$20 = 0.20\frac{f}{i} + (f + d)$ ..... (ii)

এবার (ii) নং সমীকরণ হতে (i) নং সমীকরণ বিয়োগ করলে–

$5 = 0.05\frac{f}{i} + (f + d)$ বা, $\frac{f}{i} = 100$

আবার (iii) নং সমীকরণ হতে সমীকরণ (ii) নং-বিয়োগ করলে,

$$5 = 0.05\frac{f}{i} + (f + d) \text{ বা, } \frac{f}{i} = 100$$

আবার সমীকরণ (iii) হতে সমীকরণ (i) বিয়োগ করলে,

$$10 = 0.10\frac{f}{i} + (f + d) \text{ বা, } \frac{f}{i} = 100$$

নির্ণেয় $\frac{f}{i} = \frac{100 + 100 + 100}{3} = 100$

এখন (iii) সমীকরণে $\frac{f}{i}$ এর মান বসালে (যে কোন একটি সমীকরণে বসালে)

$20 = 0.20 \times 100 + (f + d)$

$\therefore (f + d) = 0$

টেকোমিটারটির যোগবোধক ধ্রুবক, $(f + d) = 0$ এবং গুণবোধক ধ্রুবক, $\frac{f}{i} = 100$

উদাহরণ-২। একটি টেকোমিটারের গুণবোধক ধ্রুবক 100 এবং অভিলক্ষ্য কাচের ফোকাস দূরত্ব 30 সেমি হয় তবে ডায়াফ্রাম কাচে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে? [বাকাশিবো- ২০০৪]

সমাধান ঃ আমরা জানি,

গুণবোধক ধ্রুবক, $\frac{f}{i} = 100$

অতএব, হেয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $i = \frac{30}{100} = 0.30$ cm

উদাহরণ-৩। একটি টেকোমিটার যথার্থ অনুভূমিক অবস্থায় থাকাকালে 20 মিটার দূরত্বে খাড়া স্টাফে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ে যথাক্রমে 1.0000, 1.1950 এবং 10 মিটার দূরত্বে খাড়া স্টাফে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ে যথাক্রমে 0.5500, 0.650 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। দূরবিনের লম্বালম্বি অক্ষ বরাবর অভিলক্ষ্য থেকে ডায়াফ্রামের দূরত্ব 30 সেমি. এবং অভিলক্ষ্য থেকে যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ পর্যন্ত দূরত্ব 20 সেমি। উক্ত যন্ত্রটিতে ডায়াফ্রামে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ে মধ্যবর্তী দূরত্ব ও ধ্রুবকগুলোর মান নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ অভিলক্ষ্য থেকে ডায়াফ্রামের দূরত্ব যেহেতু ফোকাস দৈর্ঘ্যের সমান তাই, $f = 30$ সেমি

অভিলক্ষ্য থেকে উল্লম্ব অক্ষ পর্যন্ত দূরত্ব, $d = 20$ সেমি.

অতএব, যোগবোধক ধ্রুবক $(f + d) = 30 + 20 = 50$ সেমি $= 0.50$ মিটার

20 মিটার দূরত্বের জন্য $S_1 = 1.1950 - 1.000 = 0.1950$ মিটার

10 মিটার দূরত্বের জন্য $S_2 = 0.6450 - 0.5500 = 0.0950$ মিটার

আমরা জানি, $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$

বা, $20 = 0.1950\frac{f}{i} + 0.50$

বা, $\frac{f}{i} = \frac{19.50}{0.1950} = 100$ গুণবোধক ধ্রুবক

অতএব, $i = \frac{f}{100} = \frac{30}{100} = 0.30$ সেমি

* যোগবোধক ধ্রুবক = 50 সেমি বা 0.5 মি.

গুণবোধক ধ্রুবক = 100

এবং ডায়াফ্রামে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব = 0.3 সেমি বা 3 মিমি

নিরীক্ষা ঃ

$D_2 = S_2.\frac{f}{i} + (f + d)$

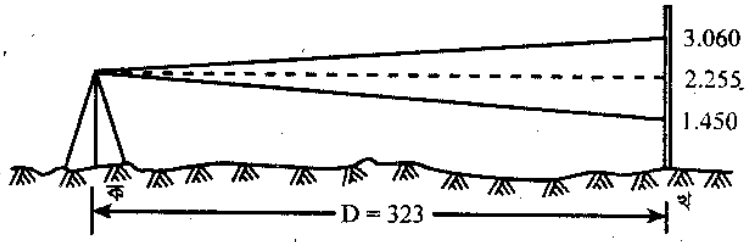
$10 = 0.0950 \times 100 + .5$

$= 9.5 + 5$

$= 10$ (সঠিক)

উদাহরণ-৪। ক বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অবস্থায় খ-বিন্দুতে স্টাফ ধরে ডায়াফ্রাম হেয়ার দিয়ে তিনটি পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.450, 2.255 এবং 3.060 মিটার। যদি যোগবোধক ধ্রুবক 1.00 এবং গুণাত্মক ধ্রুবক 200 হয়, তবে কখ রেখার দৈর্ঘ্য কত? [বাকাশিবো-২০০৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২০.৮

এখানে $S = 3.060 - 1.450 = 1.610$ মিটার,

দেওয়া আছে, $(f + d) = 1.00$

$\frac{f}{i} = 200$

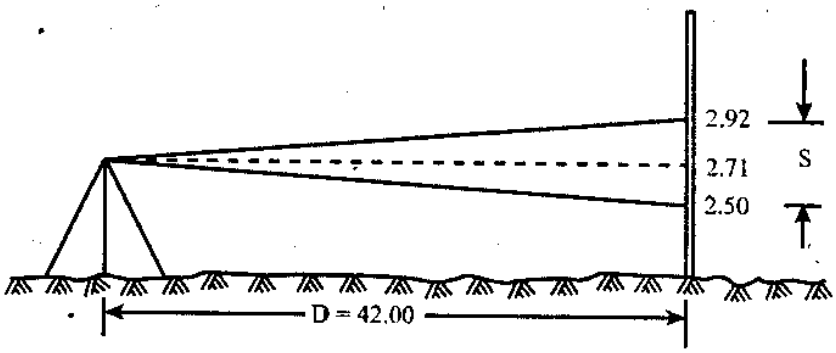
আমরা জানি, অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$

$= 1.610 \times 200 + 1.00$

$= 323$ মিটার।

উদাহরণ-৫। একটি এনালেটিক টেকোমিটারের গুণবোধক ধ্রুবক 100 এবং স্টেডিয়া রিডিং যথাক্রমে 2.50, 2.71 ও 2.92 হলে টেকোমিটার হতে স্টাফের দূরত্ব নির্ণয় কর। [রাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২০.৯

যেহেতু এনালেটিক টেকোমিটার তাই $(f + d) = 0$

দেয়া আছে, $\frac{f}{i} = 100$ এবং $S = 2.92 - 2.50 = 0.42$

নির্ণেয় টেকোমিটার হতে স্টাফের দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$

$= 0.42 \times 100 + 0$

$= 42$ মিটার।

অনুশীলনী-২০

» অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **টেকোমিটার জরিপ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ২০০৬, ০৮]

উত্তর ঃ টেকোমিটার জরিপ কৌণিক জরিপ বিজ্ঞানের একটি শাখা। জরিপ বিজ্ঞানের যে শাখায় শিকল বা ফিতার সাহায্যে দূরত্বের (অনুভূমিক/ উল্লম্ব) পরিমাপ না করে যান্ত্রিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে দূরত্বের (অনুভূমিক বা উল্লম্ব) পরিমাপ করা হয়, তাকে টেকোমিটার জরিপ বলা হয়।

২। **স্টেডিয়া জরিপের সংজ্ঞা লেখ।** [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ০৯]

উত্তর ঃ যখন টেকোমিটারের ডায়াফ্রামের স্টেডিয়া হেয়ারের মাধ্যমে প্রাপ্ত পাঠমানের সাহায্যে টেকোমিটার জরিপ করা হয়, তখন একে স্টেডিয়া জরিপ বলা হয়।

৩। **টেকোমেট্রিক পদ্ধতি কোথায় উপযোগী?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ১১]
অথবা, কোন কোন ক্ষেত্রে টেকোমেট্রিক জরিপ করা হয়?

উত্তর ঃ বন্ধুর ভূমি, অগম্য স্থান যেখানে রৈখিক পরিমাপ নেয়া কষ্টকর এবং সময় অধিক লাগে, ঐ সকল ক্ষেত্রে দ্রুত রৈখিক পরিমাপ ও উচ্চতা নির্ণয়ের জন্য টেকোমেট্রিক পদ্ধতি উপযোগী।

৪। **টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করা হয় কেন?** [বাকাশিবো- ২০০৪ (আ), ০৫, ০৮]

উত্তর ঃ টেকোমিটারের যোগবোধক ধ্রুবক (f + d) এর মান শূন্য করার জন্য এতে এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করা হয়।

৫। **স্টেডিয়া জরিপে কী কী যন্ত্রপাতি দরকার হয়?**

উত্তর ঃ স্টেডিয়া জরিপে (ক) টেকোমিটার (খ) স্টেডিয়া রড (গ) ফিতা ও (ঘ) রেঞ্জিং রড এর দরকার হয়।

৬। **টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলো কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৯, ১০]

উত্তর ঃ টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলো হলে—
(ক) যোগবোধক ধ্রুবক ও (খ) গুণবোধক ধ্রুবক।

৭। **টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলোর মান সচরাচর কত হয়ে থাকে?**

উত্তর ঃ সচরাচর টেকোমিটারের যোগবোধক ধ্রুবকের মান 0 বা 1 এবং গুণবোধক ধ্রুবকের মান 99 বা 100 হয়ে থাকে।

৮। **টেকোমিটারের কোন ধরনের দূরবিনে এনালেটিক লেন্স ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ টেকোমিটারের বহিঃফোকাসিং ট্রানজিট দূরবিনে এনালেটিক লেন্স ব্যবহৃত হয়।

৯। **টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহারে কী কী অসুবিধা হয়?**

উত্তর ঃ টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করলে দূরবিনের আলোর উজ্জ্বলতা কমে যায় এবং অধিক ক্ষমতাসম্পন্ন ম্যাগনিফাইয়ারের এবং অধিক ব্যাসের অভিলক্ষ্যের দরকার হয়।

১০। **এনালেটিক লেন্স কী?**

উত্তর ঃ টেকোমিটারের বহিঃফোকাসিং দূরবিনে অভিলক্ষ্য ও ডায়াফ্রামের মাঝে যে উভোত্তল লেন্স ব্যবহার করে টেকোমিটারের যোগবোধক ধ্রুব এর মান শূন্য করা হয়, এ লেন্সকে এনালেটিক লেন্স বলা হয়।

১১। **এনালেটিক টেকোমিটার কী?**

উত্তর ঃ যে ট্রানজিট ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের বহিঃফোকাসিং দূরবিনে স্টেডিয়া হেয়ারসহ ডায়াফ্রাম এবং ডায়াফ্রাম ও অভিলক্ষ্যের মাঝে এনালেটিক লেন্স থাকে, তাকে এনালেটিক টেকোমিটার বলা হয়।

১২। **স্টেডিয়া নীতিটি লেখ।**

উত্তর ঃ স্টেডিয়া নীতিটি হল "সাদৃশ্য সমদ্বিবাহু ত্রিভুজগুলোর ভূমি ও এর উপর লম্ব এর অনুপাত সর্বদাই ধ্রুব"।

১৩। **টেকোমিটার ও থিওডোলাইটের মাঝে মূলগত পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর ঃ মূলগত দিকে যে ট্রানজিট থিওডোলাইটের দুরবিনে স্টেডিয়া হেয়ার সম্পন্ন ডায়াফ্রাম থাকে, তাই টেকোমিটার।

১৪। **স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ দুর্গম, বন্ধুর এলাকায় দূরত্ব ও এলিভেশন দ্রুত নির্ণয়ের উদ্দেশ্যেই স্টেডিয়া জরিপ করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **যে কোন টেকোমিটারই থিওডোলাইট কিন্তু যে কোন থিওডোলাইটই টেকোমিটার নয় কেন?**

[বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৩ দ্রষ্টব্য।

২। **টেকোমিটারের বৈশিষ্ট্য লিখ।** [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৩ দ্রষ্টব্য।

৩। **স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.২ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **চিত্রসহ দুরবিনে এনালেটিক লেন্সের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহারের প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৫ দ্রষ্টব্য।

২। **টেকোমিটারের ধ্রুবক নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, স্টেডিয়া ধ্রুবক f/i কীভাবে নিরূপণ করা যায়, চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৬ দ্রষ্টব্য।

৩। **স্টেডিয়া নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত সূত্রটি প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। **স্টেডিয়া নীতির উপর ভিত্তি করে প্রমাণ কর যে, $D = S\frac{f}{i} + (f + d)$ সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।**

[বাকাশিবো- ২০০১, ০৮, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.৪ দ্রষ্টব্য।

৫। **টেকোমিটার জরিপ পদ্ধতি একটি দ্রুততর পদ্ধতি— আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.১ দ্রষ্টব্য।

৬। **স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ।** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২০.২ দ্রষ্টব্য।

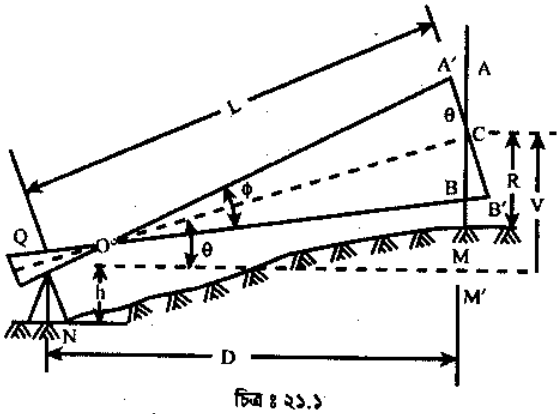
অধ্যায়-২১ কৌণিক টেকোমিটার জরিপের ধারণা (Concept of Angular Tachometric Surveying)

২১.১ কৌণিক টেকোমিটার জরিপ (Angular tachometry) ঃ

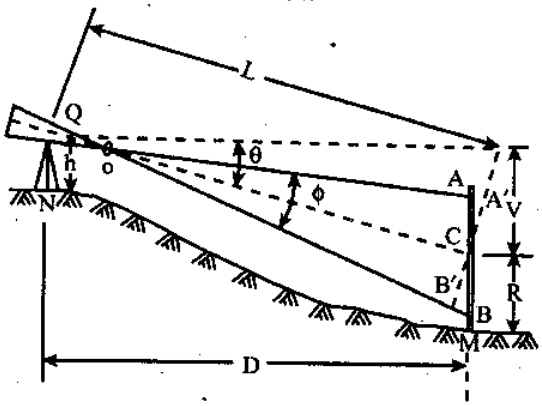
পাহাড়িয়া এলাকা, গভীর গিরি খাত, বন্ধুর ভূমি এ জাতীয় সকল ক্ষেত্রেই দেখা যায় যে, দুরবিনকে অনুভূমিক অবস্থায় রেখে স্টাফ পাঠ নেয়া সম্ভব নয়। এ সকল ক্ষেত্রে উল্লম্ব কোণে দুরবিনকে রেখে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হয়। এরূপ অবস্থায় পর্যবেক্ষিত বিন্দু নিম্নমুখী হলে অবনতি কোণ এবং উর্ধ্বমুখী হলে উন্নতি কোণ মাপার দরকার হয়। উন্নতি বা অবনতি কোণে কৌণিক পাঠ গ্রহণ ও স্টেডিয়া হেয়ার পাঠ গ্রহণকালে স্টাফ উল্লম্বভাবে বা দৃষ্টির সাথে সমকোণে স্থাপন করে নেয়া যেতে পারে। টেকোমিটার জরিপে দুরনিকে উল্লম্ব কোণে স্থাপন করে উল্লম্ব কোণ পরিমাপের মাধ্যমে যে পদ্ধতিতে জরিপ করা হয়, তাকে কৌণিক টেকোমিটার জরিপ বলা হয়। টেকোমিটার জরিপে (ক) দৃষ্টি রেখা অনুভূমিক স্টাফ উল্লম্ব (খ) দৃষ্টি রেখা আনত স্টাফ উল্লম্ব (গ) দৃষ্টি রেখা আনত স্টাফ দৃষ্টি রেখার উপর লম্ব এ তিনটি বিষয় বিবেচনায় আনা হয়। তবে কৌণিক টেকোমিটার জরিপে শেষোক্ত বিষয় দুটি (খ ও গ) বিশেষ বিবেচনায় আনা হয়।

২১.২ দৃষ্টি রেখার উর্ধ্বমুখী এবং নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্র (Formula to determine the horizontal distance and elevation when the staff is held in vertical position for both upward and down ward sights) ঃ

চিত্র ঃ ২১.১ তে দৃষ্টি রেখা উর্ধ্বমুখী এবং চিত্র ঃ ২১.২ তে দৃষ্টি রেখা নিম্নমুখী এবং স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় দেখানো হলো।



চিত্র ঃ ২১.১



চিত্র ঃ ২১.২

ধরি,

N = যন্ত্রের স্টেশন

M = স্টাফ স্টেশন

Q = যন্ত্রের অক্ষের অবস্থান

O = অভিলক্ষ্যের আলোক কেন্দ্র

A, B, C = ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারের স্টাফে ছেদবিন্দু

S = স্টাফে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের ছেদবিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

i = ডায়াফ্রামের স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

θ = অনুভূমিক রেখার সাথে কলিমেশন রেখার সৃষ্ট কোণ

L = যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ হতে কলিমেশন রেখা বরাবর স্টাফ পর্যন্ত দূরত্ব

D = যন্ত্রের উল্লম্ব অক্ষ হতে স্টাফ পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব

V = স্টাফে (ড্রায়াফ্রাম হেয়ারে ছেদবিন্দু) কলিমেশন রেখার ছেদবিন্দু হতে যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব

h = যন্ত্রের উচ্চতা (স্টেশন বিন্দুর উপর)

R = ডায়াফ্রাম হেয়ারে (কেন্দ্রীয় হেয়ারে) স্টাফে প্রাপ্ত পাঠ

ϕ = স্টেডিয়া হেয়ারগামী রশ্মিদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ।

কলিমেশন রেখা OC এর C বিন্দুতে OC এর উপর লম্ব A′CB′ অংকন করি। এখন $\angle AA'C = 90° + \phi/2$ (Δ COA′এর বহিঃস্থ কোণ)

অনুরূপভাবে Δ ত্রিভুজ COB′ হতে, $\angle OB'C = 90° - \phi/2$

যেহেতু $\frac{\phi}{2}$ খুবই ছোট ($\phi/2 = 17'11''$ যখন f/i = 100 হয়)

তাই ধরা যায় যে, $\angle AA'C = \angle BB'C = 90°$ (প্রায়)

Δ ACA′ হতে, $A'C = AC \cos\theta$

$\therefore A'B' = AB \cos\theta = S \cos\theta$ - - - - - - - - (i)

যেহেতু A′B′রেখা OC কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব। অতএব $D = S.\frac{f}{i} + (f+d)$ সমীকরণের ন্যায় L এর মান নিম্নরূপ হবে।

$L = A'B'\frac{f}{i} + (f + d)$

বা $L = S\frac{f}{i}\cos\theta + (f+d)$ - - - - - - - - - - - - - (ii)

এখন অনুভূমিক দূরত্ব D হলে, $D = L \cos\theta$

অতএব $D = \frac{f}{i} S. \cos\theta (\cos\theta) + (f + d) (\cos\theta)$

$= S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta$ - - - - - - (iii)

অনুরূপভাবে, $V = L \sin\theta$

$= \frac{f}{i} S, \cos\theta, (\sin\theta) + (f+d) (\sin\theta)$

$= S.\frac{f}{i}\cos\theta \sin\theta + (f+d) \sin\theta$

$= S.\frac{f \sin 2\theta}{2} + (f+d) \sin\theta$ - - - - (iv)

কলিমেশন রেখার ঊর্ধ্বমুখী, নিম্নমুখী অবস্থায় স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরা হলে সমীকরণ (iii) ও (iv) এর সাহায্যে যথাক্রমে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন জানা যাবে।

(ক) ঊর্ধ্বমুখী দৃষ্টি রেখার ক্ষেত্রে স্টাফ স্টেশনের এলিভেশন (চিত্র ঃ ২১.১)

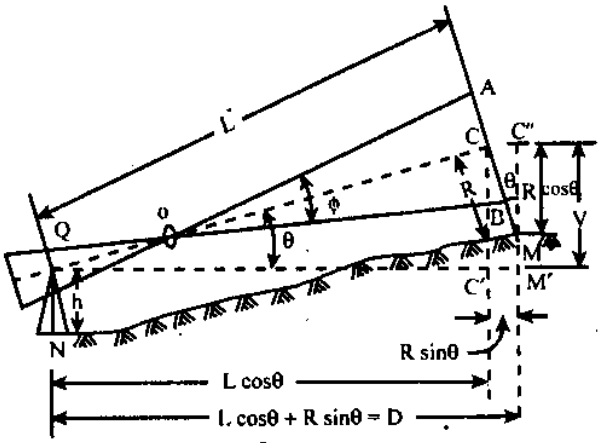
= যন্ত্রের স্টেশনের এলিভেশন +h + V − R

(খ) নিম্নমুখী দৃষ্টি রেখার ক্ষেত্রে স্টাফ স্টেশনের এলিভেশন (চিত্র ঃ ২১.২)

= যন্ত্রের স্টেশনের এলিভেশন +h − V − R

২১.৩ কলিমেশন রেখার উর্ধ্বমুখী এবং নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ দৃষ্টি রেখার সাথে লম্বভাবে ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্র (Formula to determine the horizontal distance and elevation when the staff is held perpendicular to the line of sight for upward and down ward sights) ঃ

(ক) চিত্র ২১.৩ এ উন্নতি কোণের পরিমাণ θ।



চিত্র ঃ ২১.৩

ধরে নেই, AB = S = স্টাফে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের ছেদবিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব।

CM =R= কেন্দ্রীয় হেয়ারে স্টাফে প্রাপ্ত পাঠ

M বিন্দুতে C এর অনুভূমিক রেখা বরাবর C″M= R cosθ

এবং Cএর উল্লম্ব রেখা বরাবর C′M′ = R sinθ

কলিমেশন রেখা বরাবর স্টাফ পর্যন্ত দূরত্ব L।

$$L = S.\frac{f}{i} + (f + d) \text{ .....(i)}$$

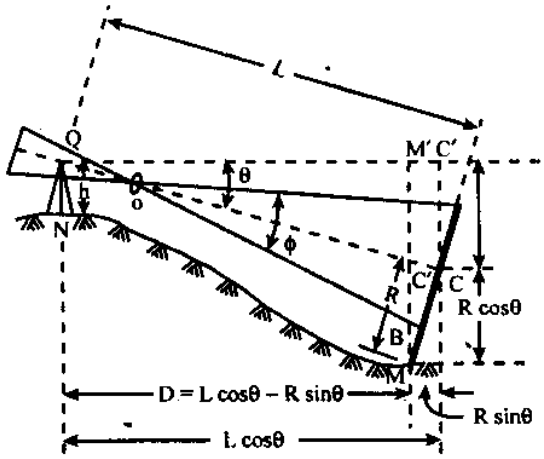
অনুভূমিক দূরত্ব $D = L\cos\theta + R\sin\theta$

$$= S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f + d)\cos\theta + R\sin\theta \text{ .....(ii)}$$

অনুরূপভাবে, $V = L\sin\theta$

$$= S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f + d)\sin\theta \text{.....(iii)}$$

স্টাফ স্টেশনের এলিভেশন = যন্ত্রের স্টেশনের এলিভেশন + h + v – R cosθ



চিত্র ঃ ২১.৪

(খ) চিত্র ২১.৪ এ অবনতি কোণ θ এবং কলিমেশন রেখা বরাবর স্টাফ পর্যন্ত দূরত্ব L।

$$L = S.\frac{f}{i} + (f + d)$$

$$D = L\cos\theta - R\sin\theta$$

$$= S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f + d)\cos\theta - R\sin\theta$$

এবং $V = L\sin\theta$

$$= S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f + d)\sin\theta \text{ .....(iv)}$$

স্টাফ স্টেশনের এলিভেশন = যন্ত্রের স্টেশনের এলিভেশন + $h - V - R\cos\theta$ ....(v)

২১.৪ স্টেডিয়া জরিপ প্রক্রিয়া (Procedure of stadia surveying) ঃ

টেকোমিটার জরিপ মূলত, কন্টুরিং এবং জরিপতব্য এলাকার বিভিন্ন তথ্যাদি সংগ্রহের জন্য করা হয়ে থাকে। জরিপতব্য এলাকার ধরন অনুসারে প্রয়োজনমতো স্টেশন নির্বাচন করে খোলা বা বদ্ধ ঘেরের সাহায্যে এ জরিপ করা হয়। ঘেরগুলো ত্রিভুজ বা বহুভুজ সৃষ্টি করতে পারে তবে স্টেশন বিন্দু নির্বাচনের সময় লক্ষ রাখতে হবে যেন যন্ত্রের সামর্থ্যানুসারে প্রতি স্টেশন হতে সর্বাধিক সংখ্যক তথ্য সংগ্রহ করা যায় এবং বৃহত্তম খাড়া কোণ পরিহার করা যায়। এ জরিপে (ক) টেকোমিটার (খ) লেভেলিং স্টাফ বা স্টেডিয়া রড (গ) ফিতা (ঘ) রেঞ্জিং রড ইত্যাদি যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয়।

স্টেডিয়া জরিপ পরিচালনার জন্য জরিপ দলে থাকবে-- (ক) স্টেশন নির্বাচন, স্টাফম্যানদেরকে নির্দেশনা দান, চিত্রাঙ্কন তত্ত্বাবধান ইত্যাদি কাজের দায়িত্বে একজন জরিপকর (খ) যন্ত্র পরিচালনা পর্যবেক্ষণ ও পাঠ গ্রহণের জন্য একজন যন্ত্র পরিচালক (instrument man) (গ) যন্ত্র পরিচালককে সহযোগিতা ও তথ্যাদি লিপিবদ্ধ করার জন্য একজন লিপিকার (ঘ) স্টাফ ধরার জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্টাফম্যান (ঙ) ঝোপ জঙ্গল পরিষ্কার করার জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক কাঠুরিয়া এবং (চ) মানচিত্র অংকনের জন্য একজন ড্রাফটম্যান থাকেন।

জরিপ প্রক্রিয়া ঃ

(i) প্রারম্ভিক স্টেশনে যন্ত্র স্থাপন করে প্রয়োজনীয় সেন্টারিং ও লেভেলিং এর কাজ নিখুঁতভাবে সম্পাদন করতে হবে। লেভেলিং করার সময় প্রথমে প্লেট বাবলের এবং এরপর অ্যালটিটিউড বাবলের সাপেক্ষে লেভেলিং কার্য সম্পাদন করতে হবে।

(ii) উল্লম্ব ভার্নিয়ারকে শূন্যতে মিলিয়ে অ্যালটিটিউড বাবলকে কেন্দ্রে রেখে যন্ত্রের উচ্চতা অর্থাৎ খুঁটির উপর হতে অভিলক্ষ্য কাচের কেন্দ্র পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে।

(iii) ঘেরের প্রারম্ভিক স্টেশনের সঠিকভাবে গোড়াপত্তন (orientation) করতে হবে। এক্ষেত্রে প্রকৃত মধ্যরেখা জানা থাকলে প্রকৃত বিয়ারিং এর মাধ্যমে অথবা চুম্বকীয় বিয়ারিং এর পরিমাপ নিতে হবে। অন্য কোন স্টেশনের প্রকৃত বিয়ারিং জানা থাকলে এর সাপেক্ষেও গোড়াপত্তনে প্রয়োজনীয় তথ্যাদির পরিমাপ গ্রহণ করতে হবে।

(iv) অবস্থার প্রেক্ষিতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের উপর দৃষ্টি রেখা অনুভূমিক বা হেলানো (inclind) অবস্থায় স্টাফ পাঠ নিতে হবে। দরকার হলে উল্লম্ব কোণ, বিয়ারিং, ডায়াফ্রামে তিনটি হেয়ারে প্রাপ্ত পাঠ নিতে হবে। বেঞ্চ মার্ক যন্ত্রের সামর্থ্যের বহির্ভূত হলে ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে জরিপতব্য এলাকায় অথবা তার নিকটে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে নিতে হবে।

(v) যন্ত্রের স্টেশন হতে যন্ত্রের সামর্থ্যানুসারে আওতাধীন এলাকার প্রয়োজনীয় বিন্দুগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তথ্যাদি সংগ্রহ করতে হবে। প্রতি স্টাফ স্টেশনের জন্য প্রয়োজনীয় (ক) বিয়ারিং (খ) উল্লম্ব কোণ (গ) প্রতি স্টেশন হেয়ারত্রয়ের স্টাফ পাঠ (side shots) নিতে হবে। বিয়ারিং এর মাপ 5′ পর্যন্ত এবং কোণের মাপ 1′ পর্যন্ত নিতে হবে। যন্ত্রের স্টেশন হতে 15° হতে 30° এর ব্যবধানে যন্ত্রের স্টেশনগামী রেখায় (radial lines) স্টাফ স্টেশন নির্বাচন করলে দ্রুততর ও সহজতরভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায়।

(vi) পরবর্তী ঘের স্টেশনে সম্মুখে পাঠ নিতে হবে এবং (ক) বিয়ারিং (খ) উল্লম্ব কোণ (গ) হেয়ারত্রয়ে স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

(vii) দ্বিতীয় স্টেশনে যন্ত্র স্থাপন করে সেন্টারিং ও লেভেলিং করতে হবে।

(viii) যন্ত্রের উচ্চতা (যন্ত্রের স্টেশন হতে) পরিমাপ করতে হবে।

(ix) প্রথম স্টেশনে স্টাফ ধরে পশ্চাৎ পাঠ নিতে হবে এবং (ক) বিয়ারিং (খ) উল্লম্ব কোণ (গ) হেয়ারত্রয়ের স্টাফ পাঠ নিতে হবে। যেহেতু প্রতি স্টেশনে দু'বার পর্যবেক্ষণ করা হয়। ফলে বিভিন্ন তথ্যাদির দু'টি করে ফলাফল পাওয়া যায়। যদি এদের মাত্রা সূক্ষ্মতার মাত্রা অতিক্রম না করে, তাহলে এদের গড় মান গ্রহণ করতে হবে। যদি তা না হয় তবে পুনরায় পর্যবেক্ষণ কার্য সম্পাদন করতে হবে।

(x) উপরে বর্ণিত নিয়মে দ্বিতীয় স্টেশনে যন্ত্রের সামর্থ্যানুযায়ী তথ্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।

(xi) তৃতীয় স্টেশনে সম্মুখ পাঠ গ্রহণ করে প্রয়োজনীয় পর্যবেক্ষণ শেষে যন্ত্র দ্বিতীয় স্টেশন হতে তৃতীয় স্টেশনে স্থানান্তর করতে হবে।

(xii) এভাবে পর্যায়ক্রমে সকল স্টেশনে যন্ত্র স্থাপন ও তথ্যাদি সংগ্রহের কাজ সমাপ্ত করতে হবে এবং প্রাপ্ত তথ্যাদি জরিপ লিপিতে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

এখানে একটি স্টেডিয়া জরিপলিপির নমুনা দেয়া হলো।

স্টেডিয়া জরিপলিপি

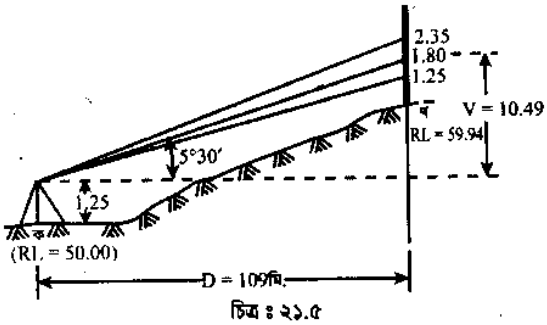
যন্ত্রের স্টেশন	যন্ত্রের উচ্চতা (মি.)	স্টাফ স্টেশন	বিয়ারিং	উল্লম্ব কোণ	স্টেডিয়া হেয়ার পাঠ উপর/নিচ	কেন্দ্রীয় হেয়ার পাঠ
1	2	3	4	5	6	7
A	1.50	M	40°30′	+2°24′	2.650 / 1.000	1.825
		N	94°45′	− 3°36′	3.000 / 0.970	1.985

স্টাফে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের পাঠ দূরত্ব	D (মি.)	V (মি.)	আর. এল		মন্তব্য
			যন্ত্রের স্টেশন	স্টাফ স্টেশন	
8	9	10	11	12	13
1.65	164.7	6.903	60.720	67.298	
2.03	202.1	12.73	60.720	47.505	

২১.৫ স্টেডিয়া জরিপের সমস্যার সমাধান (Solution of problems on stadia surveying) ঃ

উদাহরণ-১। লাইন অফ কলিমেশন আনত এবং স্টাফ খাড়া অবস্থায় 'ক' বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে 'খ' বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ার পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.25, 1.80, ও 2.35 মিটার। যদি উন্নতি কোণ 5°30′, $\frac{f}{i}$ = 100 এবং (f + d) = 0 হয়, তবে 'ক' হতে 'খ' বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে? যদি 'ক' বিন্দুর আর এল 50.00 এবং যন্ত্রের উচ্চতা 1.25 মিটার হয় তবে 'খ' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৩]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২১.৫

এখানে, S = 2.35 – 1.25 = 1.10, θ = 5°30′, R = 1.80, $\frac{f}{i}$ = 100 এবং (f + d) = 0

আমরা জানি,

অনুভূমিক দূরত্ব (ক হতে খ) $D = S.\frac{f}{i}(\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta$

$= 1.10 \times 100 \cos^2 5°30' + 0, \cos 5°30'$

= 109.00 মিটার

উল্লম্ব দূরত্ব $V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin^2\theta}{2} + (f+d)\sin\theta$

$= 1.10 \times 100 \frac{\sin 2 \times 5°30'}{2} + 0.\sin 5°30'$

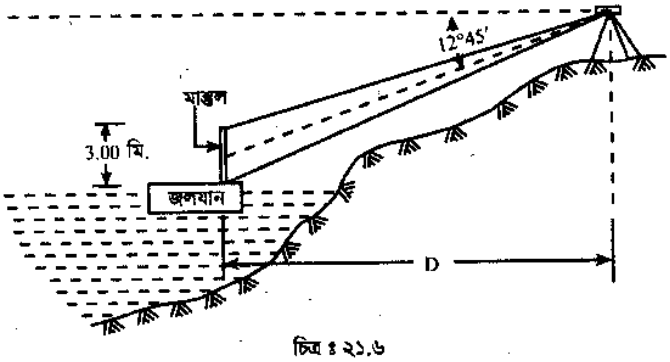
= 10.49 মিটার।

'ক' তে যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের আর.এল = 50.00 + 1.25 = 51.25 মিটার।

'খ' বিন্দুর আর. এল = 50.00 + 1.25 + 10.49 – 1.80 = 59.94 মিটার।

উদাহরণ-২। শত্রুপক্ষের জলযানের অবস্থান নির্ণয় করতে একজন জরিপকর স্টেডিয়ার উপরের ও নিচের হেয়ারের সাহায্যে মাস্তুলের শীর্ষ ও পদ চিহ্নিত করল। যদি জলযানটির মাস্তুলের উচ্চতা 3.00 মিটার এবং দুরবিনের অবনতি কোণের পরিমাণ 12°45′ হয়। তবে যন্ত্রের স্টেশন হতে জলযানটির অনুভূমিক দূরত্ব কত? [টেকোমিটারটির $\frac{f}{i}$ = 100 এবং (f + d) = 0] [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২১.৬

এখানে S = 3.00 মিটার θ = 12°45′ এবং মাস্তুল উল্লম্ব থাকে বিধায়—

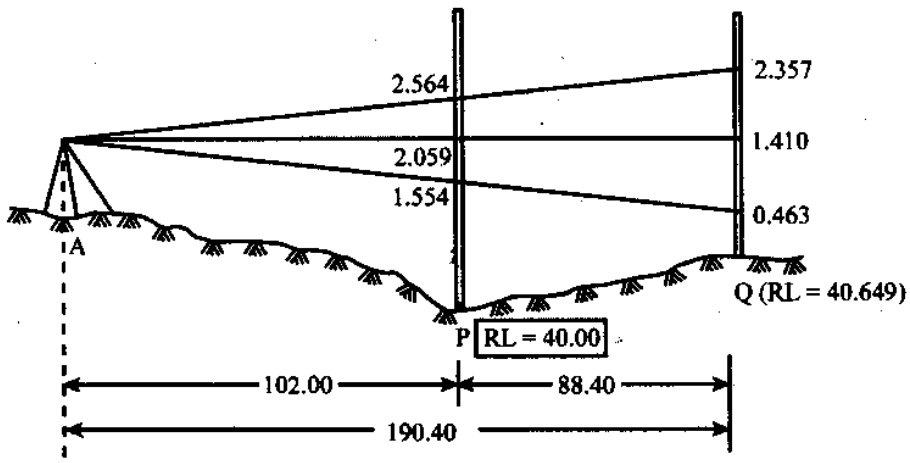
অনুভূমিক দূরত্ব $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta$

$= 3(100)\cos^2 12°45'$

= 285.39 মিটার

উদাহরণ-৩। A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে P (RL = 40.00) বিন্দুর স্টাফে 1.554, 2.059, 2.564 পাঠ এবং Q বিন্দুর স্টাফে 0.463, 1.410, 2.357 পাঠ পাওয়া গেল। উভয় ক্ষেত্রেই যন্ত্র অনুভূমিক এবং স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ছিল। যন্ত্রটির যোগবোধক ধ্রুবক 1.00 এবং গুণবোধক ধ্রুবক 100 হলে Q বিন্দুর আর. এল. নির্ণয় কর। APQ একই সরল রেখায় হলে P ও Q বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান



চিত্র ঃ ২১.৭

A হতে P এর দূরত্ব,

$D_p = S_p\frac{f}{i} + (f+d)$

$= 1.01\ (100) + 1.00$

=102.00 মিটার

$S_p = \frac{2.564 - 1.554}{1.010}$

$S_Q = \frac{2.357 - 0.463}{1.894}$

A হতে Q-এর দূরত্ব, $D_Q = S_Q\frac{f}{i} + (f+d)$

$= 1.894(100) + 1.00$

= 190.40 মিটার

P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = 190.40 – 102.00

= 88.40 মিটার

যন্ত্রের অক্ষের আর. এল. = 40.00 + 2.059

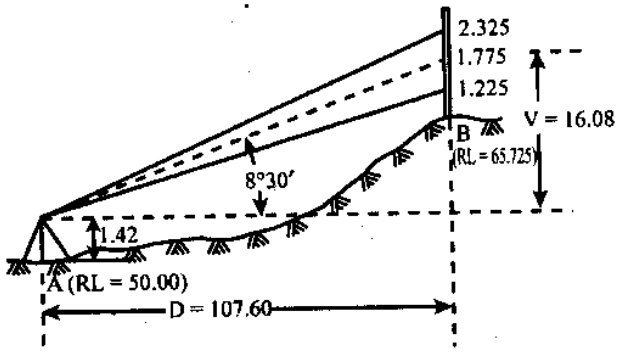
= 42.059

অতএব Q বিন্দুর আর. এল. = 42.059 – 1.410

= 40.649।

উদাহরণ-৪ । A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.225, 1.775, 2.325 পাওয়া গেল। যদি উন্নতি কোণ 8°30′, $\frac{f}{i}$ = 100 এবং (f + d) = 0 হয়, তবে A হতে B বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে, যদি A বিন্দুর আর এল 50.00 এবং যন্ত্রের উচ্চতা 1.42 মি. হয়, তবে B বিন্দুর আর. এল. নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১৩]

সমাধান ঃ প্রশ্নটিতে স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্বভাবে, না উল্লম্বভাবে ধরা হয়েছে, তার উল্লেখ নেই। যদি স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরা হয়ে থাকে তবে–



চিত্র ঃ ২১.৮

অনুভূমিক দূরত্ব $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$

এখানে $\frac{f}{i} = 100, (f + d) = 0, \theta = 8°30'$

$S = 2.325 - 1.225 = 1.10$

$\therefore \quad D = 1.10\,(100)\cos^2 8°30' + 0(\cos 8°30')$

$= 107.60$ মিটার

$V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin^2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta$

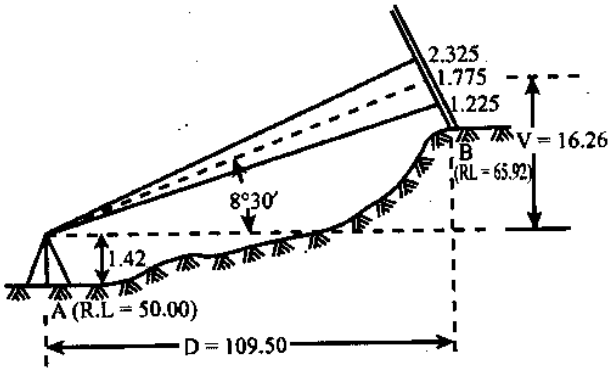
$= 1.1\,(100)\sin\frac{2(8 \times 30')}{2} + 0.\sin 8°30'$

$= 16.08$ মিটার

B এর আর এল $= 50 + 1.42 + 16.08 - 1.775$

$= 65.725$ মিটার

যদি স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্বভাবে ধরা হয়ে থাকে, তবে–



চিত্র ঃ ২১.৯

অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f+d)\cos\theta + R\sin\theta$

$= 1.1(100)\cos 8°30' + 0(\cos 8°30') + 1.775\sin 8°30'$

$= 109.5$ মিটার

উল্লম্ব দূরত্ব V $= S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f+d)\sin\theta$

$= 1.1(100)\sin 8°30' + 0(\sin 8°30')$

$= 16.26$ মিটার

B এর আর এল $= 50.00 + 1.42 + 16.16 - 1.775\cos 8°30'$

$= 65.92$ মিটার।

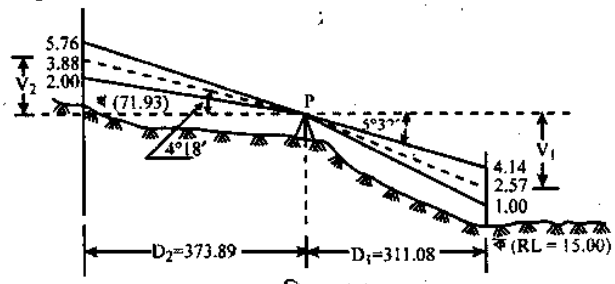
উদাহরণ-৫। কোন নির্দিষ্ট বিন্দু হতে একটি টেকোমিটার দিয়ে 'ক' স্টেশনে স্টাফ পাঠ 1.00, 2.57 ও 4.14 এবং খাড়া কোণ (–) 5°32 পাওয়া গেল এবং 'খ' নামক বিন্দুর উপর স্টাফ ধরে 2.00, 3.88 ও 5.76 এবং খাড়া কোণ 4°18′ পাওয়া গেল। যন্ত্রের অবস্থান হতে ক ও খ এর অনুভূমিক দূরত্ব ও খ বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। যখন ক এ আর.এল 15.00 মিটার, $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$ [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান ধরে নিই, স্টাফ খাড়াভাবে ধরা হয়েছে।

এখানে, $S_1 = 4.14 - 1.00 = 3.14$ মিটার

$S_2 = 5.76 - 2.00 = 3.76$ মিটার

$\theta_1 = 5°32'$ এবং $\theta_2 = 4°18'$



চিত্র ঃ ২১.১০

যন্ত্রের অবস্থা P হতে ক এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D_1 = S_1\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta_1$

$= 3.14 \times 100 \times \cos^2 5°32'$

$= 311.08$ মিটার

যন্ত্রের অবস্থান P হতে খ এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D_2 = S_2 \times \frac{f}{i}\cos^2\theta_1$

$= 3.76 \times 100 \times \cos^2 4°18'$

$= 373.89$ মিটার।

উল্লম্ব দূরত্ব, $V_1 = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta_1}{2} + (f+d)\sin\theta_1$

$= 3.14 \times 100 \times \frac{\sin 2 \times 5°32'}{2}$

$= 30.13$ মিটার

উল্লম্ব দূরত্ব, $V_2 = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta_2}{2} + (f+d)\sin\theta_2$

$= 3.76 \times 100 \times \frac{\sin 2 \times 4°18'}{2} = 28.11$ মিটার

নির্ণেয় খ বিন্দুর আর.এল $= 15.00 + 2.57 + V_1 + V_2 - 3.88$

$= 17.57 + 30.13 + 28.11 - 3.88$

$= 71.93$ মিটার।

উদাহরণ-৬। একটি এনালেটিক টেকোমিটারের সাহায্যে স্টাফ উন্নতভাবে ধরে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। A, B, C বিন্দুর আর এল এবং A হতে C এর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। A, B, C বেঞ্চ মার্কের একই দিকে অবস্থিত।

যন্ত্রের স্টেশন	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফ স্টেশন	উন্নত কোণ	স্টেডিয়া পাঠ
A	1.425	B.M RL=50.00	−5°30′	0.846,1.450,2.054
A	1.425	B	+ 7°15′	1.724, 2.015, 2.306
B	1.350	C	−10°40′	2.175, 2.969, 3.763

সমাধান প্রশ্নানুসারে $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$ (এনালেটিক টেকোমিটার হওয়ায়)

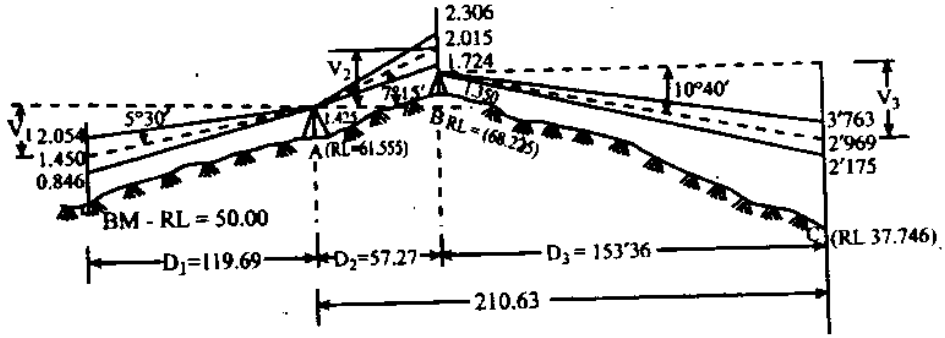
এখানে $S_{BM} = 2.054 - 0.846 = 1.208$

$S_B = 2.306 - 1.724 = 0.582$

$S_C = 3.763 - 2.175 = 1.588$

যেহেতু স্টাফ উন্নত অতএব $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$

$$V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta.$$



চিত্র ঃ ২১.১১

বেঞ্চ মার্ক হতে A এর অনুভূমিক দূরত্ব,

$D_1 = 1.208(100)\cos^2 5°30' + 0$

$= 119.69$ মিটার

$V_1 = 1.208(100)\frac{\sin 2(5°30')}{2} + 0$

$= 11.53$ মিটার।

A স্টেশনের আর. এল. $= 50.00 + 1.450 + 11.530 - 1.425$

$= 61.555$ মিটার

A হতে B এর অনুভূমিক দূরত্ব

$D_2 = 0.582\,(100)\cos^2 7°15' + 0$

$= 57.27$ মিটার

$V_2 = 0.582(100)\frac{\sin 2\,(7°15')}{2} + 0$

$= 7.29$ মিটার

B এর আর. এল. $= 61.555 + 1.425 + 7.29 - 2.015$

$= 68.255$ মিটার।

B হতে C-এর অনুভূমিক দূরত্ব–

$D_3 = 1.588(100)\cos^2 10°40' + 0$

$= 153.36$ মিটার

$V_3 = 1.588(100)\frac{\sin 2(10°40')}{2} + 0$

$= 28.89$ মিটার

C বিন্দুর আর. এল. $= 68.255 + 1.350 - 28.89 - 2.969$

$= 37.746$ মিটার।

A হতে C পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব $= AB + BC$

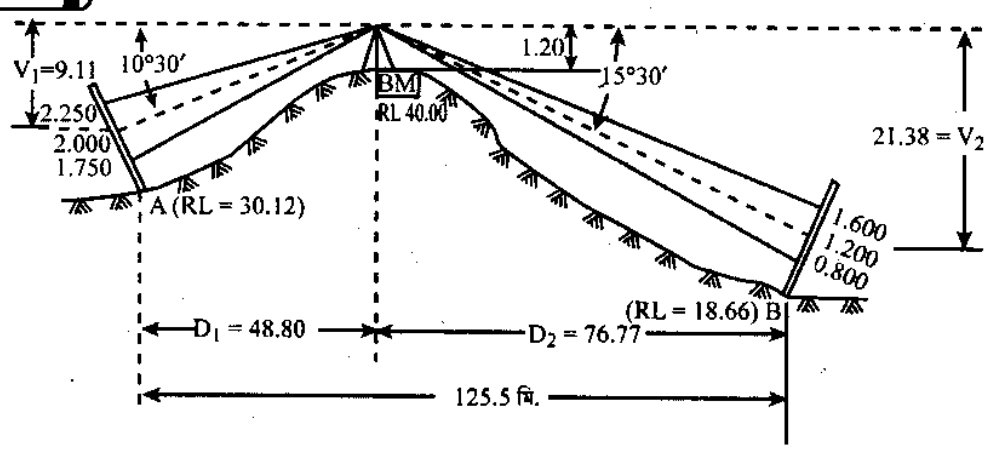
$= 57.27 + 153.36$

$= 210.63$ মিটার।

উদাহরণ-৭। একটি এনালেটিক টেকোমিটারের সাহায্যে স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্বভাবে ধরে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। A ও B বিন্দু পরস্পর বেঞ্চ মার্কের বিপরীত পাশে, $\frac{f}{i} = 100$ হলে AB দূরত্ব এবং A ও B এর উচ্চতা পার্থক্য নির্ণয় কর।

যন্ত্রের অবস্থান	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফের অবস্থান	উল্লম্ব কোণ	স্টেডিয়া পাঠ	
B.M	1.20	A	– 10°30′	1.750,2.000, 2.250	BM (R.L=40)
B.M	1.20	B	–15°30′	0.800, 1.200, 1.600	

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২১.১২

স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব অবস্থায় এবং $(f + d) = 0$

আমরা জানি, $D_1 = S.\frac{f}{i}\cos\theta_1 - R\sin\theta_1$

$= (2.250 - 1.750) \times 100\cos 10°30' - 2.00\sin 10°30'$

$= 48.80$ মিটার

$V_1 = S_1.\frac{f}{i}\sin\theta_1$

$= (2.250 - 1.750) \times 100\sin 10°30'$

$= 9.11$ মিটার

A স্টেশনে ভূমি হতে মধ্য স্টেডিয়া হেয়ার পাঠ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব $= R\cos\theta_1$

$= 2.00\cos 10°30'$

$= 1.97$ মিটার

A স্টেশনে আর.এল = 40.00 + 1.20 – 9.11 – 1.97 = 30.12 মিটার

$D_2 = S_2 . \frac{f}{i} \cos\theta_2 - R \sin\theta_2$

$= (1.600 - 0.800) \times 100 \cos 15°30' - 1.2 \sin 15°30' = 76.77$ মি.

$V_2 = S_2 . \frac{f}{i} \sin\theta_2$

$= (1.600 - 0.800) \times 100 \sin 15°30' = 21.38$ মি.

B স্টেশনে ভূমি হতে মধ্য স্টেডিয়া হেয়ার পাঠ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব $= R \cos\theta_2$

$= 1.20 \cos 15°30'$

$= 1.16$ মি.

B স্টেশনের আর.এল = 40.00 + 1.20 – 21.38 – 1.16 = 18.66 মি.

A (R.L = 30.12) > B (R.L = 18.66) ∴ A উঁচু

A ও B স্টেশনের উচ্চতা পার্থক্য = 30.12 – 18.66 = 11.45 মি. (A উঁচু)

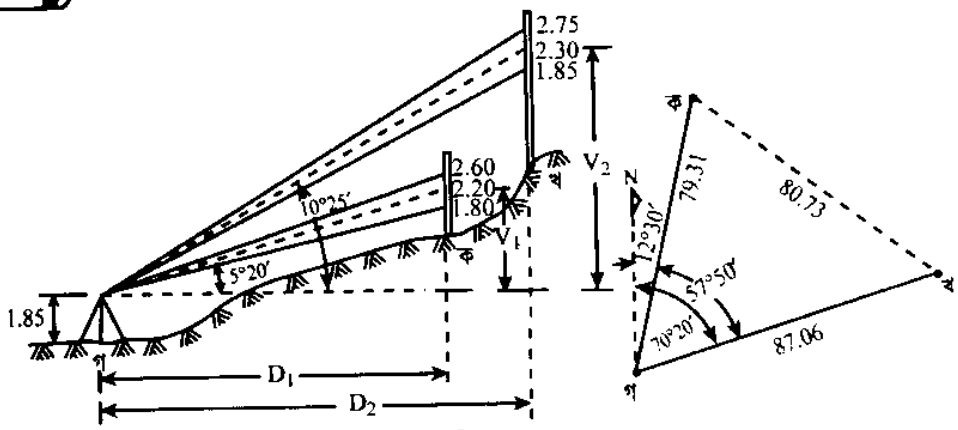
A হতে B স্টেশনের অনুভূমিক দূরত্ব = $D_1 + D_2$ = 48.80 + 76.77 = 125.67 মি.

উদাহরণ-৮। এনালেটিক লেন্স সম্বলিত টেকোমিটারের সাহায্যে স্টাফ খাড়া অবস্থায় রেখে পর্যবেক্ষণকৃত তথ্যাদি নিম্নে উল্লেখ করা হল। কখ রেখার দৈর্ঘ্য ও আর এল বের কর।

যন্ত্রের স্টেশন	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফ স্টেশন	পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং	খাড়া কোণ	স্টেডিয়া রিডিং	মন্তব্য
গ	1.85 মি.	ক	12°30′	5°20′	1.80. 2′20,2.60	গ এর RL 50 মি.
গ	1.85 মি.	খ	70°20′	10°25′	1.85,2.30,2.75	

[বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান :



চিত্র : ২১.১৩

গ হতে ক এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D_1 = S\frac{f}{i} \cos^2\theta + (f + d) \cos\theta$

$= (2.60 - 1.40) \times 100 \times \cos^2 5°20'$

$= 79.31$m.

$(f + d) = 0$

∠ কগখ = 70°20′ – 12°30′

= 57°50′

গ যন্ত্রের অক্ষ হতে 'ক' এর উল্লম্ব দূরত্ব $= V_1 - 2.20$

$= S . \frac{f}{i} \frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d) \sin\theta - 2.20$

$= 0.80 \times 100 \frac{\sin 10°40'}{2} - 2.20$

$= 5.20$ m

গ হতে খ এর অনুভূমিক দূরত্ব = D_2 $= S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f+d)\cos\theta$

$= (2.75 - 1.85) \times 100 \cos^2 10° 25'$

$= 87.06$ m.

গ যন্ত্রের অক্ষ হতে খ এর উল্লম্ব দূরত্ব $= V_2 - 2.30$

$= S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta}{2} + (f+d)\sin\theta - 2.30$

$= (2.75 - 1.85) \times 100 \frac{\sin 20°50'}{2} - 2.30$

$= 13.70$ m

'ক' এর আর.এল $= 50.00 + 1.85 + 5.20 = 57.05$ m

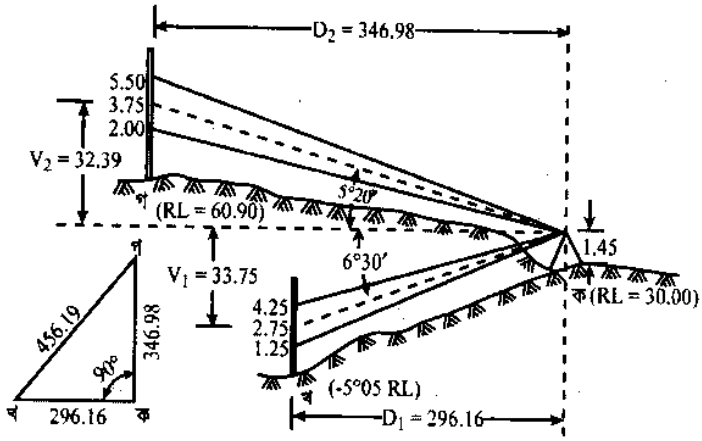
খ এর আর এল $= 50.00 + 1.85 + 13.70 = 65.55$ m

কখ রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(87.06)^2 + (79.31)^2 - 2 \times 87.06 \times 79.31 \cos 57°50'}$

$= 80.73$ m.

উদাহরণ-৯। একটি নির্দিষ্ট স্থান 'ক' হতে একটি এনালেটিক টেকোমিটার দিয়ে 'খ' বিন্দুর উপর স্টেডিয়া পাঠ 1.25, 2.75, 4.25 এবং খাড়া কোণ (–) 6°30′ পাওয়া গেল। এবার যন্ত্রটি ডানাবর্তে 90° ঘোরানোর পর 'গ' বিন্দুতে স্টেডিয়া পাঠ 2.00, 3.75, 5.50 এবং খাড়া কোণ 5°20′ পাওয়া গেল। গ ও খ স্টেশনের মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। 'ক' বিন্দুর R.L 30 মিটার হলে 'খ' বিন্দুর R.L কত? 'ক' বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা 1.45 মিটার, $\frac{f}{i} = 100$, স্টাফ খাড়াভাবে ধরা হয়েছে। [বাকাশিবো- ২০০৪]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২১.১৪

দেয়া আছে, ক এর RL = 30.00, যন্ত্রের উচ্চতা 1.45, $\frac{f}{i} = 100$, $(f + d) = 0$

খ বিন্দুর জন্য, $\theta_1 = (-)\ 6°30'$ এবং $S_1 = 4.25 - 1.25 = 3.00$

গ বিন্দুর জন্য, $\theta_2 = 5°20'$ এবং $S_2 = 5.50 - 2.00 = 3.50$

∠গকখ (অনুভূমিক) = 90°00′

ক হতে খ এর অনুভূমিক দূরত্ব, D_1 $= S_1 . \frac{f}{i}\cos^2\theta_1 + (f+d)\cos\theta_1$

$= 3.00 \times 100 \times \cos^2 6°30' + 0 = 296.16$ মিটার

V_1 $= S_1 . \frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta_1}{2} + (f+d)\sin\theta_1$

$= 3.00 \times 100 \times \frac{\sin(2 \times 6°30')}{2} + 0 = 33.75$ মিটার

খ এর আর. এল = 30.00 + 1.45 – 33.75 – 2.75 = – 5.05 মিটার

ক হতে গ এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D_2 = S_2 . \frac{f}{i} . \cos^2\theta_2 + (f + d) \cos\theta_2$

$= 3.50 \times 100 \times \cos^2 5°20' + 0 = 346.98$ মিটার

$V_2 = S_2 . \frac{f}{i} \frac{\sin 2\theta_2}{2} + (f + d) \sin\theta_2$

$= 3.50 \times 100 \times \frac{(\sin 2 \times 5°20')}{2} + 0 = 32.39$ মিটার

গ বিন্দুর আর.এল = 30.00 + 1.45 + 32.39 – 3.75

= 60.09 মিটার

ক খ গ সমকোণী ত্রিভুজ, খগ এর অনুভূমিক দূরত্ব = $\sqrt{(296.16)^2 + (346.98)^2}$ = 456.19 মিটার।

উদাহরণ-১০। স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ধরে একটি এনালেটিক টেকোমিটারের সাহায্যে ঘের জরিপ করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যদি A বিন্দুর আর এল 200.00 হয়, তবে অন্যান্য বিন্দুগুলোর আর. এল. এবং DA রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

যন্ত্রের উচ্চতা	বাহু	বিয়ারিং	উল্লম্ব কোণ	স্টাফ পাঠ
1.42(A)	AB	15°00′	+ 5°00′	1.000,2.000,3.000
1.50(B)	BC	290°00′	+2°00′	1.500,2.000,2.500
1.00(C)	CD	230°00′	–4°00′	2.000,2.500,3.00

সমাধান যেহেতু স্টাফ উল্লম্ব, তাই অনুভূমিক দূরত্ব–

$D = S. \frac{f}{i} \cos^2\theta + (f + d) \cos\theta$

এবং $V = S. \frac{f}{i} \frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta.$ $\left[\frac{f}{i} = 100 \text{ এবং } (f + d) = 0\right]$

অতএব AB = 2.00 (100). $\cos^2 5° + 0$ = 198.48মিটার

BC = 1.00 (100) $\cos^2 2° + 0$ = 99.88 মিটার

CD = 1.00(100) $\cos^2 4° + 0$ = 99.51

AB বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = N 15°00′ E

BC বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = N 70°00 W

CD বাহুর হ্রাসকৃত বিয়ারিং = S 50°00 W

	অক্ষাংশ ($\ell \cos\phi$)		দ্রাঘিমাংশ ($\ell \sin\phi$)	
বাহু	N	S	E	W
AB	191.72		57.37	
BC	34.16			93.86
CD		63.96		76.23

DA রেখার অক্ষাংশ = (191.72 + 34.16 – 63.96)

=161.92(S)

DA রেখার দ্রাঘিমাংশ =(93.86 + 76.23 –51.37) =118.72(E).

DA রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং ϕ।

$\therefore \phi = \tan^{-1}\frac{118.72}{161.92}$

$= 36°14'56\delta$ S/E

অতএব DA রেখার পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং $= 180° - 36°14'56''$

$= 143°45'4''$

DA রেখার দৈর্ঘ্য $= \sqrt{(118.72)^2 + (161.92)^2}$

$= 200.78$ মিটার।

প্রথম সেটিং এর জন্য–

$V = 2.00(100)\frac{\sin 10°00'}{2} + 0 = 17.37$ মিটার

দ্বিতীয় সেটিং এর জন্য

$V = 1.00(100)\sin\frac{4°00'}{2} + 0 = 3.49$ মিটার

তৃতীয় সেটিং এর জন্য

$V = 1.00(100)\frac{\sin 8°00'}{2} + 0 = 6.96$ মিটার।

A বিন্দুতে যন্ত্রের অক্ষের আর. এল. $= 200.00 + 1.42 = 201.42$ মিটার

B বিন্দুর আর এল $= 201.42 + 17.37 - 2.00 = 216.79$ মিটার

B বিন্দুর যন্ত্রের অক্ষের আর. এল. $= 216.79 + 1.50 = 218.29$ মিটার

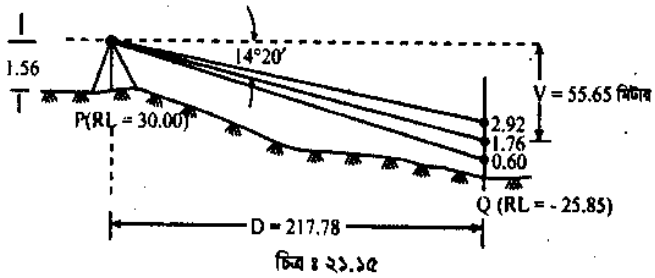
C বিন্দুর আর. এল. $= 218.29 + 3.49 - 2.00 = 219.78$ মিটার

C বিন্দুতে যন্ত্রের অক্ষের আর. এল. $= 219.78 + 1.00 = 220.78$ মিটার

D বিন্দুর আর.এল.$=220.78-6.96-2.50=211.32$ মিটার।

উদাহরণ-১১। P বিন্দুতে একটি এনালেটিক টেকোমিটার বসিয়ে স্টাফ খাড়া অবস্থায় ধরে Q বিন্দুতে স্টেডিয়া পাঠ 0.60, 1.76 ও 2.92 পাওয়া গেল। P বিন্দুতে যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতা 1.56 মিটার। P বিন্দুর RL 30 মিটার এবং খাড়া কোণ (–) 14°20′ হলে PQ রেখার অনুভূমিক দূরত্ব এবং Q বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। (যন্ত্রের গুণিতক ধ্রুবক 100)। [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান



চিত্র ঃ ২১.১৫

P হতে Q এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$

$= (2.92 - 0.60) \times 100 \times \cos^2 14°20' + 0 = 217.78$ মিটার

P এর যন্ত্রের অক্ষ হতে Q এর স্টাফের মধ্য পাঠ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব,

$V = S.\frac{f}{i}\sin\frac{2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta = (2.92 - 0.60) \times 100\frac{\sin 2 \times 14°20'}{2} + 0 = 55.65$ মিটার

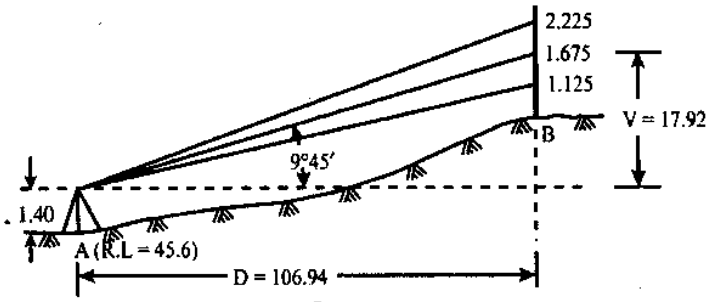
Q বিন্দুর আর.এল $= 30.00 + 1.56 - 55.65 - 1.76 = -25.85$ মিটার।

উদাহরণ-১২। A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.125, 1.675 ও 2.225 পাওয়া গেল। নিচে লিখিত তথ্যাদির সাহায্যে বিন্দু দুটোর অনুভূমিক দূরত্ব এবং B বিন্দুর R.I. নির্ণয় কর ঃ

তথ্যাদি ঃ উন্নতি কোণ = 9°45′, গুণমূলক ধ্রুবক = 100, যোগমূলক ধ্রুবক = 10cm.

A বিন্দুর R.L = 45.6m, যন্ত্রের উচ্চতা = 1.40m. [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ ধরে নিই, স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় পাঠ গ্রহণ করা হয়েছে।



চিত্র ঃ ১৮.১৬

A হতে B এর অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$

$$= (2.225 - 1.125) \times 100 \cos^2 9°45' + \frac{10}{100}\cos 9°45' = 106.94 \text{ মিটার}$$

A এর যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষ হতে B এর স্টাফের মধ্য পাঠ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব,

$$V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta$$

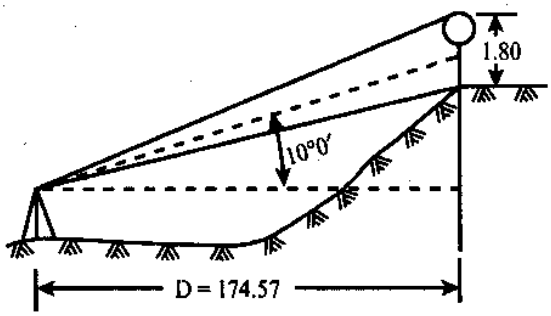
$$= (2.225 - 1.125) \times 100 \frac{\sin 2 \times 9°45'}{2} + \frac{10}{100}\sin 9°45' = 17.92 \text{ মিটার}$$

B বিন্দুর আরএল = 45.60 + 1.40 + 17.92 − 1.675 = 63.245 মিটার

উদাহরণ-১৩। শত্রুপক্ষের অবস্থান নির্ণয় করার জন্য একজন জরিপকারী টেকোমিটারের ওপরের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে টিলার ওপর দণ্ডায়মান একজন সৈনিকের মাথার উপরিভাগ এবং নিচের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে সৈনিকের পায়ের তলা চিহ্নিত করল। সৈনিকের উচ্চতা 1.80 মিটার হলে ঐ সৈনিকের অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে, নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১২]

উন্নতি কোণ 10°0′, $\frac{f}{i} = 200$ এবং (f + d) = 0।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ২১.১৭

যন্ত্র হতে সৈনিকের অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\,\text{Cos}\theta$

$$= 1.80 \times 100 \cos^2 10°0' + 0 = 174.57 \text{ মিটার।}$$

অনুশীলনী-২১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কৌণিক টেকোমিটার জরিপে স্টাফ কী কী ভাবে ধরা যায়?**

উত্তর ঃ কৌণিক টেকোমিটার বা স্টেডিয়া জরিপে (ক) স্টাফ উল্লম্বভাবে এবং (খ) স্টাফ দৃষ্টি রেখার (কলিমেশন রেখার) সাথে লম্বভাবে ধরা যায়।

২। **স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় এবং দৃষ্টি রেখা আনতকালে অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র দুইটি লেখ।**

উত্তর ঃ অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta.$

উল্লম্ব দূরত্ব, $V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta.$

৩। **দৃষ্টি রেখা আনত স্টাফ দৃষ্টি রেখার সাথে লম্ব অবস্থায় অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র দুইটি লেখ।**

উত্তর ঃ অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f + d)\cos\theta \pm R\sin\theta$ | নিম্নমুখী আনতি $- R\sin\theta$

উল্লম্ব দূরত্ব, $V = S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f + d)\sin\theta$ | উর্ধ্বমুখী আনতি $+ R\sin\theta$

৪। **কৌণিক টেকোমিটার জরিপ কী?**

উত্তর ঃ দুরবিনকে উল্লম্ব কোণে স্থাপন করে উল্লম্ব কোণ পরিমাপের মাধ্যমে যে পদ্ধতিতে টেকোমিটার জরিপ করা হয়, তাকে কৌণিক টেকোমিটার জরিপ বলা হয়।

৫। **টেকোমিটার জরিপে কী কী যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ টেকোমিটার জরিপে– ১। টেকোমিটার ২। লেভেলিং স্টাফ বা স্টেডিয়া রড ৩। ফিতা ৪। রেঞ্জিং রড ইত্যাদি যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কৌণিক টেকোমিটার জরিপ সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.১ দ্রষ্টব্য।

২। **স্টেডিয়া জরিপ দলে নিয়োজিত লোকদের কার কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। **একটি স্টেডিয়া জরিপ লিপির নমুনা দেখাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.৪ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **স্টেডিয়া জরিপ প্রক্রিয়া আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.৪ দ্রষ্টব্য।

২। **দৃষ্টি রেখা উর্ধ্বমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্ব থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.২ দ্রষ্টব্য।

৩। **দৃষ্টি রেখা নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্ব থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবোদ-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২১.২ দ্রষ্টব্য।

৪। **দৃষ্টি রেখা ঊর্ধ্বমুখী অবস্থানে এবং স্টাফ দৃষ্টি রেখার সাথে সমকোণে থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৩ দ্রষ্টব্য।

৫। একটি টেকোমিটারের স্টেডিয়া ধ্রুব নির্ণয়ের জন্য নিম্নের তথ্যাদি সংগৃহীত হলো। টেকোমিটারটির স্টেডিয়া ধ্রুব কত?

যন্ত্রের অবস্থান	দূরত্ব (মি.)	স্টাফ স্টেশন	স্টেডিয়া পাঠ
P	20	A	2.245, 2.345, 2.445
	30	B	1.423, 1.573, 1.723

[উত্তর ঃ 100 এবং 0]

৬। একটি এনালেটিক টেকোমিটারের সাহায্যে স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। A হতে C বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব এবং A ও C বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর। B বিন্দুর এলিভেশন কত? B.M. (R.L. 25.00)

যন্ত্রের অবস্থান	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফ স্টেশন	উল্লম্ব কোন	স্টেডিয়া পাঠ
A	0.95	B.M	– 3°	0.845, 1.05, 1.255
A	0.95	B	+8°	1.225, 1.540, 1.855
B	2.05	C	– 12°	0.875, 1.160, 1.445

[উত্তর ঃ 116.32 মি., 2.61 মি., 35.33 মি.]

৭। একটি টেকোমিটারের যোগবোধক ধ্রুবক 1.00 এবং গুণবোধক ধ্রুবক 101.00 এর সাহায্যে নিম্নের তথ্যাদি গৃহীত হলো।

যন্ত্রের অবস্থান	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফ স্টেশন	উল্লম্ব কোণ	স্টেডিয়া পাঠ
A	1.00	BM. RL=50.00	– 2°30'	1.00, 2.00, 3.00
A	1.00	B	+ 4°50'	1.50, 2.00, 2.50
C	1.50	B	– 6°5'	1.75, 2.00, 2.25
C	1.50	D	+ 4°10'	0.50, 1.00, 1.50
E	1.20	D	+ 2°17'	0.75, 1.00, 1.25
E	1.20	F	– 3°42'	0.50, 1.50, 2.50

A, B, C, D, E, F একই উল্লম্ব তলে এবং B ও D বিন্দুর মাঝে C এবং D ও F বিন্দুর মাঝে E। A ও E বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য ও A হতে E এর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। **[উত্তর ঃ** 5.78 মি., 507.25 মি.]

অধ্যায়-২২ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ (Topographic Surveying)

২২.১ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ ও রিলিফ (Topographic survey and relief) ঃ

কোন এলাকার ভূপৃষ্ঠের অবয়ব বা প্রকৃতিকে ঐ এলাকার ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা বা টপোগ্রাফি (topography) বলে। মূলত ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানের এলিভেশনের বৈষম্য বা ভিন্নতার দরুনই ভূ-সাংস্থানিক অবস্থায় ভিন্নতা বা ভূপৃষ্ঠের অবয়বে বিচিত্রতা দেখা যায়। যে বিশেষ জরিপ প্রক্রিয়ায় ভূপৃষ্ঠের অবয়ব বা প্রকৃতি (এলিভেশনের পার্থক্য বা ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা) নির্ধারণ করার পাশাপাশি অনুভূমিক তলে এর প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম অঙ্গগুলোর অবস্থিতির স্থান (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ) নির্ধারণ করা হয়। এ জরিপ প্রক্রিয়াকে ভূ-সাংস্থানিক জরিপ (topographic survey) বলা হয়। অর্থাৎ যথাযথ আলামতের মাধ্যমে কোন এলাকার (প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম) বিশিষ্ট অঙ্গগুলো উপস্থাপনের উদ্দেশ্যে অবস্থিতি (প্ল্যান ও এলিভেশন) নির্ণয়ের প্রক্রিয়াকে ভূ-সাংস্থানিক (topographic) জরিপ বলা হয়। কোন বিস্তৃত ভূখণ্ডের কোন এলাকার ত্রিমাত্রিক (three dimensional) অবস্থা প্রদর্শনের মৌলিক উদ্দেশ্যেই ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র অংকন করা হয়। তাই কোন এলাকার ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র ঐ এলাকার বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক অবস্থান (অনুভূমিক ও উল্লম্বিক) উপস্থাপন করে। এক্ষেত্রে এলিভেশনের পার্থক্য উপস্থাপনকে রিলিফ (relief) বলা হয়। কোন তলে বিভিন্ন বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন শেডিং হ্যাচার্স (shading hachures), ফরম লাইন (form line) অথবা সমোন্নতি রেখার সাহায্যে উপস্থাপন করা যেতে পারে। ভূ-সাংস্থানিক নকশায় এলাকার বিভিন্ন প্রাকৃতিক (স্রোতস্বিনী নদী, হ্রদ, গাছ ইত্যাদি) ও কৃত্রিম (খাল, রাস্তা, সেচ ও পানি নিষ্কাশন নালা ইত্যাদি) অঙ্গসমূহ রিলিফসহ রঞ্জিন করে দেয়া হয়।

কোন এলাকার ভূ-সাংস্থানিক জরিপে প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে এবং রিলিফ উপস্থাপনের মাধ্যমে উক্ত এলাকার ভূপৃষ্ঠের অবয়বের ত্রিমাত্রিক অবস্থা (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, এলিভেশন) প্রদর্শনের মৌলিক উদ্দেশ্যে অংকিত মানচিত্রই ঐ এলাকার ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র (Topographic map)।

ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র বিভিন্ন ধরনের প্রকল্প পরিকল্পনায় অত্যধিক গুরুত্বপূর্ণ ও উপকারী ভূমিকা পালন করে। যেহেতু এ মানচিত্র প্রয়োজনীয় তথ্যাদি দান করে তাই নির্মাণ পরিকল্পনা প্রণয়নও সহজ হয়। অধিকাংশ গুরুত্বপূর্ণ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং প্রজেক্ট এর পরিকল্পনা ও ডিজাইন এর জন্য প্রথমেই ভূ-সাংস্থানিক জরিপ ও ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র তৈরি করতে হয়। ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্লান্ট, বিল্ডিং কমপ্লেক্স, সড়ক ও রেলপথ প্রকল্প, সেচ ও পানি নিষ্কাশন প্রকল্প ইত্যাদির পরিকল্পনায় ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। ব্রিজ, টানেল, বাঁধ ইত্যাদির পরিকল্পনা ও ডিজাইনের পূর্বেও ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র তৈরির দরকার হয়। জলবিদ্যুৎ প্রকল্প, ভূমিধস, পরিবেশ সংরক্ষণ, কৃষি, আর্কিটেকচার ইত্যাদির পরিকল্পনা গ্রহণ ও উন্নয়নের জন্যও ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রের দরকার হয়। যুদ্ধকালীন সমর প্রস্তুতি, সমর পরিচালনা ও প্রতিরোধে এবং গোপনীয়তা রক্ষায় ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

২২.২ রিলিফ উপস্থাপন পদ্ধতি (Methods of representation of relief) ঃ

ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে রিলিফ এমনভাবে উপস্থাপন করতে হবে যেন ব্যবহারকারী একে একটি ভূপৃষ্ঠের অবয়বের মডেল হিসাবে ভূপৃষ্ঠের যথাযথ অবস্থা উপলব্ধি করতে পারে এবং মানচিত্রে প্রদর্শিত বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন সম্পর্কে সঠিক তথ্য পেতে পারে। মানচিত্রে রিলিফ উপস্থাপনের জন্য হ্যাচার্স (hachures), কন্টুর রেখা, ফরম লাইন, রং বা রঞ্জিন রেখা ব্যবহার করা যেতে পারে। ঢালের দিকে ছোট ছোট রেখা টেনে দেয়ার প্রক্রিয়াকে হ্যাচার্স বলা হয়। সাধারণত খাড়া ঢালের ক্ষেত্রে ঘন সন্নিবেশিত মোটা ছোট ছোট রেখা এবং সহজ ঢালের ক্ষেত্রে দূরে দূরে হালকা ছোট ছোট রেখা টানা হয়। হ্যাচার্স দ্বারা এলিভেশন সঠিকভাবে উপস্থাপন করা যায় না। এটা শুধুমাত্র ভূপ্রকৃতি সম্পর্কে সাধারণ ধারণা উপস্থাপন করে। অপরদিকে কন্টুর রেখা শুধুমাত্র ভূপ্রকৃতির অবস্থা সম্পর্কেই ধারণা দেয় না, বরং ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশনও পরিবেশন করে। তাই রিলিফ উপস্থাপনে সমোন্নতি রেখার (contour line) ব্যবহারই বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়। তবে সকল ক্ষেত্রে সম নিখুঁততাসহ এ সকল রেখা ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে চিত্রিত করা যায় না। ফরম লাইন যদিও এলিভেশন উপস্থাপন করে কিন্তু নিখুঁততার জন্য পর্যাপ্ত সংখ্যক বিন্দু নির্ণয় করা সহজতর হয় না। তবে উপকূলীয় এলাকার পাহাড়ের চূড়া দেখানোর জন্য এগুলো ব্যবহৃত হতে দেখা যায়। দু'টি সমোন্নতি রেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্র দেখানোর জন্য এক বর্ণের রং ও পাশাপাশি অপর দু'টি সন্নিহিত কন্টুরের মধ্যবর্তী এলাকা দেখানোর জন্য অন্য বর্ণের রং ব্যবহার করতে দেখা যায়। একে টিনটিং (tinting) বলা হয়।

২২.৩ ভূ-সাংস্থানিক জরিপ প্রক্রিয়া (Procedure of topographic survey) ঃ

ভূ-সাংস্থানিক জরিপের প্রাথমিক উদ্দেশ্য ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র তৈরিকরণ। এতে কোন এলাকায় পর্যাপ্ত সংখ্যক প্রতিনিধিত্বকারী বিন্দু নির্বাচন করে ত্রিমাত্রিক অবস্থান নির্ধারণের মাধ্যমে ঐ এলাকার ভূপৃষ্ঠের প্রকৃতি উপস্থাপন করা হয়। নির্ধারিত বিন্দুগুলোর এলাকার ত্রিমাত্রিক অবস্থা নির্ধারণের জন্য সরেজমিনে নিম্নোক্ত ধাপে কার্যাদি সম্পন্ন করতে হয়।

(ক) অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক (horizontal and vertical control) সংস্থাপন

(খ) সমোন্নতি রেখা (contour) নির্ধারণ ও

(গ) বিস্তারিত তথ্যাদি নির্ধারণ (যেমন--স্রোতস্বিনী, হ্রদ, নদী, রাস্তা, রেলপথ, বাড়িঘর ইত্যাদি)।

অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক সংস্থাপন পদ্ধতিই ভূ-সাংস্থাপিনক জরিপে প্রথম ও সর্বাধিক প্রয়োজনীয় ধাপ। কেননা কোন বিন্দুর ত্রিমাত্রিকতার (অনুভূমিক তলে দু' মাত্রা এবং উল্লম্ব তলে একমাত্রা) পরিমাণ অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রকের সাপেক্ষে গ্রহণ করা হয়। যদি জরিপতব্য এলাকা ছোট হয়, তখন উক্ত ত্রিমাত্রিকতার পরিমাপ একটি জরিপ দলই স্বল্প সময়ে করতে পারে। বৃহত্তর ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এলাকার ক্ষেত্রে উক্ত জরিপ কাজের পর্যায়ক্রমিক ধারা বজায় রেখে প্রতি ধাপের জরিপ কাজে একাধিক জরিপদল কাজ করার দরকার হতে পারে। তবে জরিপের প্রতিটি ধাপের কাজের পর্যায়ক্রমিক অগ্রগতি ও ধাপগুলোর কাজে সামঞ্জস্যতা বজায় রাখার জন্য প্রয়োজনীয় জনবলের এক বা একাধিক দল জরিপকর অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক সংস্থাপনে এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যক দল উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক সংস্থাপনে এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যক দল সমোন্নতি রেখা নির্ধারণে এবং বিস্তারিত তথ্যাদির পরিমাপ গ্রহণে কাজ করতে পারে। পরিমাপ গ্রহণের পর মানচিত্রের গুরুত্ব ও ব্যবহার ক্ষেত্রের চাহিদার উপর নির্ভর করে মানানসই স্কেলে মানচিত্র অঙ্কন করা হয়। (এখানে উল্লেখ্য, অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক, উল্লম্ব নিয়ন্ত্রক, সমোন্নতি রেখা ও বিস্তারিত তথ্যাদি সম্পর্কে পরবর্তী পাঠ্যাংশগুলোতে আলোচনা করা হবে)।

২২.৪ অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক নির্ধারণ পদ্ধতি (Methods of locating horizontal and vertical control) ঃ

অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক (Horizontal control) ঃ অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক একটি কঙ্কাল মানচিত্র বিশেষ। এতে সমোন্নতি রেখা ও অন্যান্য তথ্যাদি সন্নিবেশিত হয়। যদি এলাকা ছোট হয় তবে অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক একটি বিন্দুও হতে পারে এবং উক্ত বিন্দু হতে নির্দিষ্ট দিকে নির্দিষ্ট বিন্দু পর্যন্ত দূরত্ব মাপা যাবে। যখন এলাকা বেশ বড় হয় তখন অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক একটি ঘের বা সারিবদ্ধ ঘেরও হতে পারে। এ সকল ঘেরগুলো টেপ-কম্পাস, প্লেন টেবিল বা টেপ থিওডোলাইট ইত্যাদির মাধ্যমে নেয়া যেতে পারে। ক্ষেত্রবিশেষে ঘেরের বাহুর দৈর্ঘ্য স্টেডিয়া জরিপের মাধ্যমেও নির্ণয় করতে হতে পারে। খুব বৃহৎ এলাকার জন্য ত্রিভুজায়নে ঘের দিতে হতে পারে এবং প্রাথমিক ত্রিভুজায়নের পর দ্বিতীয় পর্যায়ের ঘেরেরও প্রয়োজন হতে পারে। এ সকল দ্বিতীয় বা তৃতীয় পর্যায়ের ঘেরের জন্য প্লেন টেবিল ব্যবহার করা যেতে পারে। অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক ঘেরের বিভিন্ন বাহু হতে অফসেট বা দিক ও দূরত্ব অনুযায়ী কোন নির্দিষ্ট বিন্দু বা বিন্দুসমূহ চিহ্নিত করা যায়।

উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক (Vertical control) ঃ উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রকের উদ্দেশ্য হলো ঘেরের স্টেশন বিন্দুগুলোর এলিভেশন নির্ণয় করা বা ক্ষেত্রবিশেষে এগুলোর নিকটবর্তী স্থানে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করা, যাতে লেভেলিং কার্যক্রম সহজতর হয় এবং ভবিষ্যতে স্মারক বিন্দু হিসেবেও ব্যবহার করা যায়। বৃহৎ এলাকা জরিপের ক্ষেত্রে প্রধান স্টেশনগুলোর এলিভেশন প্রিসাইজ (precise) লেভেলিং এর মাধ্যমে এবং অন্যান্যগুলো ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর মাধ্যমে নির্ধারণ করা হয়। কম গুরুত্বপূর্ণ বিন্দুগুলোর এলিভেশন সাধারণ লেভেলিং এর মাধ্যমেও করা যায়। খসড়া কাজের জন্য ব্যারোমেট্রিক লেভেলিংও ব্যবহার করা যায়। প্রাথমিক উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রকের জন্য বিশুদ্ধতার মাত্রা মানচিত্রের স্কেলের উপর নির্ভর করে $6\sqrt{D}$ হতে $12\sqrt{D}$ এবং দ্বিতীয় পর্যায়ের উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রকের জন্য $12\sqrt{D}$ হতে $24\sqrt{D}$ হতে পারে। (এখানে D দূরত্ব কিলোমিটারে)।

২২.৫ সমোন্নতি রেখা নির্ধারণ পদ্ধতি (Methods of locating contour) ঃ

সাধারণত দু'টি প্রধান পদ্ধতিতে সমোন্নতি রেখা নির্ধারণ করা হয়, যথা–

(ক) প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direct method),

(খ) পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect method)।

প্রত্যক্ষ পদ্ধতি (Direct method) ঃ প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে (i) বিক্ষিপ্ত প্রক্রিয়া বা (ii) বিকিরণ প্রক্রিয়ায় সমোন্নতি রেখার বিন্দুগুলো সরেজমিনে চিহ্নিত করে অনুভূমিক নিয়ন্ত্রকের সাপেক্ষে দিক ও দূরত্ব অনুযায়ী মাত্রচিত্রে চিহ্নিত করা হয়। (প্রক্রিয়াগুলো ১০.৫ পাঠ্যাংশে আলোচনা করা হয়েছে।) একই সমোন্নতির বিন্দুগুলো ধারাবাহিকভাবে সংযোজিত করলে সমোন্নতি রেখাটি পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে সমোন্নতি রেখার প্রকৃত অবস্থা নিখুঁতভাবে দেখানো সম্ভব। প্রত্যেকটি সমোন্নতি রেখার জন্য যত বেশি সংখ্যক বিন্দুর অবস্থান নির্ধারণ করা যাবে, এদের সংযোজিত রেখা তত নিখুঁত সমোন্নতি রেখা প্রদর্শন করবে। তাই বিন্দুর সংখ্যা ভূপৃষ্ঠের বন্ধুরতা ও মানচিত্রের স্কেলের উপর নির্ভর করে যত বেশি সংখ্যক বিন্দু নির্ধারণ করা যাবে, তত উন্নতমানের নিখুঁত কন্টুর আঁকা সম্ভব হবে। বিন্দুর সংখ্যা নির্ধারণের ক্ষেত্রে ভূপৃষ্ঠের হঠাৎ নিচু ও উঁচু হওয়ার উপর বিশেষ গুরুত্ব দিতে হবে। এতদভিন্ন অধিত্যকা, উপত্যকা ইত্যাদির অবস্থানের উপর বিন্দুর অবস্থিতি ও সংখ্যা নির্ধারণ করতে হয়।

পরোক্ষ পদ্ধতি (Indirect method) ঃ পরোক্ষ পদ্ধতিতে (i) বর্গক্ষেত্র বা গ্রিড প্রক্রিয়া (ii) টেকোমেট্রিক প্রক্রিয়া (iii) প্রস্থচ্ছেদ প্রক্রিয়া (iv) প্লেন টেবিল প্রক্রিয়া ইত্যাদি অনুযায়ী সরেজমিনে বিক্ষিপ্তভাবে (rendom) বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশন নির্ধারণ করে অনুভূমিক নিয়ন্ত্রকের সাপেক্ষে দূরত্ব ও দিক অনুসারে মানচিত্রে বিন্দুগুলো চিহ্নিত করা হয় এবং প্রত্যেকটি বিন্দুর আর.এল. লেখা হয়। এরপর (i) চোখের আন্দাজে, (ii) গাণিতিক নিয়মে বা (iii) গ্রাফিক্যাল প্রক্রিয়ায় সমোন্নতি রেখাগুলো প্রক্ষেপণ করা হয়।

(i) চোখের আন্দাজে (By eye estimation) ঃ

চোখের আন্দাজে দু' জ্ঞাতবিন্দুর দূরত্ব ও এলিভেশনের পার্থক্যের উপর ভিত্তি করে নির্দিষ্ট এলিভেশনের জন্য দূরত্ব ও এলিভেশন আনুপাতিক হারে নির্ধারণ করে সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণ করা হয়।

(ii) গাণিতিক প্রক্রিয়ায় (By arithmetical calculation) ঃ

দু' বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ও এলিভেশনের পার্থক্য জ্ঞাত থাকার ফলে নির্দিষ্ট সমোন্নতি রেখার জন্য এলিভেশন অনুযায়ী গাণিতিক উপায়ে দূরত্ব নির্ণয় করে সমোন্নতি বিন্দু নির্ধারণের প্রক্রিয়াই গাণিতিক প্রক্রিয়া।

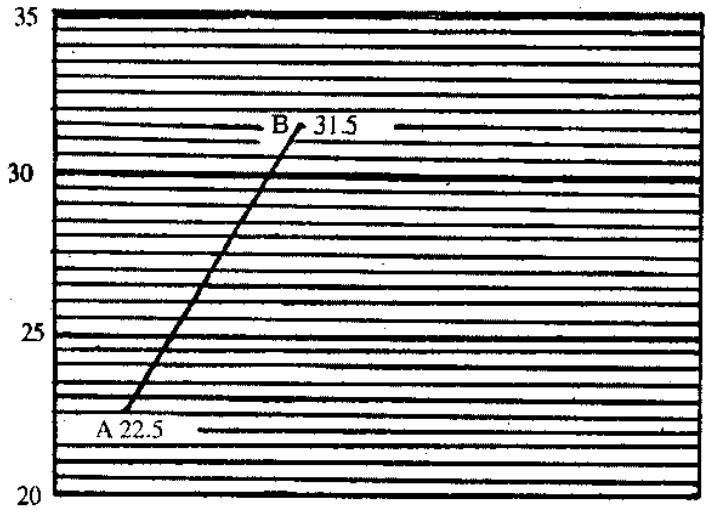
একটি উদাহরণের সাহায্যে গাণিতিক প্রক্রিয়ায় সমোন্নতি রেখার প্রক্ষেপণ প্রক্রিয়া নিম্নে দেয়া হলো। ধরে নিই, ম্যাপে চিহ্নিত P ও Q বিন্দুর মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব 10 মিটার এবং P ও Q বিন্দুর আর.এল যথাক্রমে 100 ও 120 মিটার। এখন 110 মিটার আর.এল এর সমোন্নতি রেখার জন্য P ও Q এর মাঝে কোন বিন্দু C নির্ধারণ করতে হলে P বিন্দু হতে C বিন্দুর দূরত্ব হবে $\frac{10(110-100)}{(120-100)} = 5$ মিটার। অনুরূপভাবে 103 মিটার সমোন্নতি রেখার জন্য P বিন্দু হতে দূরত্বের পরিমাণ হবে $\frac{10(103-100)}{120-100}$ = 1.5 মিটার। এ নিয়মে ম্যাপে কোন নির্দিষ্ট সমোন্নতি রেখার জন্য বিন্দুসমূহ নির্ধারণ করে নিয়মতান্ত্রিক ধারাবাহিকভাবে বিন্দুসমূহ সংযোগ করলে নির্দিষ্ট সমোন্নতি রেখা পাওয়া যাবে। এ পদ্ধতিটি যদিও ধীর এবং শ্রম সাপেক্ষ তবে এটা বেশ নিখুঁত পদ্ধতি।

(iii) গ্রাফিক্যাল পদ্ধতিতে (By graphical method) ঃ

গ্রাফিক্যাল পদ্ধতিতে সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণের জন্য ট্রেসিং কাগজ বা ট্রেসিং কাপড় ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতির দু'টি প্রক্রিয়ার বর্ণনা নিচে দেয়া হলো–

প্রথম প্রক্রিয়া ঃ এ প্রক্রিয়ায় ট্রেসিং কাগজে বা ট্রেসিং কাপড়ে সমদূরত্বে পর পর ধারাবাহিকভাবে সমান্তরাল রেখা আঁকা হয় এবং প্রতি দশম রেখাটি পুরু করে দেয়া হয়। ধরে নিই, স্পট লেভেল নকশায় দু' বিন্দু A ও B এর আর.এল যথাক্রমে 22.50 ও

31.50 । উক্ত নকশায় ঈপ্সিত সমোন্নতি রেখাগুলোর সমোন্নতি ব্যবধান হবে 5 মিটার এবং 25 ও 30 আর.এল বিশিষ্ট সমোন্নতি রেখা মানচিত্রে দেখাতে হবে। যদি ট্রেসিং কাগজে অঙ্কিত সর্বনিম্ন আর.এল. 20 মি. হয়, তবে মোটা রেখাগুলোর আর.এল. যথাক্রমে 25, 30, 35 হবে।



চিত্র ঃ ২২.১

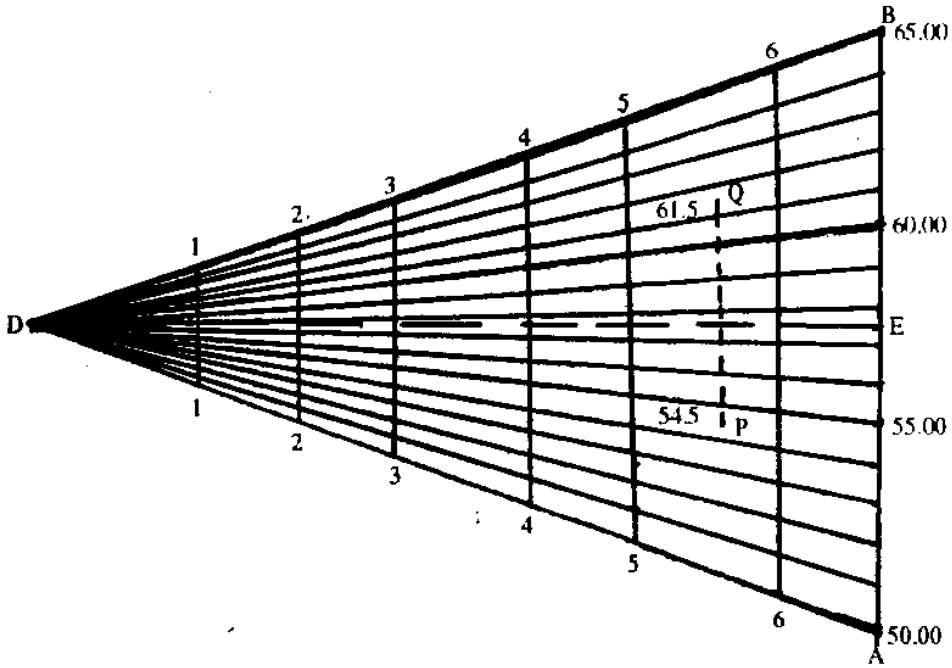
(চিত্র ২২.১) এখন ট্রেসিং কাগজের (আর.এল 20 এর পর হতে) পঞ্চম রেখা যার মান 22.50 কে নকশার A বিন্দুতে মিলিয়ে ট্রেসিং কাগজটি এমনভাবে ঘুরাতে হবে যেন ২য় মোটা রেখার (30 আর.এল. এর রেখার) উপরের তৃতীয় রেখা (যার আর.এল. 31.50) B বিন্দুর উপরে পড়ে। নকশার A ও B বিন্দুর সংযোগকারী রেখা প্রথম মোটা রেখার যে বিন্দুতে ছেদ করবে তার আর. এল. হবে 25.00 এবং দ্বিতীয় মোটা রেখার ছেদবিন্দুর আর.এল. হবে 30.00। এবার ছেদবিন্দুতে আলপিনের সূক্ষ্ম প্রান্ত দিয়ে চাপ দিলে AB রেখার উপর ছেদবিন্দু চিহ্নিত হবে। এভাবে যে কোন আর.এল. এর জন্য যে কোন সমোন্নতি রেখার বিন্দু চিহ্নিত করা যাবে। বিভিন্ন রেখার সম আর.এল বিন্দুগুলো চিহ্নিত করে ধারাবাহিকভাবে সংযোগ করে সমোন্নতি রেখা টানা যাবে।

দ্বিতীয় প্রক্রিয়া ঃ সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণের এ পদ্ধতি বেশ সহজ, সরল নিখুঁত ও দ্রুততর পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে ট্রেসিং কাপড় বা ট্রেসিং কাগজে (চিত্র ২২.২) AB রেখা টেনে একে সমদ্বিখণ্ডিত (AE = BE) করা হয় এবং E বিন্দু হতে AB এর উপর DE লম্ব টানা হয়। AB কে (AE ও BE) বেশ কিছু সংখ্যক সম ভাগে ভাগ করা হয়। লম্বের উপর যে কোন সুবিধাজনক বিন্দু D এর সাথে ভাগ বিন্দুগুলোর সংযোগ রেখা টানা হয়। এখন সৃষ্ট চিত্রে AB এর সমান্তরাল করে (1) – (1), (2) – (2), (3) – (3) ইত্যাদি গাইড রেখা টানা হয়। রশ্মি রেখাগুলো প্রত্যেকটি গাইড রেখাকে সমভাবে ভাগ করে। এরপর AD রেখা হতে প্রতি পঞ্চম রশ্মি কিঞ্চিৎ পুরু করে দেয়া হয়।

ধরে নিই, স্পষ্ট লেভেল নকশায় P ও Q বিন্দুর আর.এল যথাক্রমে 54.5 মিটার এবং 61.5 মিটার। নকশাটিতে 5 মিটার কন্টুর ব্যবধানে সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণ করতে হবে। এখন যদি AD রশ্মি রেখার এলিভেশন 50.00 মিটার হয় তবে অন্যান্য পুরু রশ্মি রেখাগুলোর এলিভেশন 55.00 মিটার, 60.00 মিটার, 65.00 মিটার ... ইত্যাদি হবে। এ অবস্থায় AD রেখার উপরের চতুর্থ ও পঞ্চম রেখার ঠিক মাঝে P বিন্দু এবং একাদশ ও দ্বাদশ রেখার ঠিক মাঝে Q বিন্দুর অবস্থিতি হবে।

এবার ট্রেসিং কাগজটির AB রেখা (বা গাইড রেখা (1), (1), (2), (2) ইত্যাদি) নকশার PQ রেখার সমান্তরাল রেখে এমন স্থানে আনয়ন করি যে P বিন্দুর (চতুর্থ ও পঞ্চম রশ্মির ঠিক মাঝে) এবং Q বিন্দু (এগারতম ও বারতম রশ্মির ঠিক মাঝে) যথাযথ স্থানে পতিত হয়। এ অবস্থায় PQ রেখা ১ম পুরু রশ্মি রেখাকে যে বিন্দুতে ছেদ করে ঐ বিন্দুর এলিভেশন 55.00 মিটার অর্থাৎ 55.00

মিটার সমোন্নতি রেখা ঐ বিন্দুগামী। ট্রেসিং কাগজ এ অবস্থায় রেখে ছেদবিন্দুতে আলপিনের তীক্ষ্ণ প্রান্ত দিয়ে চাপ দিলে নকশার PQ রেখার উপর ছেদবিন্দু (55.00 মি. এলিভেশন) চিহ্নিত হবে। এভাবে পুরো নকশায় একই এলিভেশনের বিন্দুগুলো চিহ্নিত করে ধারাবাহিক ও নিয়মতান্ত্রিকভাবে যোগ করে ঈপ্সিত এলিভেশনের সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণ করা যাবে।



চিত্র ঃ ২২.২

২২.৬ বিস্তারিত তথ্যাদি নির্ধারণ প্রক্রিয়া (Method of locating details) ঃ

অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক নির্ধারণের পর মানচিত্রে অন্যান্য তথ্যাদি চিহ্নিত করার জন্য নিয়ন্ত্রক (অনুভূমিক ও উল্লম্ব) এর সাপেক্ষে কৌণিক পরিমাপ ও দূরত্ব নির্ণয় করে মানচিত্রের স্কেল অনুযায়ী মানচিত্রে উঠাতে হবে। যে কোন বিন্দুর (অন্যান্য তথ্যাদির) ত্রিমাত্রা নির্ণয়ে বা হিসাবকরণ কালে (ক) দিক (খ) দূরত্ব ও (গ) এলিভেশন নিয়ন্ত্রক বিন্দুর সাপেক্ষে নির্ধারণ করতে হবে এবং মানচিত্রে উঠানোর কালে ও যে নিয়ন্ত্রক বিন্দুর সাপেক্ষে নির্ণীত বা হিসাবকৃত তার সাপেক্ষে অংকন করতে হবে। মানচিত্র অংকনকালে প্রথমে নিয়ন্ত্রকগুলো অংকনের পর অন্যান্য বিস্তারিত তথ্যাদি অংকন করতে হবে।

২২.৭ ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র অংকন প্রক্রিয়া (Procedure of plotting a topographic map) ঃ

ভূ- সাংস্থানিক মানচিত্র উক্ত জরিপে প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে উপযোগী স্কেলে (ইমারত নির্মাণ প্রকল্প এলাকার জন্য 1cm = 10m বা তার কম অর্থাৎ বড় স্কেলে এবং সমোন্নতি ব্যবধান 0.2m হতে 0.5m, শহর পরিকল্পনা বা জলাধার ইত্যাদির জন্য 1cm = 10m হতে 100m অর্থাৎ মাঝারি স্কেলে এবং সমোন্নতি ব্যবধান .5m হতে 2m, লোকেশন জরিপের জন্য 1cm = 100m হতে 200m বা তার অধিক অর্থাৎ ছোট স্কেলে এবং সমোন্নতি ব্যবধান 2m হতে 3m অংকন করা হয়। নিম্নে ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র অংকন প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপগুলো দেয়া হলো–

(i) সরেজমিনে প্রাপ্ত অনুভূমিক নিয়ন্ত্রকের রৈখিক ও কৌণিক মাপ (অন্তঃস্থ কোণ, বহিঃস্থ কোণ, বিয়ারিং) অনুযায়ী নির্বাচিত স্কেলে কঙ্কাল মানচিত্র অংকন করতে হয়। প্লেন টেবিল পদ্ধতিতে ঘেরের মাধ্যমে অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক অংকন করা হয়ে থাকলে মাঠে সরাসরি অঙ্কিত কঙ্কাল মানচিত্রই ব্যবহার করা যাবে। অনুভূমিক নিয়ন্ত্রকের সকল ধরনের ঘেরের সকল বাহু মানচিত্রে প্রাথমিকভাবে উঠাতে হবে। এতে বিভিন্ন সমোন্নতি রেখার বিন্দুগুলো সহজে নির্ধারণ করা যাবে।

(ii) কঙ্কাল মানচিত্রের বা ঘেরের বিভিন্ন স্টেশন বিন্দুর আর.এল. প্রাথমিকভাবে লেখে রাখতে হবে।

(iii) প্রাপ্ত তথ্যাদি অনুযায়ী কঙ্কাল মানচিত্রে বিভিন্ন সমোন্নতি রেখার বিন্দুগুলো নির্ধারণ করতে হবে। প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে করা হয়ে থাকলে সমোন্নতি রেখা সরাসরি নির্ধারিত বিন্দুগুলো সংযোগের মাধ্যমে অংকন করা যাবে। পরোক্ষ পদ্ধতিতে করা হয়ে থাকলে সমোন্নতি রেখা অংকনের জন্য চোখের আন্দাজ পদ্ধতি, গাণিতিক পদ্ধতি বা গ্রাফিক্যাল পদ্ধতি ব্যবহার করা যাবে। উপত্যকা ও অধিত্যকার ক্ষেত্রে 'ভেলী' রেখা ও 'রিজ' রেখা দেখাতে হবে।

(iv) বিভিন্ন সমোন্নতি রেখা সংবলিত মানচিত্রে গুরুত্বপূর্ণ অন্যান্য বিন্দু ও বস্তুর অবস্থান (বিস্তারিত তথ্যাদির প্রাপ্ত পরিমাপ হতে) নির্ধারণ করতে হবে। প্রত্যেকটি সমোন্নতি রেখার এলিভেশন কন্টুর মানচিত্রের ন্যায় লেখে দিতে হবে। উপর্যুক্ত সকল অংকন কার্যই পেন্সিলে করতে হবে।

(v) কোন তথ্য ভ্রান্তিমূলক মনে হলে বা অংকনে ধরা পড়লে সরেজমিনে মিলিয়ে মানচিত্রে উঠাতে হবে।

(vi) চূড়ান্ত ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র প্রণয়নকালে সমোন্নতি রেখাগুলো ব্যতীত অন্য কোন রেখা থাকবে না। তবে ক্ষেত্রবিশেষে কোন গুরুত্বপূর্ণ বস্তু বা বিন্দুর অবস্থান বিশেষভাবে চিহ্নিত বা চিত্রিত করা যাবে।

(vii) মানচিত্র চূড়ান্তকরণের পর চূড়ান্ত মানচিত্রে কালি দিতে হবে। (কন্টুর রেখাকে সহজ দৃষ্টিগোচর করার জন্য সাধারণত বাদামি রং এর কালিতে আঁকা হয়।)

(viii) চূড়ান্ত মানচিত্রে স্কেল, উত্তর রেখা, জরিপের সময়কাল, জরিপ এলাকার অবস্থিতি সংক্রান্ত তথ্যাদি, জরিপকরের নাম ইত্যাদি উল্লেখ করতে হবে।

অনুশীলনী-২২

» অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ভূ-সাংস্থানিক জরিপ কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ যে বিশেষ জরিপ প্রক্রিয়ায় ভূপৃষ্ঠের অবয়ব বা প্রকৃতি (এলিভেশনের পার্থক্য) নির্ধারণ করার পাশাপাশি অনুভূমিক তলে এর প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম অঙ্গসমূহের অবস্থিতির স্থান (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ) নির্ধারণ করা হয়। একে ভূ-সাংস্থানিক জরিপ বলা হয়।

২। **রিলিফ কী?**

উত্তর ঃ ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে বিভিন্ন বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য উপস্থাপনকে রিলিফ বলা হয়।

৩। **ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কী কাজে ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ ইঞ্জিনিয়ারিং প্রকল্পের স্থান নির্বাচন, পরিকল্পনা, ডিজাইন ও সামরিক ক্ষেত্র ইত্যাদিতে ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র ব্যবহার করা হয়।

৪। **ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র তৈরিকরণে সরেজমিনে কী কী কাজ করা হয়?**

উত্তর ঃ ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র তৈরিকরণে সরেজমিনে (ক) অনুভূমিক ও উল্লম্ব নিয়ন্ত্রক সংস্থাপন (খ) সমোন্নতি রেখা নির্ধারণ ও (গ) বিস্তারিত তথ্যাদি নির্ধারণ করা হয়।

৫। **অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর ঃ অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক একটি কঙ্কাল মানচিত্র, যাতে সমোন্নতি রেখা ও অন্যান্য তথ্যাদি সন্নিবেশিত করা হয়।

৬। **ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা বা টপোগ্রাফি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কোন এলাকার ভূপৃষ্ঠের অবয়ব (Configuration) বা প্রকৃতিকে ঐ এলাকার ভূ-সাংস্থানিক অবস্থা বা টপোগ্রাফি বলা হয়।

৭। **ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কেন অঙ্কন করা হয়?

উত্তর ঃ কোন এলাকার ভূ-সাংস্থানিক জরিপে প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে এবং রিলিফ উপস্থাপনের মাধ্যমে উক্ত এলাকার ভূপৃষ্ঠের অবয়বের ত্রিমাত্রিক অবস্থা (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, এলিভেশন) প্রদর্শনের মৌলিক উদ্দেশ্যে অংকিত মানচিত্রই ঐ এলাকার ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র।

৮। **রিলিফ উপস্থাপনে কী কী আলামত (Symbol) ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর রিলিফ উপস্থাপনে সাধারণত কন্টুর রেখা, হ্যাচার্স, ফরম লাইন, টিনটিং ব্যবহৃত হয়ে থাকে। তবে এগুলোর মধ্যে কন্টুর রেখায় রিলিফ উপস্থাপনই উত্তম।

৯। **হ্যাচার্স কী?**

উত্তর রিলিফ উপস্থাপনে ঢালের দিকে ছোট ছোট রেখা টেনে দেয়ার প্রক্রিয়াই হ্যাচার্স।

১০। **টিনটিং কী?**

উত্তর রিলিফ উপস্থাপনে পালাক্রমে ভিন্ন বর্ণের রঙ ব্যবহারের প্রক্রিয়াকে টিনটিং বলা হয়।

১১। **ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে কীভাবে টিনটিং করা হয়?**

উত্তর রিলিফ উপস্থাপনে পাশাপাশি দুটি কন্টুর রেখার মধ্যবর্তী এলাকায় পালাক্রমে ভিন্ন বর্ণের রঙ দেয়ার মাধ্যমে ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে টিনটিং করা হয়।

১২। **রিলিফ উপস্থাপনে কখন কী ধরনের হ্যাচার্স ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে হ্যাচার্স কীভাবে অংকন করা হয়?

উত্তর রিলিফ উপস্থাপনে সহজ ঢালের ক্ষেত্রে দূরে দূরে ঢালমুখী হালকা ছোট ছোট রেখা এবং খাড়া ঢালের ক্ষেত্রে কাছাকাছি ঢালমুখী মোটা ছোট ছোট রেখার হ্যাচার্স ব্যবহার করা হয়।

১৩। **ভূ-সাংস্থানিক জরিপে সরেজমিনের বা মাঠের কাজের ধারাবাহিক ধাপগুলো লেখ।**

উত্তর ভূ-সাংস্থানিক জরিপের সরেজমিনের বা মাঠের কাজের ধারাবাহিক ধাপগুলো হল–

(ক) অনুভূমিক ও উল্লম্ব নিয়ন্ত্রক সংস্থাপন

(খ) কন্টুর রেখা নির্ধারণ ও

(গ) বিস্তারিত তথ্যাদির জন্য পরিমাপ গ্রহণ।

১৪। **কন্টুর রেখা নির্ধারণের পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর কন্টুর রেখা নির্ধারণের প্রধান পদ্ধতি দু'টি, যথা–

১। প্রত্যক্ষ পদ্ধতি ঃ

(ক) বিক্ষিপ্ত পদ্ধতি

(খ) বিকিরণ পদ্ধতি

২। পরোক্ষ পদ্ধতি ঃ

(ক) বর্গক্ষেত্র বা গ্রিড পদ্ধতি

(খ) টেকোমেট্রিক বিকিরণ পদ্ধতি

(গ) প্রস্থচ্ছেদ পদ্ধতি ইত্যাদি।

১৫। **ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে ব্যবহৃত স্কেলগুলো লেখ।**

উত্তর ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে এর এলাকায় বিস্তৃতি, ব্যবহার ক্ষেত্রের চাহিদা ও ব্যবহার সুবিধা অনুযায়ী তিন ধরনের স্কেল ব্যবহার করা হয়। তবে যে কোন পুরো মানচিত্রে একই স্কেল ব্যবহার করতে হবে।

(ক) বড় স্কেল, 1cm = 10m (1 : 1000) বা তার কম।

(খ) মাঝারি স্কেল, 1cm = 10m হতে 100m (1 : 1,000 হতে 1 : 10,000)

(গ) ছোট স্কেল 1cm = 100m বা তার বেশি (1 ঃ 10,000 বা তার বেশি)

১৬। **কী কী পদ্ধতিতে ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে কন্টুর রেখা প্রক্ষেপণ করা হয়?**

উত্তর ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র অংকনে নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে কন্টুর রেখা প্রক্ষেপণ করা হয়–

১। চোখের আন্দাজে ২। গাণিতিক প্রক্রিয়ায় ও ৩। গ্রাফিক্যাল পদ্ধতিতে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.১ দ্রষ্টব্য।

২। রিলিফ কীভাবে উপস্থাপন করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.২ দ্রষ্টব্য।

৩। গাণিতিক প্রক্রিয়ায় সমোন্নতি রেখার প্রক্ষেপণ সংক্ষেপে বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে বিস্তারিত তথ্যাদি নির্ধারণ প্রক্রিয়া সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৬ দ্রষ্টব্য।

৫। অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক নির্ধারণের প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৪ দ্রষ্টব্য।

৬। উল্লম্ব নিয়ন্ত্রক নির্ধারণের প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৪ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৩ দ্রষ্টব্য।

২। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে সমোন্নতি রেখা প্রক্ষেপণের প্রক্রিয়াগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৫ দ্রষ্টব্য।

৩। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ মানচিত্র অংকন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৭ দ্রষ্টব্য।

৪। ভূ-সাংস্থানিক জরিপের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.১ দ্রষ্টব্য।

৫। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে রিলিফ উপস্থাপন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.২ দ্রষ্টব্য।

৬। ভূ-সাংস্থানিক জরিপে কন্টুর রেখা নির্ধারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.৫ দ্রষ্টব্য।

৭। "কন্টুর রেখায় উপস্থাপিত রিলিফে অংকিত ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রই মূলত কন্টুর নকশা" ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.২ ও ২২.৭ দ্রষ্টব্য।

৮। রিলিফ উপস্থাপন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২২.২ দ্রষ্টব্য।

ব্যবহারিক

এতে আছে

- লেভেল এর বিভিন্নাংশ সরেজমিনে প্রদর্শন করান
- লেভেল এর অস্থায়ী সমন্বয়ন
- ফ্লাই লেভেলিং সম্পাদন
- প্রোফাইল লেভেলিং ও প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং সম্পাদন
- বিনিময়ক্রম লেভেলিং সম্পাদন
- নিরীক্ষা লেভেলিং সম্পাদন
- প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপ সম্পাদন, কনটুর ম্যাপ অংকন এবং মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ নির্ণয়করণ।
- ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপন
- ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপন।
- ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপন
- ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপন।
- ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ডিজিটাল বা ভার্নিয়ার) সাহায্যে টাওয়ারে অনুভূমিক দূরত্ব ও উচ্চতা নির্ণয়করণ।
- থিওডোলাইটের সাহায্যে ঘের দেয়া, ঘের এর নকশা আঁকা ও ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়করণ।
- টেকোমিটারের ধ্রুব নির্ণয়করণ।
- টেকোমিটারের সাহায্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়করণ।

ব্যবহারিক (Practical)

প্রাসঙ্গিক কথা ঃ ব্যবহারিক দক্ষতা তাত্ত্বিক ধারণাকে বাস্তব ও সহজবোধ্য করে, বিষয়বস্তুর উপর জ্ঞানের প্রসারতা বাড়িয়ে দেয়। বিশেষ করে প্রকৌশল কর্মকাণ্ডে ব্যবহারিক দক্ষতা অমূল্য সম্পদ। যেহেতু যন্ত্রপাতির ব্যবহার নির্ভর বিষয়গুলোর ক্ষেত্রে যন্ত্রপাতির পরিচয়, পরিচালনা, ব্যবহার, রক্ষণ, মেরামত ইত্যাদি সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান না থাকলে ব্যবহারিক দক্ষতা অর্জন সম্ভব হয় না। তাছাড়া ব্যবহারিক দক্ষতা এক দিনেই গড়ে উঠে না।

সার্ভেয়িং বিষয়টি একটি ব্যবহারিক প্রয়োগমূলক বিষয়। এতে বাস্তব ক্ষেত্রে যেমনি সহজ সরল যন্ত্রপাতি ব্যবহার হয় তেমনি জটিল যন্ত্রের সংখ্যাও অনেক। আর সরেজমিনে এগুলোর ব্যবহার, রক্ষণ, তত্ত্বাবধান এবং ক্ষেত্র অনুযায়ী করণীয় নির্ধারণে নিচে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় সংক্ষেপে উদ্ধৃত করা হল ঃ

(ক) কোন যন্ত্র বাক্স হতে বের করার সময় বাক্সে যন্ত্রের বিভিন্নাংশের অবস্থান সম্পর্কে সজাগ দৃষ্টি রাখতে হবে। প্রয়োজনে নোট বা খসড়া চিত্র এঁকে রাখাই উত্তম। এতে যন্ত্র পুনরায় বাক্সে রাখার কালে বিপত্তিতে পড়তে হয় না এবং যন্ত্রের কোন অংশে অস্বাভাবিক চাপ পড়ে বিকল হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

(খ) লেভেল, থিওডোলাইট বা এ জাতীয় যন্ত্র বাক্স হতে বের করার সময় দূরবীক্ষণ, স্ট্যান্ডার্স বা অন্য কোন অংশে না ধরে বরং লেভেলিং বেস (base) প্লেটের নিচে হাত দিয়ে ধরে বের করা উচিত।

(গ) যন্ত্র তেপায়ার মাথায় আটকানোর পূর্বে তেপায়া স্বাভাবিকভাবে খুলে নিতে হবে এবং তেপায়ার পদত্রয় ভূমিতে সমবাহু বা তদসাদৃশ্য ত্রিভুজ সৃষ্টি করে বক্ষ উচ্চতায় রেখে পদত্রয়ে চাপ দিয়ে মাটিতে এঁটে দিতে হবে। এতে যন্ত্র উল্টে পড়ার সম্ভাবনা থাকবে না এবং যন্ত্র দৃঢ়ভাবে থাকবে।

(ঘ) যন্ত্রকে তেপায়ার সহিত আকটানোর স্ক্রু দিয়ে ভালভাবে আটকাতে হবে।

(ঙ) যদি যন্ত্র পেভমেন্ট বা অন্য কোন দৃঢ় মসৃণ পৃষ্ঠে স্থাপন করতে হয়, তবে ফাটল বা জোড়ায় তেপায়ার পদত্রয় আটকে দিতে হবে যেন পিছলে (Slip) যেতে না পারে। নতুবা তেপায়া পিছলে যন্ত্র পড়ে যেতে পারে।

(চ) ফুটপাতে, চলার পথে বা প্রবল বাতাসে যন্ত্র অরক্ষিত অবস্থায় রাখা যাবে না। এতে যানবাহন বা মানুষের ধাক্কায় বা প্রবল বাতাসে যন্ত্র উল্টে পড়ে বিনষ্ট হতে পারে।

(ছ) যন্ত্র তেপায়ার মাথায় ভালভাবে আটকিয়ে কাঁধে করে স্থানান্তর করা উচিত। তবে স্থানান্তরের দূরত্ব অধিক হলে বাক্সে পুরে স্থানান্তর করাই উত্তম। কাঁধে করে স্থানান্তর করার সময় তেপায়ার এক পা কাঁধের সামনের দিকে এবং দু'পা পিছনের দিকে থাকবে।

(জ) স্থানান্তরের সময় যন্ত্রের স্ক্রুগুলো স্বাভাবিকভাবে এঁটে দিতে হবে যেন যন্ত্রের বিভিন্নাংশের মধ্যে ঘর্ষণজনিত কারণে ক্ষতি হতে না পারে।

(ঝ) স্থানান্তরে পথের উচ্চতা কম হলে বা স্বল্প পরিসরে গমন করতে হলে যন্ত্র হাতের বাহুর উপর রেখে স্থানান্তর করতে হবে।

(ঞ) যন্ত্রকে রোদের খরতাপ, ধুলাবালি বা বৃষ্টির হাত হতে রক্ষা করতে হবে। এক্ষেত্রে রোদের খরতাপে ছাতা, ধুলাবালি ও বৃষ্টির হাত হতে রক্ষার জন্য পানিরোধী হুড (Water proof hood) ব্যবহার করতে হবে।

(ট) যখন দূরবীক্ষণ ব্যবহার করা হবে না তখন এটাকে ক্যাপ (Cap) দিয়ে রাখতে হবে।

(ট) লেন্স যদি কোন কারণে ভিজে যায় তবে মুছে শুষ্ক করে নিতে হবে।

(ড) যদি লেন্সে ধুলাবালি পড়ে তবে মসলিন বা সিল্কের কাপড় দিয়ে ঘষা যাবে না বা একটির সাথে অন্যটি ঘষা যাবে না। এতে লেন্সে আঁচড়ের দাগ পড়ে। তাই ধুলাবালি পরিষ্কারের জন্য (উটের) পশমের তৈরি ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে।

(ঢ) ভার্টিক্যাল সার্কেলে ধরে যন্ত্র নাড়াচাড়া করা যাবে না এবং এটার দাগাঙ্কিত অংশে ধুলাবালি জমা হলে প্রথমে (উটের) পশমের তৈরি চিকন ব্রাশের সাহায্যে এবং পরে উৎকৃষ্টমানের 'ওয়াচ ওয়েল' ব্যবহার করে অতিসতর্কতার সাথে পরিষ্কার করতে হবে।

(ণ) যন্ত্রের স্ক্রু ও অন্যান্য ঘূর্ণন বা চলনযোগ্য অংশ শক্তি প্রয়োগে না ঘুরিয়ে বরং ভালভাবে পরিষ্কার করে উন্নতমানের 'ওয়াচ ওয়েল' (Watch-oil) লুব্রিকেন্ট হিসেবে ব্যবহার করে সহজভাবে ঘুরানোর ব্যবস্থা করতে হবে।

(ত) যন্ত্রের কোন স্ক্রু খুব শক্তভাবে আটকান যাবে না বরং পিছলে না যাওয়ার মত শক্ত করে আটকাতে হবে।

(থ) সমুদ্র তীরবর্তী এলাকায় কাজ করা কালে যন্ত্রের বাইরের অংশগুলোতে ওয়াচ ওয়েল স্বাভাবিকভাবে লাগিয়ে নিতে হবে। এতে যন্ত্র অক্সাইড আক্রান্ত হবে না। অক্সাইডের দাগ মোছার জন্য যন্ত্রে ওয়াচ ওয়েল দিয়ে কয়েক ঘন্টা রেখে দিতে হবে। এরপর শুকনো অবস্থায় নরম নাইলন কাপড় দিয়ে ঘষে দাগ উঠাতে হবে। পানি ও ধুলাবালির দাগ উঠাবার জন্য প্রথমে উটের (পশমের) তৈরি চিকন মসৃণ নরম ব্রাশ ব্যবহার করতে হবে। পরে ওয়াচ ওয়েল ব্যবহার করে শুষ্ক অবস্থায় মৃদুভাবে ঘষে উঠাতে হবে। যন্ত্রে তেল থাকা বা ভিজা থাকা মানে ধুলাবালি আটকাতে সুবিধা করে দেয়া, কাজেই যন্ত্র ভালভাবে মুছে শুষ্ক করে নিতে হবে।

(দ) স্টিল টেপ ভালভাবে মেজে পরিষ্কার শুকনো কাপড়ে মুছে নিতে হবে এবং এরপর সামান্য তৈলাক্ত কাপড়ে মুছে নিলে ভাল হয়। কখনও টেপের উপর দিয়ে যানবাহন চলতে দেয়া উচিত নয়। গিট বা মোচড় লাগা অবস্থায় টেপ টানা উচিত নয়। টেপকে অযথা জার্কিং (Jerking) করা অনুচিত।

(ধ) কম্পাস কাঁটা অযথা দুলতে (Swing) দেয়া উচিত নয়। অব্যবহারকালে আল (Pivot) উপরে উঠিয়ে কাঁটার দুলন বন্ধ রাখা উত্তম। নির্দেশক কম্পাস কাঁটা সোজা ও সঠিক রাখার ব্যবস্থা করা আবশ্যক।

জরিপ কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি সম্পর্কে জরিপকরের সম্যক জ্ঞান থাকা আবশ্যক। যন্ত্রপাতি নিরীক্ষা (test) ও সমন্বয় সম্পর্কে জরিপকরের পুঙ্খানুপুঙ্খ জ্ঞান থাকা দরকার। কিন্তু প্রাথমিক অবস্থায়ই যন্ত্র নির্মাণ ও সংযোজনের জ্ঞান থাকতে হবে, এমন ধারণা করা অনুচিত। যন্ত্রের সমন্বয় ব্যতীত জরিপ কার্য অসম্ভব আর এ সমন্বয় কার্য দু'ধরনের, যথা– **(১) অস্থায়ী সমন্বয়**– যা যন্ত্রের প্রতিটি অবস্থানেই করতে হয়; ও **(২) স্থায়ী সমন্বয়**– যা যন্ত্রের গঠনে বা পাঠ গ্রহণে বৈকল্য বা ত্রুটি দেখা দিলে করতে হয়। শেষোক্তটির মূল ভিত্তি হল যন্ত্রের অংশগুলোর সমন্বয় ও এগুলোর জ্যামিতিক সম্পর্কের উপর। তাই এ জাতীয় সমন্বয়গুলো যান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় করতে হয়। এগুলো করার জন্য বিভিন্ন ধারাবাহিক ধাপ অনুসরণ করতে হয়। এ ধাপগুলোও যন্ত্রের মডেলের উপর অনেকাংশে নির্ভর করে। তাই এ জাতীয় সমন্বয়ের কাজ বেশ জটিল এবং এ কাজে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতির দরকার পড়ে। সর্বোপরি এ কাজগুলো সহজেই ভুলে যাওয়াই স্বাভাবিক। **এরপরও যন্ত্রের সমন্বয়ের জন্য নিচের পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করা বাঞ্ছনীয়।**

(ক) যেহেতু অধিকাংশ জরিপ যন্ত্রের সমন্বয় বহু সংখ্যক সম্পর্কের ভিত্তিতে করা হয়, তাই এক্ষেত্রে ধারাবাহিকতা বজায় রাখার জন্য প্রথমে এমন দিকগুলোর সমন্বয় করতে হবে যেগুলো অন্যান্য সমন্বয়ের ক্ষেত্রে বিঘ্ন সৃষ্টি করে না এবং যেগুলো পরবর্তী সমন্বয়গুলোর ত্রুটি বা ভুলের মাত্রা কমিয়ে দেয়।

(খ) যে সব সমন্বয়গুলো সম্পূর্ণরূপে একক সমন্বয় অর্থাৎ যে সব সমন্বয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রের অন্য কোন সমন্বয়ের উপর নির্ভর করতে হয় না, ঐ সব ক্ষেত্রে পুনঃপুন প্রথম হতে শেষ পর্যন্ত সমন্বয় করে ধীরে ধীরে যন্ত্রকে ত্রুটিমুক্ত করা যায়।

(গ) প্রথমবারের সমন্বয়েই যন্ত্র ত্রুটিমুক্ত হয়ে যায় না। তাই নিপুণতার সাথে পুনঃপুন সমন্বয়ের মাধ্যমে যন্ত্রকে ত্রুটিমুক্ত করতে হয়।

(ঘ) অনেক সময় যন্ত্র দৃঢ়ভাবে সংস্থাপনের অভাবে সমন্বয় অসম্ভব হয়ে পড়ে। এক্ষেত্রে যন্ত্রকে শক্ত মাটিতে সংস্থাপন করে সন্তোষজনকভাবে সমন্বয় সম্ভব।

(ঙ) সমন্বয়কারী স্ক্রুগুলো শক্তভাবে এঁটে দিতে হবে, যেন এগুলোতে স্পর্শ করলে যন্ত্রের সমন্বয় বিনষ্ট না হয়। বিশেষ করে সমন্বয়ে ব্যবহৃত স্ক্রুগুলো ক্যাপস্টেন হেডেড স্ক্রু হওয়া বাঞ্ছনীয়। তবে ক্ষেত্র বিশেষে নির্দিষ্ট দিকে নির্দিষ্ট মাত্রায় ঘূর্ণনের (Rotation) সুবিধা রাখতে হবে।

(চ) ব্যবহার ক্ষেত্র ও যন্ত্রের ধরনের উপর যে কোন যন্ত্রের নির্ভুল সমন্বয়ে টিকে থাকার সময়সীমা নির্ভর করে। যন্ত্রের কোন কোন সমন্বয় অন্যান্য সমন্বয় হতে অধিক গুরুত্বপূর্ণ এবং এগুলো ঘন ঘন পরীক্ষা করে নিতে হয়। সূক্ষ্ম ও নিখুঁত কাজের জন্য প্রত্যহ কাজের পূর্বে যন্ত্র পরীক্ষা করা উচিত। জরিপের ক্ষেত্রে নির্ভুল ফলাফল পাওয়ার জন্য ধরে নেয়া হয় যে, প্রত্যেকটি যন্ত্রই ত্রুটিসম্পন্ন। তাই যন্ত্র সমন্বয়ের পরেও সহজাত সুপ্ত ত্রুটিমুক্ততার জন্য রুটিন অবজারভেশনের (Routine observation) ব্যবস্থা রাখা হয়।

বিশেষ কোন নির্দেশনা বা ব্যতিক্রম ব্যতীত যে কোন যন্ত্র বিশেষ করে জরিপ যন্ত্রের (লেভেল থিওডোলাইট ইত্যাদি) প্রতি স্বাভাবিকভাবে তাকালেই দু'ধরনের স্ক্রু-এর ব্যবহার দেখা যাবে। এর মধ্যে এক ধরনের স্ক্রু এর হেড যন্ত্রের পৃষ্ঠতলে বা কিঞ্চিৎ ডুবানো এবং স্ক্রু ড্রাইভার বা বিশেষ ধরনের যন্ত্র ব্যবহার না করে এগুলোকে ঢিলা বা টাইট করা সম্ভব নয়। এগুলো 'ক্যাপস্টেন হেডেড স্ক্রু' যা যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ের সাথে সম্পৃক্ত বিধায় এগুলো নাড়াচাড়া করলে যন্ত্র স্থায়ী সমন্বয় হারায়, কাজের বিশুদ্ধতা হারায়, যন্ত্র অকেজো হয়, মেরামতের দরকার হয়।

অপর ধরনের 'নব' বা স্ক্রু যা আকারে ধরার উপযোগী। এগুলো যন্ত্রের পৃষ্ঠের উপর স্থাপিত 'মিল হেডেড' স্ক্রু, যার হেড বা শীর্ষ প্রান্তীয় অংশ ঢেউ খেলানো খাঁজ কাটা যেন ধরলে পিছলে না যায়। এগুলোর সাথে যন্ত্রের কোন না কোন অস্থায়ী সমন্বয় সম্পৃক্ত। এগুলো আটকে যাওয়ার পূর্ব পর্যন্ত সামনে-পিছনে ঘুরানো যায় এর ব্যতিক্রমে যন্ত্র নষ্ট হবে, কাজ সম্পাদনে ব্যর্থ হবে।

জব নং-১	তারিখ : .....
জবের নাম : লেভেল এর বিভিন্নাংশ সরেজমিনে প্রদর্শন করান (Demonstrate the components level)	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব (Short Theory) : লেভেল একটি জরিপ যন্ত্র। যার অনুভূমিক দৃষ্টি রেখা হতে স্টাফ এর সাহায্যে ভূপৃষ্ঠের উচ্চতা বা গভীরতা মাপা যায়। আইপিছ, অবজেক্ট গ্লাস, ডায়াফ্রাম, ফোকাসিং নব বা স্ক্রু, বাবল টিউব সম্বলিত দুরবিন লেভেল এর প্রধান অঙ্গ। এছাড়া এতে আছে তেপায়ায় স্থাপনের ও বাবল সমতলে আনয়নের ব্যবস্থা। বিভিন্ন স্বনামধন্য জরিপ যন্ত্রপাতি নির্মাতা প্রতিষ্ঠান বিভিন্ন প্যাটার্ন, ডিজাইন ও মডেলের লেভেল তৈরি করে থাকেন। তবে কাজের সুবিধা, ব্যবহারে স্বচ্ছন্দতা, সহজ স্থানান্তর, স্থাপন ইত্যাদির ক্ষেত্রে ভিন্নতা থাকলে ও প্রায় সকল লেভেলের গঠনে জ্যামিতিক ও আলোকীয় নীতিমালার তেমন কোন পরিবর্তন দেখা যায় না। প্রযুক্তির উন্নয়নের সাথে প্রতিযোগীয়তা জরিপ যন্ত্রপাতিও পিছিয়ে নেই, লেভেল যন্ত্রের ক্ষেত্রেও এর ব্যতিক্রম ঘটে নাই।

উদ্দেশ্য (Object) : লেভেল যন্ত্রের বিভিন্নাংশের পরিচিতি ও কার্যাবফল সম্পর্কে জানা এবং বাস্তব ক্ষেত্রে ব্যবহারের অভিজ্ঞতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Necessary components) :

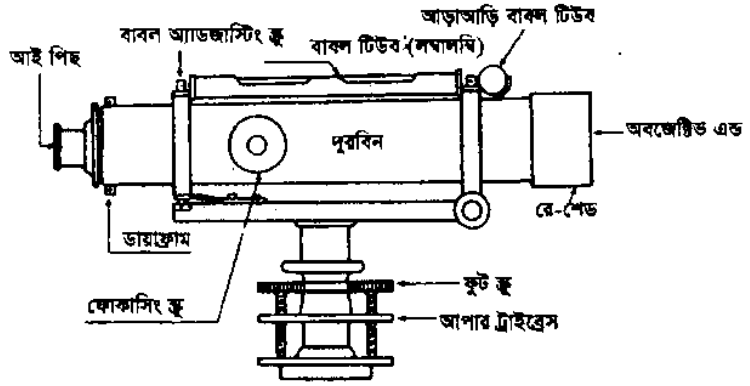
১। ডাম্পি লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

২। টিলটিং লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

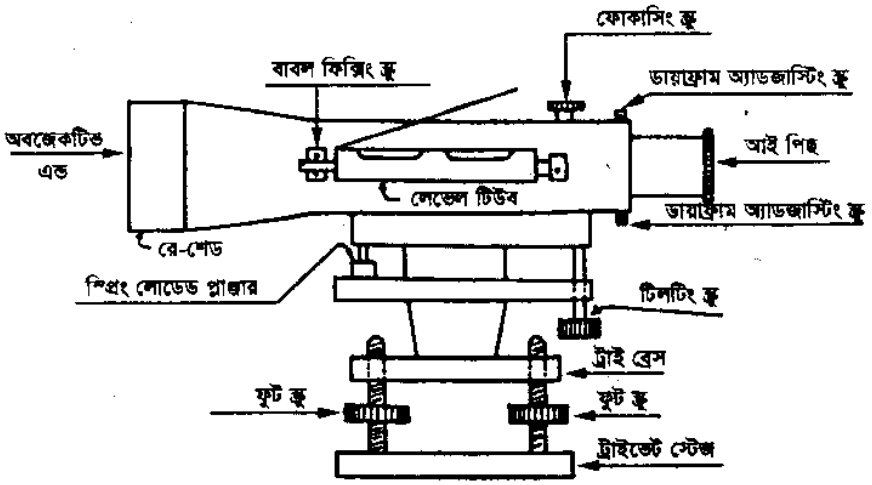
৩। অটোমেটিক লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

৪। লেভেলিং স্টাফ ১টি।

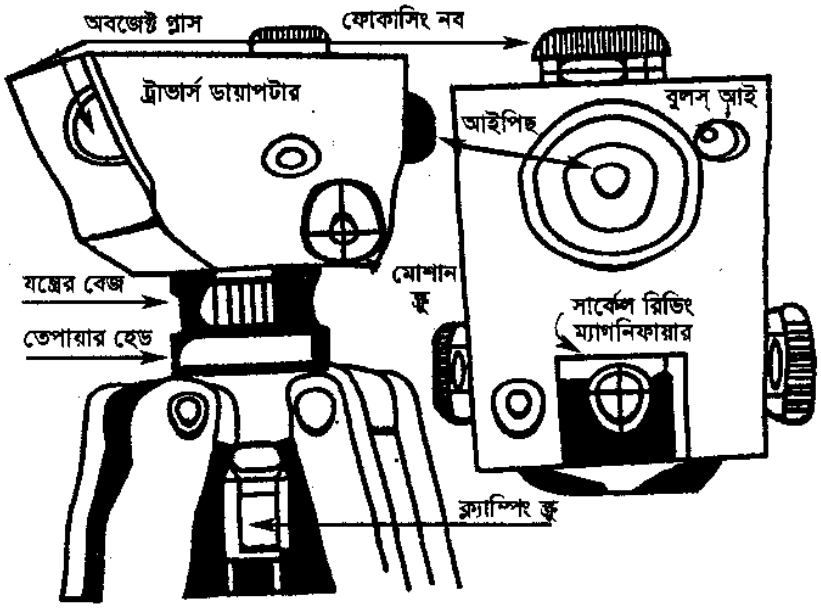
কাজের ধাপ (Working procedure) :



চিত্র : ডাম্পি লেভেল



চিত্র : টিলটিং লেভেল



চিত্র ঃ অটোমেটিক লেভেল

১। 'লেভেল' তিনটির (ডাম্পিলেভেল, টিলটিং লেভেল, অটোমেটিক লেভেল) চিত্র দেখে বিভিন্নাংশের অবস্থানসহ নাম মিলাও এবং এগুলো বার বার দেখে আয়ত্ত করে।

২। লেভেলিং স্টাফ পূর্ণ দৈর্ঘ্যে প্রসারিত করি, মোট দৈর্ঘ্য সম্পর্কে অবহিত হই, বিভিন্ন ধরনের ভাগের চিহ্ন, একক, পাঠমান লেখার ধরন, ক্ষুদ্রতম পাঠমান ইত্যাদি সম্পর্কে অবহিত হই, স্টাফের ভিন্ন স্থানে পাঠমান পড়ার কৌশল আয়ত্ত করে। স্টাফ উল্টে ধরে পাঠমান নেয়ার কৌশল আয়ত্ত করে সঠিক পাঠমান গ্রহণের অভ্যাস করি, পাঠমান গ্রহণে দক্ষ হই।

৩। লেভেলগুলোর বিভিন্ন স্ক্রু এর অবস্থান এবং এগুলোর ব্যবহার রপ্ত করে, আইপিছ, ডায়াগ্রাম স্ক্রু, স্লো মোশান স্ক্রু, ফুট স্ক্রু ডানে-বামে ঘুরিয়ে এগুলোর কাজের ধরন উপলব্ধি করে। ফোকাসিং করার, যন্ত্রের মুখ ধীরে ধীরে ডান-বামে নেয়ার জন্য স্লো মোশান স্ক্রু ব্যবহার করে, বার বার করে অভ্যস্ত হই, স্টাফে পাঠ নিই, পাঠ নেয়ার কৌশল আয়ত্ত করি।

৪। এবার লেভেল তিনটির পার্থক্য লক্ষ করি, কলিমেশন রেখার ধারণা উপলব্ধি করি।

সাবধানতা (Precaution) ঃ

(i) লেভেলের লেভেলিং হেডে ধরে অর্থাৎ গোড়ায় ধরে বাক্স হতে বের করতে হবে।

(ii) কোন স্ক্রু টাইট হওয়ার পূর্বেই ঘুরানো বন্ধ করতে হবে।

(iii) প্রসারিত স্টাফ নিয়মতান্ত্রিকভাবে ঘুটিয়ে নিতে হবে।

(iv) যন্ত্র ভালভাবে না মুছে বক্সে রাখা যাবে না।

(v) যন্ত্রের স্ক্রু 'স্বাভাবিক রানে' রেখে বক্সে রাখতে হবে।

(vi) যন্ত্রের বক্সে রক্ষিত খুচরাংশ বা অন্য কোন সহযোগী অংশ (ওলন ইত্যাদি) অযথা বের করা যাবে না।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন (Model viva-vace) ঃ

(i) লেভেল কী?

(ii) ডাম্পি লেভেল এর বিভিন্নাংশের নাম বল?

(iii) টিলটিং লেভেল এর বিভিন্নাংশের নাম বল?

(iv) অটোমেটিক লেভেলের বিভিন্নাংশের নাম বল?

(v) ফোকাসিং স্ক্রু এর কাজ কী?

(vi) স্লো মোশন স্ক্রুর কাজ কী?

(vii) অটোমেটিক লেভেলে ফুট স্ক্রু থাকে না কেন?

জব নং-২	তারিখ : .....
জবের নাম : লেভেল এর অস্থায়ী সমন্বয়ন (Perform temporary adjustment of level)	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : লেভেল নির্মাতা প্রতিষ্ঠান লেভেল নির্মাণকালে নির্দিষ্ট অবস্থানে যন্ত্রটির জন্য প্রয়োজনীয় সকল জ্যামিতিক ও আলোকীয় নীতিমালা অনুসরণে প্রয়োজনীয় সমন্বয় করেই যন্ত্রটি তৈরি করে। এ সমন্বয়গুলোর মধ্যে কতকগুলো যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তনে কোনরূপ পরিবর্তন হয় না এগুলোকে যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয় বলা হয়। আর কতগুলো যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তনে পরিবর্তিত হয়। এমনকি কোন কোন সমন্বয় (যেমন–যথাযথ ফোকাসিং) দর্শকের দৃষ্টি সীমার ভিন্নতায় সমন্বয় করে নিতে হয়। যন্ত্রের অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যেসব সমন্বয়গুলো (যেমন বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে আনা অর্থাৎ যন্ত্রের অনুভূমিকীকরণ, ফোকাসিং (অর্থাৎ পরালাক্স দূরীকরণসহ বস্তুর প্রতিবিম্ব ডায়াফ্রাম তলে স্পষ্ট দৃশ্যমান করণ ইত্যাদি) যন্ত্রের প্রতি সেটিং করতে হয়। এগুলোকে লেভেল এর অস্থায়ী সমন্বয় বলা হয়। সকল ধরনের লেভেলেই অস্থায়ী সমন্বয় এর দরকার হয়।

উদ্দেশ্য : লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে অনুভূমিক দৃষ্টিরেখায় (লাইন অফ কলিমেশন) বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ গ্রহণের জন্য লেভেলের অস্থায়ী সমন্বয়করণের অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

(i) লেভেল-১টি (অটোমেটিক লেভেল/ডাম্পি লেভেল)

(ii) লেভেলিং স্টাফ-১টি।

কাজের ধাপ :

১। তেপায়া সমন্বয় ও লেভেল আটকানো : মোটামুটি সমতল শক্ত ভূমিতে যন্ত্রের স্টেশন নির্বাচন করে তেপায়ার বেল্ট খুলে তেপায়া প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যে প্রসারিত করে, তেপায়ার মাথা দৃষ্টি উচ্চতায় (বক্ষ উচ্চতায়) রেখে ভূমিতে তেপায়ার পা তিনটি মোটামুটি সমবাহু ত্রিভুজ সৃষ্টি করে এরূপ অবস্থায় স্থাপন করি। তেপায়ার যে কোন এক পা সামনে পিছনে নিয়ে তেপায়ার মাথা যতদূর সম্ভব সমতল করে লেভেলের ধরন অনুযায়ী তেপায়ার হেড এর সাথে পেঁচিয়ে বা ক্ল্যাম্প স্ক্রুর সাহায্যে লেভেল আটকিয়ে দিই। তেপায়ার 'শু'তে চাপ দিয়ে তেপায়া মাটিতে আটকিয়ে দিই যেন তেপায়া স্থানচ্যুত হতে না পারে।

২। লেভেল সমতলকরণ : যেহেতু অটোমেটিক লেভেল এর লেভেল হেড স্পেরিক্যাল (ডুবানো) এবং এর তেপায়ার হেডও স্পেরিক্যাল (ভাসানো) ফলে সহজে তেপায়ার মাথায় সযত্নে একটু এদিক ওদিক করে বাবল কেন্দ্রে রেখে লেভেলকে স্থাপন করি এবং ক্ল্যাম্প স্ক্রু দৃঢ়ভাবে আটকে দিই।

তিন ফুট স্ক্রুর ডাম্পি লেভেলের দুরবিনকে যে কোন দুটি ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে রেখে উক্ত ফুট স্ক্রু দুটি একইতালে ভিতর বা বাহির দিকে ঘুরিয়ে বাবলকে কেন্দ্র আনি এবং দুরবিনকে 90° ঘুরিয়ে তৃতীয় ফুট স্ক্রুর উপর এনে তৃতীয় ফুট স্ক্রুটি ঘুরিয়ে বাবলকে দৌড় এর কেন্দ্রে আনি। দুরবিনের যে কোন অবস্থানে বাবল কেন্দ্রে না থাকা পর্যন্ত উপর্যুক্ত প্রক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি করি। (যদি দুরবিনের যে কোন

বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে না আসে তবে লেভেলটির স্থায়ী সমন্বয়নে বিচ্যুতি আছে) চার ফুট স্ক্রুর লেভেলে দুরবিন কোনাকুনি ফুট স্ক্রুর উপর রেখে অবস্থানের ফুট স্ক্রু দুটি সমতালে ভিতর/বাইরে ঘুরিয়ে পুনঃঅপর কোনাকোনি রেখে ঐ অবস্থানের ফুট স্ক্রু দুটি সমতালে ভিতর/বাইরে ঘুরিয়ে বাবলকে দৌড়ের কেন্দ্রে আনি। দুরবিনের যে কোন অবস্থানে বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে না আসা পর্যন্ত প্রক্রিয়াটি পুনরাবৃত্তি করি।

৩। ফোকাসকরণ ঃ

(ক) অভিনেত্র লেন্স ফোকাসকরণ ঃ অভিলক্ষ্য লেন্সের ঢাকনা সরিয়ে এর সামনে সাদা কাগজ ধরে অভিনেত্রকে ডানে বামে ঘুরিয়ে ডায়াফ্রামের ক্রস হেয়ার স্পষ্ট দৃশ্যমান করি। (অধিক ঘুরানো যাবে না এটা বের হয়ে আসতে পারে)

(খ) অভিলক্ষ্য লেন্স ফোকাসকরণ ঃ দুরবিন স্টাফ মুখি করি, অভিনেত্র দিয়ে তাকাও, স্লোমোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে ক্রস হেয়ার স্টাফের মাঝে রাখ, ফোকাসিং স্ক্রু ঘুরিয়ে প্রতিবিম্ব দৃশ্যমান করি, অভিনেত্রে চোখ উপর-নিচ করি, স্টাফ পাঠ পরিবর্তন হলে ফোকাসিং স্ক্রু ও অভিনেত্র সমতালে ঘুরিয়ে স্টাফ পাঠ স্থির অবস্থায় (প্যারালাক্সমুক্ত) আনি।

সাবধানতা ঃ

(i) তেপায়া স্থানচ্যুত না হওয়ার জন্য 'ভ'তে চাপ দিয়ে মাটিতে বসিয়ে দিতে হবে।

(ii) তেপায়ার হেড সমতল করে লেভেল স্থাপন করতে হবে।

(iii) যন্ত্রের কোন স্ক্রু আটকে যাওয়ার পূর্ব পর্যন্ত ঘুরানো যাবে।

(iv) ফুট স্ক্রুগুলো সামঞ্জস্য বজায় রেখে ঘুরাতে হবে অন্যথায় ধারক প্লেট চাপে বক্র হয়ে যেতে পারে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

১। অস্থায়ী সমন্বয় কী?

২। অস্থায়ী সমন্বয় দরকার হয় কেন?

৩। অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপগুলো বল?

৪। প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা হয়?

৫। বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে আসলে দুরবিন অক্ষ কোন তলে আসে?

জব নং-৩

তারিখ : .....

জবের নাম : ফ্লাই লেভেলিং সম্পাদন (Conduct fly levelling)

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : স্বল্প আয়েশে, দ্রুত সময়ে, কম ব্যয়ে দূরবর্তী স্থানে আর.এল. নেয়া এবং দূরবর্তী দু'বিন্দু উচ্চতার পার্থক্য জানার জন্য যন্ত্রের প্রতিযোজনায় শুধুমাত্র দু'টি পাঠ (পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠ) নিয়ে যে লেভেলিং করা হয় তাকে ফ্লাই লেভেলিং বলা হয়। নিরীক্ষা লেভেলিংও ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে করা হয়। এক্ষেত্রে যন্ত্রের স্টেশন নির্বাচনে ব্যালেন্সিং সাইটস্ (যন্ত্রের স্টেশন হতে অগ্রবর্তী পাঠের স্টেশন ও পশ্চাৎ পাঠের স্টেশন সমদূরবর্তী হওয়া) বিশেষভাবে লক্ষ রাখা বাঞ্ছনীয়। এতে কলিমেশন ভ্রান্তি, আলোর প্রতিসরণ ও পৃথিবীর বক্রতাজনিত ভ্রান্তির প্রভাব থাকে না।

উদ্দেশ্য : দুই দূরবর্তী স্থানের উচ্চতার পার্থক্য নিরূপণ বা দূরবর্তী স্থানে বেঞ্চমার্ক বা আর.এল. নেয়ার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

১। লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

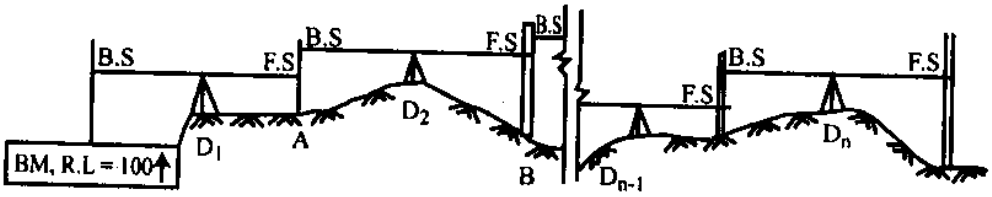
২। লেভেলিং স্টাফ ১টি

৩। খুঁটি (স্টেশন চিহ্নিত করার জন্য) প্রয়োজনীয় সংখ্যক

৪। লেভেল বুক ১টি

৫। পেন্সিল, কাগজ, কলম (প্রয়োজনমত)।

কাজের ধারা :



চিত্র : ফ্লাই লেভেলিং

১। উপরে চিত্র লক্ষ করি, বেঞ্চ মার্ক ও A স্টেশনের মোটামুটি মধ্য বিন্দুতে যন্ত্রের স্টেশন D_1 চিহ্নিত করে D_1 স্টেশনে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে সমন্বয়ের পর বেঞ্চ মার্ক ও A স্টেশনে স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে উভয় স্টেশনে যথাক্রমে পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী পাঠ নিই। পাঠদ্বয় নিচের লেভেল বুকে যথানিয়মে লেখি।

২। একইভাবে D_2 স্টেশনে লেভেল বসিয়ে যথারীতি সমন্বয় করে A ও B স্টেশনে স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে A স্টেশনের পশ্চাৎ পাঠ এবং B স্টেশনের অগ্রবর্তী পাঠ নিয়ে লেভেল বইতে যথানিয়মে লেখি।

৩। একই নিয়মে, D_3, D_4 ----- ইত্যাদি স্টেশনে যন্ত্র বসিয়ে সমন্বয়ের পর (B ও C), (C ও D) ----- ইত্যাদি বিন্দুতে স্টাফ পাঠ নিয়ে লেভেল বইতে যথানিয়মে লেখি।

৪। ঈপ্সিত বিন্দু পর্যন্ত স্টাফ পাঠ নেয়ার পর উচু-নিচু বা কলিমেশন তলের উচ্চতা পদ্ধতিতে সকল বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর।

৫। প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা কর ($\Sigma B.S - \Sigma F.S = \Sigma Rise - \Sigma Fall = Last\ R.L - 1st\ R.L$)

৬। শেষ বিন্দুর আর.এল ঐ বিন্দুর বেঞ্চ মার্কের আর.এল হবে এবং প্রথম ও শেষ বিন্দুর আর.এল এর পার্থক্যই বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য।

(ক) উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বই এর নমুনা ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			উঁচু	নিচু	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ পাঠ	মধ্যবর্তী পাঠ	অগ্রবর্তী পাঠ					

(খ) যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির লেভেল বই-এর নমুনা ঃ

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ পাঠ	মধ্যবর্তী পাঠ	অগ্রবর্তী পাঠ				

সাবধানতা ঃ

(i) প্রত্যেকটি ক্ষেত্রেই স্টাফ পাঠ নেয়ার সময় বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে থাকতে হবে।

(ii) প্রত্যেকটি স্টেশনেই অগ্র ও পশ্চাৎ পাঠ নেয়া হয় তাই স্টাফ স্টেশন বিন্দু বিচ্যুত হতে পারবে না।

(iii) স্টাফ সকল ক্ষেত্রেই উল্লম্ব অবস্থায় ধরতে হবে।

(iv) যন্ত্রের স্টেশন হতে স্টাফ স্টেশনের দূরত্ব ২০০ মিটারের কম হওয়া আবশ্যক।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

(i) ফ্লাই লেভেল কোন কোন ক্ষেত্রে করা হয়।

(ii) ব্যালেন্সিং সাইটস্ কী?

(iii) ব্যালেন্সিং সাইটস্ এর ফলে কী কী ভ্রান্তির প্রভাব পড়ে না?

(iv) ফ্লাই লেভেলিং কী?

পরীক্ষণ নং-৪ তারিখ : .....

জবের নাম : প্রোফাইল লেভেলিং ও প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং সম্পাদন (Conduct profile levelling of Cross section levelling)

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : সড়ক, বাঁধ ইত্যাদির কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর ভূমির অবস্থা (উঁচু-নিচু) জানার জন্য যে লেভেলিং করা হয়, তাকে প্রোফাইল লেভেলিং বলা হয়। কেন্দ্রীয় রেখার উভয় পাশের ভূমির অবস্থা (উঁচু-নিচু) জানার জন্য উভয় পাশে নির্দিষ্ট দূর পর পর স্টাফ পাঠ নিয়ে যে লেভেলিং করা হয়, তাকে প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং বলা হয়। কেন্দ্রীয় রেখা বরাবর ছেদিত দৃশ্য অংকন করে লম্বালম্বি প্রোফাইল এবং কেন্দ্রীয় রেখার সহিত সমকোণে আড়াআড়ি ছেদন দৃশ্যে প্রস্থচ্ছেদের প্রোফাইল দেখানো হয়।

উদ্দেশ্য : প্রোফাইল লেভেলিং ও প্রস্থচ্ছেদ লেভেলিং করার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

(i) লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

(ii) লেভেলিং স্টাফ -১টি

(iii) মেজারিং টেপ - ১টি

(iv) স্টেশন চিহ্নিতকরণের খুঁটি ---- প্রয়োজনীয় সংখ্যক

(v) ওয়্যারপেগ বা অ্যারো ---- প্রয়োজনীয় সংখ্যক

(vi) লেভেল বই ----- ১টি

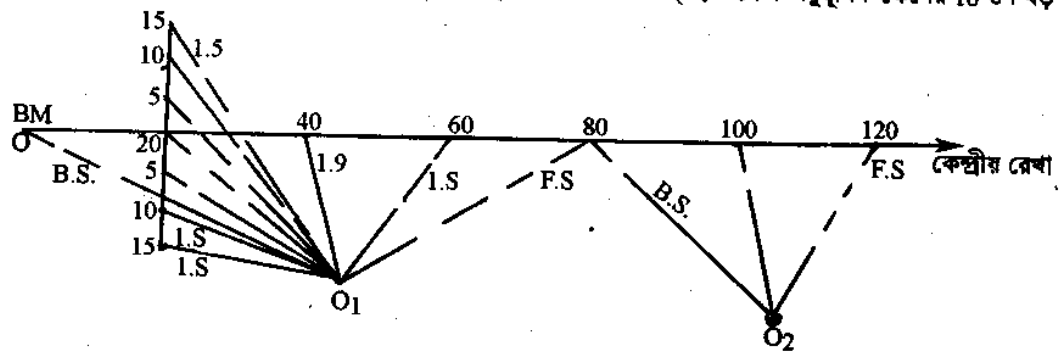
(vii) কাগজ, পেন্সিল, ইরেজার, কলম, অংকন যন্ত্রপাতি ইত্যাদি।

কাজের ধারা :

(ধরে নিই, কেন্দ্রীয় রেখায় 20 মিটার পর পর এবং কেন্দ্রীয় রেখার 20 মিটারে প্রতি পাশে 15 মিটার পর্যন্ত 5 মিটার পর পর স্টাফ পাঠ নিতে হবে।)

১। অ্যারো বা ওয়্যার পেগ দিয়ে স্টেশনগুলো চিহ্নিত করি। নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্ক হতে প্রারম্ভ বিন্দুতে আর.এল. নির্ণয় করে বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করি। ব্যালেন্সিং সাইট বিবেচনায় যন্ত্রের অবস্থান O_1, O_2 নির্ধারণ করি। B.S ও F.S এর বিন্দু নির্বাচন করে খুঁটি দিয়ে B.S ও F.S এর বিন্দু চিহ্নিত করি। (চিত্র দেখি।) O_1, O_2 ইত্যাদি যন্ত্রের স্টেশনে লেভেল বসাই, সমন্বয় করি এবং স্টাফ পাঠ নিই, লেভেল বই এর যথাযথ কলামে স্টাফ পাঠ (দূরত্ব সহ) লেখি। বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করি, নিরীক্ষা করি। লম্বালম্বি (কেন্দ্রীয় রেখায়) এবং প্রস্থচ্ছেদ (২০ মিটার) প্রোফাইল আঁকি।

প্রোফাইল আঁকার জন্য অনুভূমিক ডেটাম রেখা টেনে স্কেল অনুযায়ী চেইনেজ (0, 20, 40, 60, 80 --- মিটার) চিহ্নিত করি, প্রত্যেক চেইনেজ বিন্দুতে উল্লম্ব রেখা টানি এবং স্কেল অনুযায়ী আর.এল. চিহ্নিত করি, চিহ্নিত বিন্দুগুলো মুক্ত হস্তে ধারাবাহিকভাবে যোগ করে ভূপৃষ্ঠ রেখা দেখাই। ডেটামের উপর উল্লম্ব রেখায় চেইনেজ বিন্দুর আর.এল লেখি। (উল্লম্ব স্কেল অনুভূমিক স্কেলের 10 গুণ বড় ধরি।)



চিত্র : ভূমির দৃশ্য

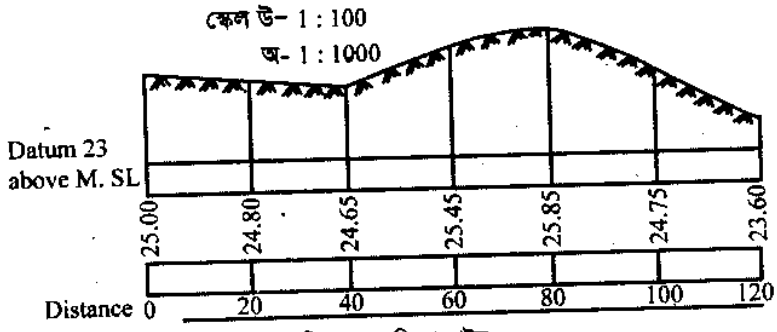
লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেলিং এর সম্মিলিত লেভেল বই এর নমুনা :

	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব			মন্তব্য
	পশ্চাৎ পাঠ	মধ্যবর্তী পাঠ	অগ্রবর্তী পাঠ			ডান	কেন্দ্র	বাম	

লম্বালম্বি প্রোফাইল

স্কেল উ- 1 : 100

অ- 1 : 1000

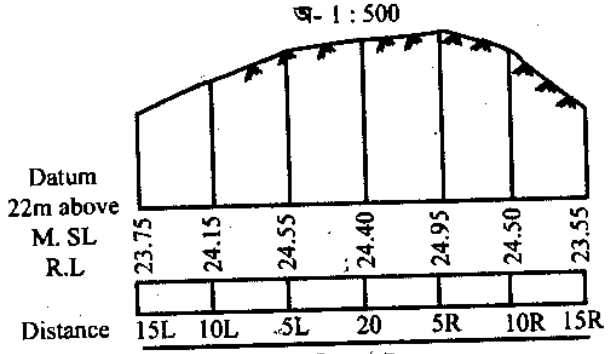


চিত্র ঃ লম্বালম্বি প্রোফাইল

আড়াআড়ি প্রোফাইল

স্কেল উ- 1 : 100

অ- 1 : 500



চিত্র ঃ আড়াআড়ি প্রোফাইল

সাবধানতা ঃ

(i) বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

(ii) ব্যালেন্সি সাইট এর প্রতি লক্ষ রেখে যন্ত্রের অবস্থান নির্ধারণ করতে হবে।

(iii) স্টাফ পাঠ নেয়াকালে স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় থাকবে।

(iv) প্যারালাক্সমুক্ত অবস্থায় স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

(v) ভূমি রেখা কালো কালিতে এবং লম্ব রেখা নীল কালিতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

১। প্রোফাইল লেভেলিং কেন করা হয়?

২। আড়াআড়ি লেভেলিং কী?

৩। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেলিং এর সম্মিলিত লেভেল বইয়ের নমুনা আঁক।

৪। লেভেল প্রোফাইল আঁকা হয় কেন?

৫। 'পরিবর্তন বিন্দু লেভেলিং এ বিশেষ গুরুত্ব বহন করে' কেন?

পরীক্ষণ নং-৫	তারিখ : .....
পরীক্ষার নাম : বিনিময়ক্রম লেভেলিং সম্পাদন (Conduct reciprocal levelling)	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : দু' স্টেশনের মাঝে যখন লেভেল যন্ত্র বসানো সম্ভব হয় না কিন্তু স্টেশনদ্বয় পরস্পর হতে দেখা যায়, তখন যে পদ্ধতির লেভেলিং এর মাধ্যমে দু' স্টেশনের এলিভেশনের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়, তাকে বিনিময়ক্রম লেভেলিং বলা হয়। এ পদ্ধতিতে লেভেলিং করলে আলোর প্রতিসরণ ও পৃথিবীর বক্রতাজনিত ভ্রান্তি এবং কলিমেশন ভ্রান্তি মুক্ত দু' স্টেশনের এলিভেশনের নির্ভুল পার্থক্য জানা যায়।

উদ্দেশ্য : বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর মাধ্যমে দু'স্টেশনের পার্থক্য নিরূপণের অভিজ্ঞতা অর্জন।

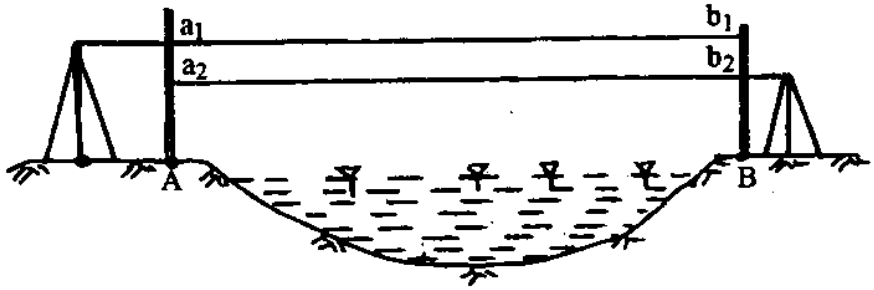
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

১। লেভেল (তেপায়াসহ) ১টি

২। লেভেলিং স্টাফ ১টি

৩। খুঁটি ২টি

কাজের ধাপ : ধরে নিই একটি প্রশস্ত জলাশয়ের দু'পাশে দু'টি স্টেশন A ও B এবং A ও B স্টেশনের এলিভেশনের পার্থক্য জানতে হবে।



চিত্র :

১। (চিত্র দেখি) এ পড়ের 'A' এবং ঐ পাড়ের স্টেশন B চিহ্নিত করি। A স্টেশনে (নিকটে) লেভেল বসিয়ে যথাযথ সমন্বয় করি। A ও B স্টেশনে স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে যথাক্রমে a_1 ও b_1 স্টাফ পাঠদ্বয় নিই। (A স্টেশনের স্টাফ পাঠ অভিলক্ষ্যের ভিতর দিয়ে নিতে হবে)। $(a_1 - b_1)$ নির্ণয় করি।

২। ঐ পাড়ে B স্টেশনে লেভেল নিয়ে যাই। B স্টেশনে (নিকটে) লেভেল বসিয়ে যথাযথভাবে সমন্বয় করি এবং উভয় স্টেশনে (A ও B) স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে যথাক্রমে a_2 ও b_2 স্টাফ নিয়ে $(a_2 - b_2)$ নির্ণয় করি। (B স্টেশনের স্টাফ পাঠ অভিলক্ষ্যের ভিতর দিয়ে নিতে হবে।)

৩। এবার A ও B এর প্রকৃত এলিভেশনের পার্থক্য $= \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2}$

ফলাফল যোগবোধক হলে A স্টেশন হতে B স্টেশন উঁচু এবং বিয়োগবোধক হলে A স্টেশন হতে B স্টেশন নিচু।

সাবধানতা :

(i) বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে থাকা অবস্থা স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

(iii) উভয় স্টেশনে পাঠ নেয়ার মাঝে এবং লেভেল স্থানান্তরের কাজ দ্রুত সম্পাদন করতে হবে। (প্রতিসরণ ভ্রান্তির ভিন্নতার প্রভাব মুক্ত রাখার জন্য)

নমুনা/মৌখিক প্রশ্ন :

১। বিনিময়ক্রম লেভেলিং কী?

২। কোন বিন্দুর তুলনায় কোন বিন্দু উঁচু বা নিচু কীভাবে বুঝা যাবে–বল।

৩। বিনিময়ক্রম লেভেলিং কী কী যন্ত্রপাতির দরকার হয়?

৪। কোথায় বিনিময়ক্রম লেভেলিং করা হয়?

৫। বিনিময়ক্রম লেভেলিং এ স্টাফ পাঠ নেয়ার মাঝে বিলম্ব করা উচিত নয়– কেন?

জব নং-৬	তারিখ : .....
জবের নাম : নিরীক্ষা লেভেলিং সম্পাদন (Conduct check levelling)	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : লেভেলিং এর দিনের কাজ শেষে বা কাজের বিরতিতে বা কিছু দিন পর লেভেলিং কাজের নির্খুততা যাচাই এর জন্য সমাপ্তি বিন্দুর বেঞ্চমার্ক হতে প্রারম্ভ বিন্দুর বেঞ্চ মার্কের দিকে ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে যতদূর সম্ভব কম দৈর্ঘ্যের পথে যে লেভেলিং করা হয় তাকে নিরীক্ষা লেভেলিং (Check levelling) বলা হয়।

উদ্দেশ্য : লেভেলিং কাজের নির্খুততা যাচাইয়ের অভিজ্ঞতা অর্জন।

কাজের ধারা : সমাপ্তি বিন্দু হতে প্রারম্ভ বিন্দুর দিকে ফ্লাই লেভেলিং (জব-৩) এর মত।

জব নং-৭	তারিখ : .....
জবের নাম : প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপ সম্পা[illegible] কন্টুর ম্যাপ অংকন এবং মাটি ভরাট বা খননের পরিমাণ নির্ণয়করণ।	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : একটি কন্টুর রেখার সকল বিন্দুই পৃথিবীর কেন্দ্র হতে সম উল্লম্ব দূরে অবস্থিত অর্থাৎ সম আর.এল গামী রেখাই কন্টুর রেখা। যন্ত্রের উচ্চতা = R.L + স্টাফ পাঠ এবং কোণ যোজনায় স্টাফ পাঠ = যন্ত্রের উচ্চতা –1 R.L।

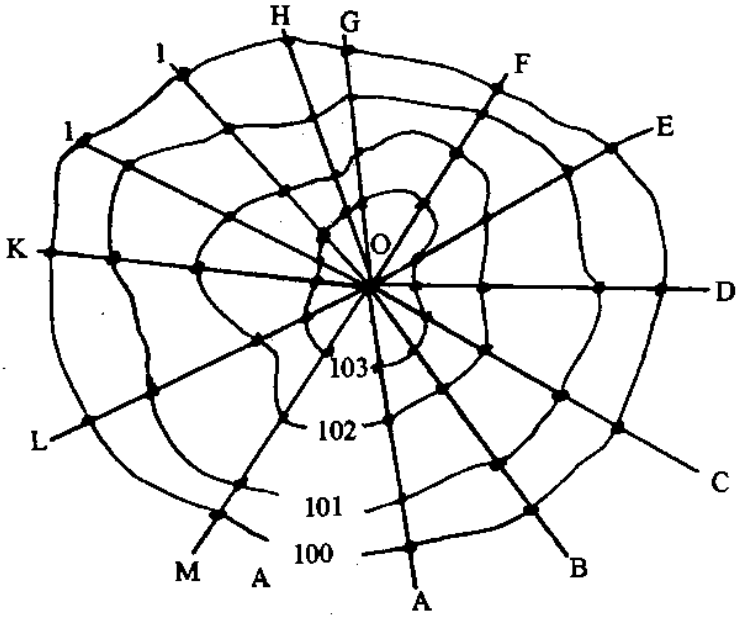
উদ্দেশ্য : প্রত্যক্ষ পদ্ধতিতে কন্টুর জরিপ কন্টুর ম্যাপ অংকন এবং মাটি খনন বা ভরাটের পরিমাণ নির্ণয় করার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

(i) লেভেল (তেপায়াসহ)	১টি
(ii) টেপ	১টি
(iii) প্লেন টেবিল	১টি
(iv) রেঞ্জিং রড	প্রয়োজনীয় সংখ্যক
(v) লেভেলিং স্টাফ	১টি

(vi) পেন্সিল, ইরেজার, ড্রয়িং শিট, স্কসটেপ, স্কেল সেট ইত্যাদি।

কাজের ধারা :



১। ঈপ্সিত এলাকা ভালভাবে পরিদর্শন করি। প্লেন টেবিল O বিন্দুতে স্থাপন ও সমন্বয় করে এতে স্কস টেপ দিয়ে ড্রয়িং শিট আটকিয়ে স্থাপিত A, B, C, D --- M রেঞ্জিং রডকে তাক করে OA, OB, OC -- OM ইত্যাদি রশ্মি টান। (কম্পাস বা থিওডোলাইট ব্যবহার করা যেতে পারে এতে হিসাবনিকাশ ও পরবর্তীতে কন্টুর ম্যাপ আঁকতে হবে।)

২। নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্ক হতে লেভেলিং এর মাধ্যমে রশ্মিগুলোর প্রান্তে বা সুবিধাজনক ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় স্থানে বেঞ্চ মার্ক বসাই। কন্টুর বিরতি স্থির করে নিই এবং প্রত্যেক আরএল বিন্দুগুলোর জন্য স্টাফ রিডিং নির্ণয় করি।

৩। সুবিধাজনক স্থানে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে সমন্বয় করে নির্দিষ্ট আর.এল জন্য রশ্মিগুলো উপর নির্ণীত স্টাফ পাঠ প্রাপ্তির বিন্দুগুলো হোয়াইটস চিহ্নিত করে নিই। O বিন্দু হতে নির্দিষ্ট রশ্মিতে চিহ্নিত বিন্দু পর্যন্ত মাঠে সরাসরি টেপের সাহায্যে পরিমাপ করে স্কেল অনুযায়ী ড্রয়িংশীটে ঐ রশ্মিতে চিহ্নিত করি। এভাবে সকল রশ্মিতে একই আর.এল বিন্দুগুলো চিহ্নিত কর এবং ধারাবাহিকভাবে মুক্ত হস্তে সংযোগ করি।

৪। একই নিয়মে পরবর্তী সকল কন্টুর রেখার বিন্দু চিহ্নিত করি এবং নকশায় ধারাবাহিকভাবে প্রতিটি কন্টুর রেখার বিন্দুগুলো মুক্ত হস্তে সংযোগ করে কন্টুর রেখাগুলো অংকন করি।

৫। প্লেনিমিটার বা বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় প্রত্যেকটি কন্টুর রেখার বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর এবং স্কেলের মান অনুযায়ী সরেজমিনের মানে রূপান্তর করি।

৬। এবার কোন (Cone) সূত্রে $(V = \frac{D}{3}\left((A_0 + A_1 + \sqrt{A_0A_1})\right)$

বা প্রিজময়েডাল সূত্রে $(V = \frac{D}{3}[(A_0 + A_n) + 4\,(A_1 + A_3 + \text{----} + A_{n-1}) + 2\,(A_2 + A_4 + \ldots\ldots + A_{n-2})]$

* ক্ষেত্রফল সংখ্যা বিজোড় হলে

বা ট্রাফিজয়েডাল সূত্রে $(V = D\left(\frac{(A_0 + A_n)}{2} + A_1 + A_2 + \text{-------} + A_{n-1}\right)$, নির্দেশনা অনুযায়ী মাটি ভরাট/খননের পরিমাণ নির্ণয় করি।

সাবধানতা ঃ

(i) রেঞ্জ লাইন OA, OB --- ইত্যাদি এমনভাবে নির্ধারণ করতে হবে যেন ঈপ্সিত এলাকার ভূমির বন্ধুরতা প্রকাশ পায়।

(ii) কম্পাস বা থিওডোলাইট ব্যবহার করে উক্ত কাজ করতে হলে ক্ষুদ্রতর কোণ পরিহার করে পূর্ণ ডিগ্রি কোণে রশ্মিগুলো নির্বাচন করা উচিত।

(iii) প্রত্যেকটি কন্টুর রেখার জন্য রেঞ্জ লাইনে সরজমিনে বিন্দু চিহ্নিতকরণে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের হোয়াইট বা ফলক দ্বারা চিহ্নিত করতে হবে।

(iv) প্রত্যেকটি স্টাফ পাঠের ক্ষেত্রে বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে এবং স্টাফ উল্লম্ব রাখতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

১। কন্টুর জরিপ কী?

২। কন্টুর জরিপ কেন করা হয়?

৩। কন্টুর ইন্টারভেল কী?

৪। কন্টুর জরিপে কী কী যন্ত্রপাতি লাগে?

৫। প্রিজময়েডাল সূত্র কোন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায়?

৬। কন্টুর জরিপ একটি ত্রিমাত্রিক জরিপ– কেন?

জব নং-৮	তারিখ : .....

জবের নাম : ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপন (Determine horizantal angle useing transite digital thodolite)

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : অনুভূমিক তলে দু'টি রেখা মিলিত হলে মিলনস্থলে অনুভূমিক কোণ উৎপন্ন হয়। ঘেরের ধরনের অনুযায়ী মিলনস্থলের সৃষ্ট কোণ দু'টির একটি অন্তঃস্থ ও অপরটি বহিঃস্থ কোণ।

উদ্দেশ্য : ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার অভিজ্ঞতা অর্জন।

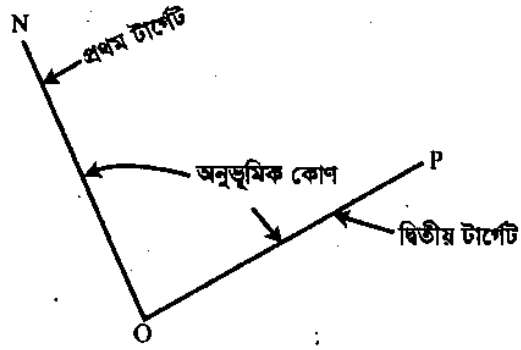
যন্ত্রপাতি :

(i) ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইট (তেপায়া ও ব্যাটারিসহ)

(ii) টার্গেট প্রিজম।

কাজের ধারা :

ধরে নিই অনুভূমিক কোণ ∠NOP পরিমাপ করতে হবে।



১। প্রথমে ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইট ($DT2_{10}/DT5_{10}/DT5_{10}S$) O বিন্দুর উপর স্থাপিত তেপায়ায় বামমুখী অবস্থায় স্থাপন করে (১৩.৩) অনুচ্ছেদ অনুযায়ী অস্থায়ী সমন্বয়ন করি।

২। এরপর অপারেশন প্যানেলের (ON) বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করি ডিসপ্লে এ মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

৩। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (◁□▷) বাটন চেপে পরিমাপের জন্য (H) অনুভূমিক ডান (□▷) কোণ নির্বাচন করি।

৪। এরপর হরাইজেন্টাল ক্ল্যাম্প স্ক্রু মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ডান দিকে ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে তাক করে N স্টেশনকে ছেদ করি এবং হরাইজন্টাল ক্ল্যাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরাইজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু দিয়ে নিখুঁতভাবে N কে ছেদ করি।

৫। অপারেশন প্যানেলের $\frac{O}{SET}$ বটম দু'বার চাপি ডিসপ্লে এ অনুভূমিক কোণ 0 (শূন্য) প্রদর্শিত হবে।

৬। হরাইজন্টাল ক্ল্যাম্প মুক্ত করে যন্ত্রের উপরের অংশ ঘুরিয়ে দুরবিনের উপরের পিপ সাইট দিয়ে P স্টেশনকে তাক করে ক্ল্যাম্প স্ক্রু আটকে দিয়ে হরাইজন্টাল ফাইন মোশন স্ক্রু দিয়ে P কে নিখুঁতভাবে ছেদ করি।

৭। এখন ডিসপ্লে এ প্রদর্শিত অনুভূমিক কোণই ∠NOP (অনুভূমিক কোণ)।

সাবধানতা :

(i) যথাযথ প্রক্রিয়ায় সমন্বয় করতে হবে।

(ii) কাজের ধারাবাহিকতা ঠিক রাখতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন :

(i) অনুভূমিক কোণ কী বল?

(ii) কোণ কখন অন্তঃস্থ কোণ এবং কখন বহিঃস্থ কোণ হয়?

জব নং-৯	তারিখ ঃ .....
জবের নাম ঃ ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপন।	

উদ্দেশ্য ঃ অনুভূমিক কোণ মাপার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি ঃ

(ক) ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইট-১টি (তেপায়াসহ)

(খ) রেঞ্জিং রড ২টি।

কাজের ধারা ঃ

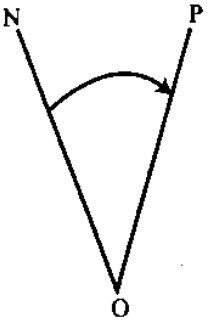
ধরে নিই ∠NOP পরিমাপ করতে হবে।

(i) 'O' স্টেশনে যন্ত্র বসিয়ে সেন্টারিং ও অস্থায়ী সমন্বয়ন করি।

(ii) সকল ক্ল্যাম্প মুক্ত করি, উল্লম্ব বামপাশে রেখে উপরের ও নিচের পাতকে বিপরীত দিকে প্রধান স্কেলের সাথে ভার্নিয়ারের শূন্য মিলাই (বিপরীত দিকে 180° সাথে ভার্নিয়ারে শূন্য মিলবে) নিম্ন ক্ল্যাম্প ও উপরের ক্ল্যাম্পের সাহায্যে উভয় পাত আটকাই এবং উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে যথার্থ ও নিখুঁতভাবে প্রধান স্কেলের শূন্য ও ভার্নিয়ারের শূন্য মিলাও।

(বিপরীত দিকে 180° ভার্নিয়ারে শূন্যের সাথে মিলবে যদি কোন যান্ত্রিক ত্রুটি না থাকে।)

(iii) নিম্ন ক্ল্যাম্প মুক্ত করি এবং যন্ত্রকে N এর দিকে ফিরাই এবং নিম্ন ক্ল্যাম্প আটকে দিই। (যেহেতু উভয় পাত আটকানো তাই যন্ত্র বহিঃঅক্ষের উপর ঘুরবে)। নিম্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রু ব্যবহার করে N কে যথার্থভাবে ছেদ করি। উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ যাচাই করি। (পাঠদ্বয় পূর্বের অবস্থায়ই থাকবে।)



চিত্র ঃ

(iv) উপরের ক্ল্যাম্প মুক্ত করি এবং যন্ত্রকে ডানাবর্তে ঘুরিয়ে P কে ছেদ করি এবং উপরের ক্ল্যাম্প আটকে দিই। উপরের ট্যানজেন্ট স্ক্রুর সাহায্যে P বিন্দুকে যথার্থ ও নিখুঁতভাবে ছেদ করি।

(v) উভয় ভার্নিয়ারের পাঠ গ্রহণ করি। প্রথম ভার্নিয়ারটিতে সরাসরি কোণের মান পাওয়া যাবে। কিন্তু দ্বিতীয় ভার্নিয়ারে প্রাপ্ত কোণ হতে 180° বাদ দিলে ∠NOP কোণের মান পাওয়া যাবে। (কেননা এর প্রারম্ভিক মান 180°)

এখন মানদ্বয়ের গড় নিলে একমুখী অবস্থায় ∠NOP এর মান পাওয়া যাবে।

(iv) দুরবিনের মুখ পরিবর্তন করি এবং পুরো ক্রিয়াটি পুনঃসম্পাদন করি। এতে প্রাপ্ত গড় মানই যন্ত্রের অপরমুখী অবস্থায় ∠NOP কোণ।

(vii) উভয়মুখী মানদ্বয়ের গড় মানই ∠NOP কোণের মান।

সাবধানতা ঃ

(i) থিওডোলাইট এর তেপায়া শক্ত মাটিতে বসাতে হবে।

(ii) যথাযথভাবে সেন্টারিং ও সমন্বয় করতে হবে।

(iii) থিওডোলাইটে উভয়মুখী পাঠ নিতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

(i) থিওডোলাইট এ পাঠ গ্রহণে উভয়মুখি পাঠ কেন নেয়া হয়।

(ii) থিওডোলাইটে দু'দর্শকের দু ভার্নিয়ারের গৃহীত পাঠমানের পার্থক্য কত?

(iii) দু' 'ফেসে' গৃহীত পাঠমানে পার্থক্য কত হবে?

(iv) তিন ভার্নিয়ারের থিওডোলাইটে ভার্নিয়ারত্রয় এর মধ্যে পরস্পরের পার্থক্য কত ডিগ্রি।

(v) ফেস পরিবর্তনে ট্রানজেটিং ও সয়িং এ কোনটির পরিমাণ কত ডিগ্রি।

(vi) ফেস পরিবর্তনে কোনটি কোন তলে করতে হয়?

জব নং-১০	তারিখ : .....
জবের নাম : ট্রানজিট ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে উন্নম্ব কোণ মাপন (Determine the vertical angle useing a transite digital theodolite)	

সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : উন্নম্ব তলের কোন রেখা অনুভূমিক রেখার সহিত মিলিত হলে সংযোগস্থলে রেখাদ্বয় উন্নম্বতলে যে কোণ সৃষ্টি করে তাকে উন্নম্ব কোণ বলে। উন্নম্ব তলের কোন রেখা উন্নম্ব রেখার সহিত উন্নম্ব তলে যে কোণ সৃষ্টি করে তাকে জেনিথ কোণ বলা হয়। উন্নম্ব কোণ অনুভূমিক রেখার উপরে হলে উন্নতি কোণ এবং নিচে হলে অবনতি কোণ বলা হয়।

উদ্দেশ্য : অনুভূমিক কোণ মাপার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

(ক) ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইট-১টি (তেপায়াসহ)

(খ) রেঞ্জিং রড ২টি।

কাজের ধারা :

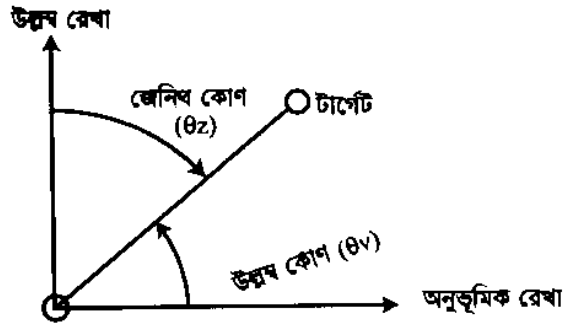
১। যন্ত্রকে স্টেশনের উপর স্থাপিত 'তেপায়ার হেড' এর উপর যথা নিয়মে বামমুখী অবস্থায় স্থাপন করে অনুচ্ছেদ (১৩.৩) অনুযায়ী যথাযথভাবে অস্থায়ী সমন্বয়ন করে অপারেশন প্যানেলের (ON) বাটন চেপে 'পাওয়ার অন' করলে ডিসপ্লে প্যানেলে মেজারিং মোড প্রদর্শিত হবে।

২। অপারেশন প্যানেলের অ্যাঙ্গেল মেজারিং মোড (▷◻◁) বাটন চেপে ভার্টিক্যাল অ্যাঙ্গেল অপশন 'V' নির্বাচন করতে হবে।

৩। উভয় ক্ল্যাম্প স্ক্রু (হরাইজন্টাল ও ভার্টিক্যাল) মুক্ত করে পিপ সাইট দিয়ে তাক করে ঈপ্সিত বিন্দু (যার উন্নতি বা অবনতি কোণ জানার দরকার) ছেদ করতে হবে এবং দুরবিনে তাকিয়ে হরাইজন্টাল ও ভার্টিক্যাল ফাইন মোশন স্ক্রু ঘুরিয়ে নিখুঁতভাবে ছেদ করতে হবে।

৪। এ অবস্থায় উন্নম্ব রেখার সাথে সৃষ্ট উন্নম্ব কোণ (জেনিথ কোণ) ডিসপ্লে-এ প্রদর্শিত হবে।

৫। পুনরায় (▷◻◁) বাটন চাপলে উন্নম্ব কোণ (অনুভূমিক রেখার সাথে সৃষ্ট কোণ) ডিসপ্লে-এ প্রদর্শিত হবে।



সাবধানতা :

(i) যন্ত্র যথাযথভাবে সমন্বয় করতে হবে।

(ii) উন্নম্ব কোণ ও জেনিথ কোণ এর মান যথাযথভাবে নিতে হয়।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন :

(i) উন্নম্ব কোণ কী?

(ii) জেনিথ কোণ কী?

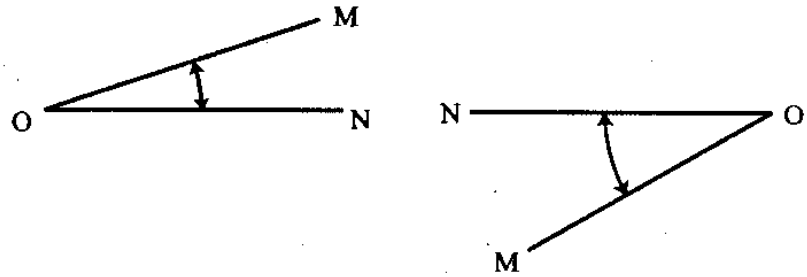
(iii) উন্নতি কোণ কী?

(iv) অবনতি কোণ কী?

জব নং-১১	তারিখ ঃ .....
জবের নাম ঃ ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপন।	

উদ্দেশ্য ঃ ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ মাপার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি ঃ (i) থিওডোলাইট (ভার্নিয়ার) তেপায়াসহ ১টি (ii) রেঞ্জিং রড-২টি।



(i) 'O' স্টেশনে থিওডোলাইটটি তেপায়ায় নিয়মমত বসাই, প্রয়োজনীয় সমন্বয় করি।

(ii) সূচক ভ্রান্তি লিপিবদ্ধ করি (থাকলে) টেলিস্কোপে M তাক করি এবং ভার্টিক্যাল সার্কেল ক্ল্যাম্প আটকিয়ে ট্যানজেন্ট স্ক্রু দিয়ে নিখুঁতভাবে M কে ছেদ করি।

(iii) ভার্টিক্যাল সার্কেল ও ভার্নিয়ার হতে $\angle MON$ এর পরিমাণ নিই। সূচক ভ্রান্তি থাকলে +/– অনুযায়ী কোণের পরিমাণ শুদ্ধ করে নিই।

(iv) ফেস পরিবর্তন করি। উপর্যুক্ত নিয়মে পুনঃ $\angle MON$ কোণের পরিমাণ নির্ণয় করি।

(v) উপর্যুক্ত দু'বারের গড় করি।

(vi) এরূপ তিনবার করি। গড় কোণের পরিমাণই $\angle MON$ কোণ।

সাবধানতা ঃ

(i) থিওডোলাইট শক্ত মাটিতে তেপায়ায় স্থাপন করতে হয়।

(ii) গড় মান নির্ণয়ে 'বার সংখ্যা' সতর্কতার সাথে স্মরণ রাখতে হয়।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

(i) সূচক ভ্রান্তি কী?

(ii) সূচক ভ্রান্তি উন্নতি কোণে যোগ হলে অবনতি কোণের ক্ষেত্রে কী করবে?

(iii) থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তন করে কেন মাপ নিতে হয়।

(v) এ যন্ত্রটিতে সূচক ভ্রান্তি আছে কী?

জব নং-১২	তারিখ : .....

জবের নাম : ট্রানজিট থিওডোলাইটের (ডিজিটাল বা ভার্নিয়ার) সাহায্যে টাওয়ারে অনুভূমিক দূরত্ব ও উচ্চতা নির্ণয়করণ।

উদ্দেশ্য : থিওডোলাইটের সাহায্যে অগম্য স্টেশনের অনুভূমিক দূরত্ব ও আর.এল. নির্ণয় করার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

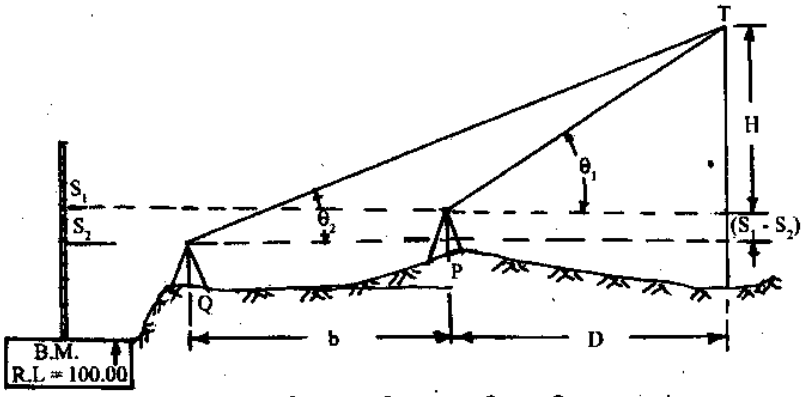
১। থিওডোলাইট তেপায়াসহ ১টি

২। মেজারিং টেপ ১টি

৩। লেভেলিং স্টাফ ১টি

৪। খুঁটি ২টি

কাজের ধারা :



১। P স্টেশনে থিওডোলাইট বসিয়ে সমন্বয় (সেন্টারিং, লেভেলিং, ফোকাসিং) করি। বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে রেখে B.M এর উপর স্টাফ পাঠ S_1 নিই এবং θ_1 কোণ পরিমাপ করি।

২। অনুরূপভাবে Q স্টেশনে থিওডোলাইট বসিয়ে B.M এর উপর S_2 স্টাফ পাঠ এবং θ_2 কোণ পরিমাপ করি। (θ_1 মাপা কালে P স্টেশনের যন্ত্র ট্রানজেটিং এর মাধ্যমে দৃষ্টিরেখায় মেজারিং টেপে পরিমাপ করে ঈপ্সিত জ্ঞাত দূরত্বে Q স্টেশন নির্বাচন করে খুঁটি পুঁতে চিহ্নিত করি অর্থাৎ T, P, Q একই উল্লম্ব তলে হবে)

৩। এবার $D = \frac{b \tan\theta_2 - (S_1 - S_2)}{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}$ সূত্র অনুযায়ী D = অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করি এবং

$H = D \tan\theta_1$ সূত্র অনুযায়ী H উচ্চতা (P যন্ত্রের অক্ষ হতে) নির্ণয় করি।

* ডিজিটাল ট্রানজিট থিওডোলাইটের সমন্বয় ও উল্লম্ব কোণ মাপার ক্ষেত্রে অনুচ্ছেদ ১৩.৩ ও জব নং ৯ অনুসরণীয়।

* ভার্নিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটের সমন্বয় ও উল্লম্ব কোণ মাপার ক্ষেত্রে পাঠ্যাংশ ১৩.২ (●) ও জব নং ৯ (●) অনুসরণীয়।

সাবধানতা :

(i) থিওডোলাইট নিয়মতান্ত্রিকভাবে সমন্বয় করতে হবে।

(ii) উল্লম্ব কোণ নিখুঁতভাবে মাপতে হবে।

(iii) বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে থাকা অবস্থা S_1 ও S_2 স্টাফ পাঠ নিতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন :

১। অগম্য বস্তুর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্রটি বল।

২। অগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি বল।

৩। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়গুলো কী কী?

৪। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সমন্বয় এর প্রধান ধাপগুলো বল।

জব নং-১৩	তারিখ ঃ .....

জবের নাম ঃ থিওডোলাইটের সাহায্যে ঘের দেয়া, ঘের এর নকশা আঁকা ও ঘেরের ক্ষেত্রফল নির্ণয়করণ।

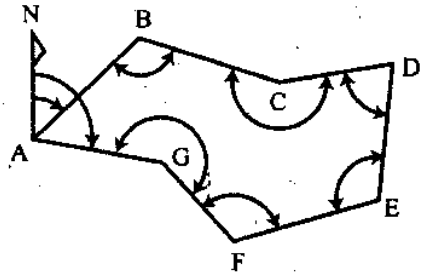
সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব ঃ ঘের স্টেশন দিয়ে অতিক্রমকারী নির্দিষ্ট দিক ও দৈর্ঘ্য মানের ধারাবাহিক সরল রেখায় সৃষ্ট কাঠামোই ঘের। যে ঘেরের প্রারম্ভ ও সমাপ্তি একই স্টেশনে হয় তা বদ্ধঘের আর যে ঘেরের প্রারম্ভ স্টেশনে সমাপ্তি ঘটে না তা খোলা ঘের। বদ্ধঘেরে অন্তঃস্থ কোণগুলোর সমষ্টি $(2n - 4)$ সমকোণ (এখানে n বদ্ধঘেরের বাহুর সংখ্যা)। ঘের ডানাবর্তে বা বামাবর্তে হতে পারে। ঘের অংকনের অনেকগুলো প্রক্রিয়ার মধ্যে স্থানাঙ্ক পদ্ধতি উত্তম।

উদ্দেশ্য ঃ থিওডোলাইটের সাহায্যে ঘের দেয়ার অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি ঃ

(i) তেপায়াসহ থিওডোলাইট ১টি
(ii) চেইন বা মেজারিং টেপ ১টি
(iii) রেঞ্জিং রড প্রয়োজনীয় সংখ্যক
(iv) স্টেশন চিহ্নিতকরণের খুঁটি প্রয়োজনীয় সংখ্যক

কাজের ধারা ঃ



চিত্র ঃ

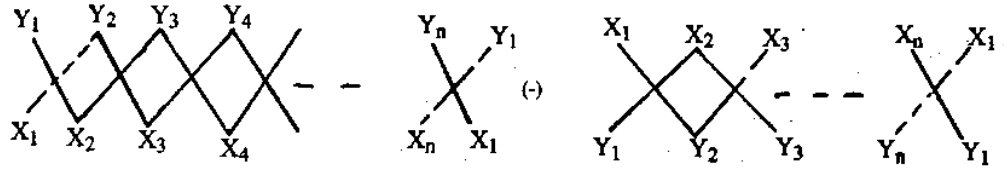
১। A স্টেশনে থিওডোলাইট বসিয়ে প্রয়োজনীয় সমন্বয় করি। AB রেখার বিয়ারিং মাপি (AG রেখার বিয়ারিং ও পরবর্তীতে যাচাই এর জন্য মেপে রাখি)।

২। G ও B বিন্দুতে রেঞ্জি রড পুঁতে ∠GAB মাপি। অনুরূপভাবে B,C,D --- স্টেশনে থিওডোলাইট বসিয়ে ∠B, ∠C, ∠D --- ইত্যাদি মাপি এবং মেজারিং টেপের সাহায্যে AB, BC, CD --- ইত্যাদি বাহুর দৈর্ঘ্য নিখুঁতভাবে মাপি। অন্তর্ভুক্ত কোণের সমষ্টি যাচাই করি। প্রাপ্ত তথ্যাদি নিচের ছকে বসাই। সকল স্টেশনের অক্ষাংশ, দ্রাঘিমাংশ, ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক, স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক নির্ণয় করি।

৩। স্থানাঙ্ক অনুযায়ী ঘেরটি প্লট করি।

বাহু	দৈর্ঘ্য (ℓ)	অন্তঃস্থ কোণ	বিয়ারিং	হ্রাসকৃত বিয়ারিং θ	দিক	ধারাবাহিক স্থানাঙ্ক				স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক	
						অক্ষাংশ $\ell \cos\theta$		দ্রাঘিমাংশ $\ell \sin\theta$		N	E
						N	S	E	W	(Y)	(X)

স্থানাঙ্ক নিয়ন্ত্রক আকারে সাজিয়ে ক্ষেত্রফল নির্ণয় করি।



ক্ষেত্রফল, $A = \frac{1}{2}[(Y_1X_2 + Y_2X_3 + \text{-----} + Y_nX_1) - (X_1Y_2 + X_2Y_3 + \text{----} + X_nY_1)]$

জব নং-১৪ তারিখ : .....

জবের নাম : টেকোমিটারের ধ্রুব নির্ণয়করণ।

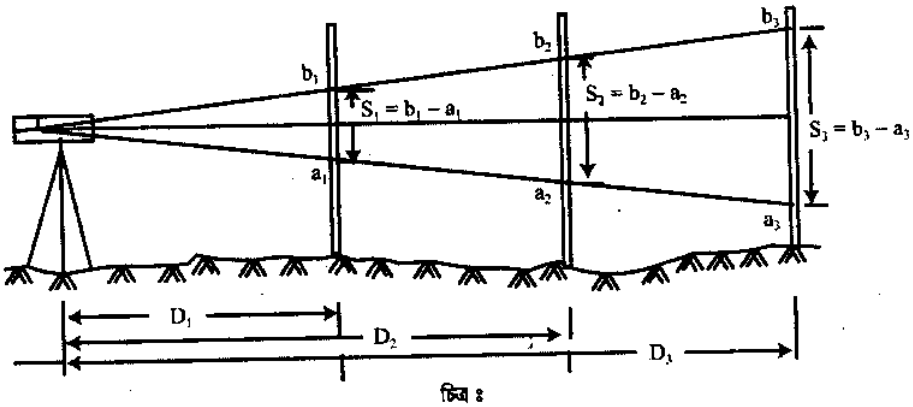
সংক্ষিপ্ত তত্ত্ব : টেকোমিটারের সাহায্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব (না মেপে) নির্ণয় করা যায়। অনুভূমিক দূরত্ব $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$ এখানে $\frac{f}{i}$ গুণবোধক ধ্রুব এবং $(f + d)$ যোগবোধক ধ্রুব। স্টেডিয়া জরিপের মূল নীতি হল "সাদৃশ্য সমদ্বিবাহু ত্রিভুজের ভূমি ও লম্বের অনুপাত ধ্রুব।

উদ্দেশ্য : টেকোমিটারের ধ্রুব নির্ণয়ের অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

(i) টেকোমিটার তেপায়াসহ ১টি
(ii) স্টেডিয়া স্টাফ ১টি
(iii) মেজারিং টেপ ১টি
(iv) খুঁটি (স্টেশন চিহ্নিতকরণের জন্য) ৪টি

কাজের ধারা :



চিত্র :

(i) প্রথমে মোটামুটি সমতল ভূমিতে যন্ত্রকে অনুভূমিক করে বসিয়ে যথাযথভাবে লেভেলিং করি।

(ii) যন্ত্রের স্টেশন হতে D_1, D_2, D_3 ---- দূরত্বে (ধরি 30, 60, 90 মিটার) খুঁটি পুঁতে বিন্দুগুলো চিহ্নিত করি।

(iii) প্রতিটি স্টেশনে স্টাফ ধরে উভয় স্টেডিয়া হেয়ারে পাঠ নাও এবং প্রতি ক্ষেত্রেই দু' হেয়ারের ছেদকৃত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করি। (ধরি D_1 দূরত্বে S_1, D_2 দূরত্বে S_2 ---- ইত্যাদি)।

(iv) এখন সমীকরণ $D = S.\frac{f}{i} + (f + d)$ এ মান বসাই।

$D_1 = S_1\frac{f}{i} + (f + d)$, $D_2 = S_2\frac{f}{i} + (f + d)$ ---- ইত্যাদি সমীকরণ পাওয়া যাবে।

(v) উক্ত সমীকরণগুলো যুগপৎ সমাধান করে $\frac{f}{i}$ ও $(f + d)$ এর মান নির্ণয় করি। বিভিন্ন সমীকরণে প্রাপ্ত $\frac{f}{i}$ ও $(f + d)$ এর গড় মান গ্রহণ করি।

সাবধানতা :

(i) দূরত্ব সঠিক ও নিখুঁতভাবে মাপতে হবে।
(ii) স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরতে হবে।
(iii) বাবল দৌড়ের কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় স্টেডিয়া পাঠত্রয় নিতে হবে।

মৌখিক প্রশ্ন :

(i) টেকোমিটার কী?
(ii) স্টেডিয়া ধ্রুব কয়টি ও কী কী?
(iii) স্টেডিয়া ধ্রুব দু'টির মান সচরাচর কত হয়ে থাকে?
(iv) টেকোমিটার অনুভূমিক অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্বের সূত্রটি বল।
(v) স্টেডিয়া নীতিটি বল?

জব নং-১৫	তারিখ : .....
জবের নাম : টেকোমিটারের সাহায্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়করণ।	

সংক্ষিপ্ত তথ্য : স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়-সম্পন্ন থিওডোলাইটই টেকোমিটার। টেকোমিটার বন্ধুর, দুর্গম স্থানের অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন জানার জন্য করা হয়। এ যন্ত্রের জরিপে কম ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। তবে এ জরিপের ক্ষেত্রে ঈপ্সিত স্টেশনে স্টাফ ধরতে হয় বিধায় কমপক্ষে স্টাফ ম্যানকে স্টেশনে গমন করতে হয়। সাধারত এতে (ক) স্টাফ দৃষ্টিরেখার সাথে লম্ব বা (খ) স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয় করা যায়।

উদ্দেশ্য : টেকোমিটারের সাহায্যে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন বা উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয়ের অভিজ্ঞতা অর্জন।

যন্ত্রপাতি :

১। তেপায়াসহ টেকোমিটার ১টি

২। স্টেডিয়া স্টাফ ১টি

৩। খুঁটি প্রয়োজনীয় সংখ্যক

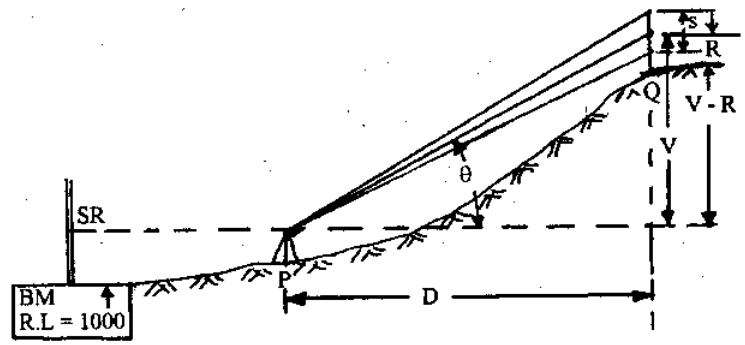
কাজের ধারা :

১। P স্টেশনে একটি টেকোমিটার বসিয়ে যথাযথভাবে সমন্বয় করি। বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ধরে স্টাফ পাঠ নিই। যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয় করি। যন্ত্রের উচ্চতা = বেঞ্চ মার্কের আর.এল + স্টাফ পাঠ।

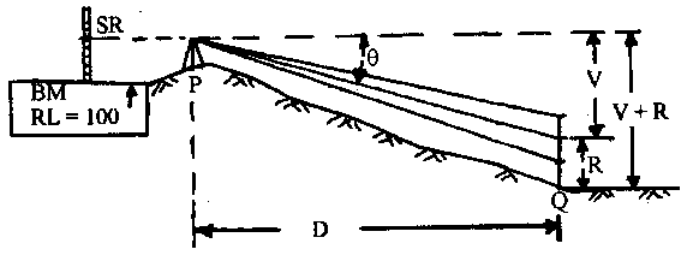
২। ঈপ্সিত স্টেশন Q এ স্টাফ ধরে (উল্লম্ব/স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব) স্টেডিয়া পাঠ তিনটি গ্রহণ করি এবং এ অবস্থায় (θ) উল্লম্ব কোণ (উন্নতি/অবনতি) নিই। ধরে নিই, মাঝে হেয়ারে প্রাপ্ত পাঠ R এবং S = উপরের হেয়ারে প্রাপ্ত পাঠ-নিচের হেয়ারে প্রাপ্ত পাঠ।

৩। স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ক্ষেত্র অনুযায়ী প্রয়োগ করি।

(ক)



(খ)



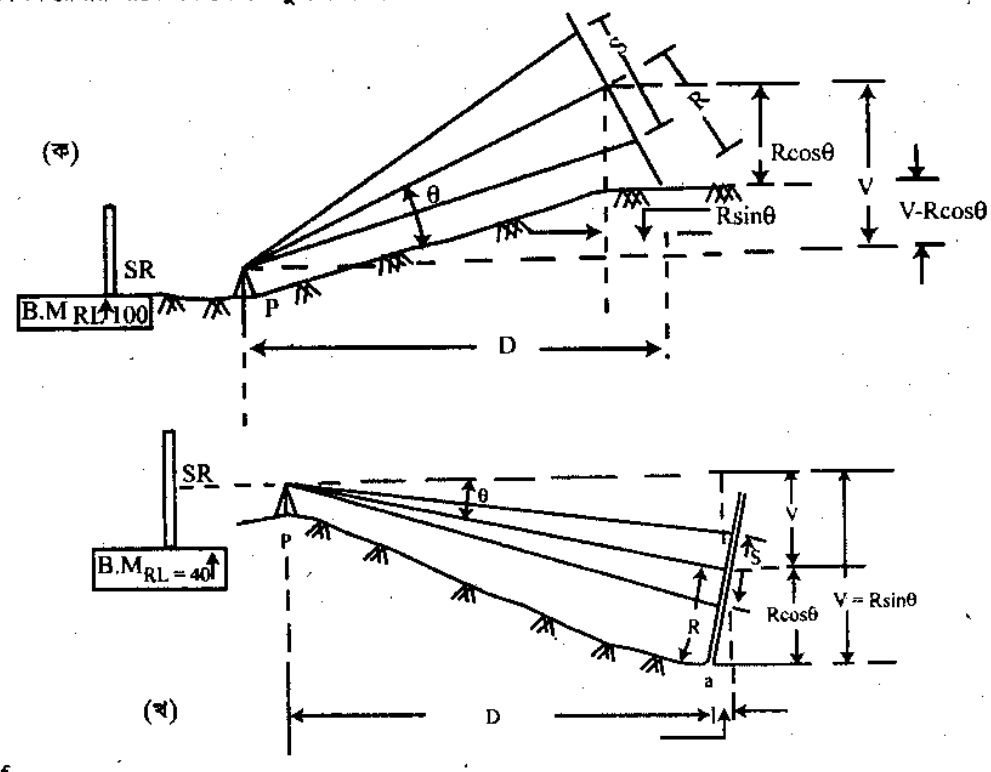
* P স্টেশনে যন্ত্রের অক্ষের RL = BM এর RL + SR (স্টাফ পাঠ)

* $D = S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f + d)\cos^2\theta$

* $V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin 2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta$

৪। স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব ক্ষেত্র অনুযায়ী প্রয়োগ করি।

(ক)



(খ)

(ক) * $D = S.\frac{f}{i}\cos\theta + (f + d)\cos\theta + R\sin\theta$

* Q স্টেশনের RL = BM এর R.L + P স্টেশন হতে নেয়া স্টাফ পাঠ + (V – Rcosθ)

* $V = S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f + d)\,\text{Sin}\theta$

(খ) * $D = S.\frac{f}{i}\cos\theta\,(f + d)\cos\theta - R\sin\theta$

* Q বিন্দুর RL = B.M এর R.L + P স্টেশন হতে নেয়া স্টাফ পাঠ – (V + R.sinθ)

* $V = S.\frac{f}{i}\sin\theta + (f + d)\sin\theta$

সাবধানতা ঃ

(i) সূচক ভ্রান্তি থাকলে +/- এর প্রতি লক্ষ রাখতে হবে।

(ii) প্যারালাক্স মুক্ত অবস্থায় পাঠ মান গ্রহণ করতে হবে।

(iii) বাবল দৌড় এর কেন্দ্রে থাকা অবস্থায় স্টাফ পাঠ গ্রহণ করতে হবে।

(iv) স্টাফ উল্লম্ব অবস্থা পাঠমান গ্রহণ করতে হবে।

(v) উন্নতি কোণ/অবনতি কোণ পরিমাপে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

নমুনা মৌখিক প্রশ্ন ঃ

(i) টেকোমিটার জরিপে স্টাফ কীভাবে ধরা যায়?

(ii) কৌণিক টেকোমিটার জরিপের ক্ষেত্রে স্টাফ উল্লম্ব হলে অনুভূমিক দূরত্বের সূত্রটি বল।

(iii) কৌণিক টেকোমিটার জরিপের ক্ষেত্রে স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় উল্লম্ব দূরত্বের সূত্রটি বল।

(iv) স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব হলে অনুভূমিক দূরত্বের সূত্রটি কী।

(v) স্টাফ কলিমেশন রেখার সাথে লম্ব হলে উল্লম্ব দূরত্বের সূত্রটি বল।

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। জরিপ বিজ্ঞানের পরিভাষায় তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। সমতলমিতি কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩, ১৪]

অথবা, সমতলমিতি বলতে কী বুঝায়?

অথবা, লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সমতল পৃষ্ঠ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। উপান্ত তল কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫ ০৮, ০৯, ১৩, ১৪]

অথবা, উপান্ত তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। উপান্ত রেখা বা ডেটাম লাইন কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। CD উপান্ত তল হতে A ও B বিন্দুর এলিভেশন যথাক্রমে +3 মিঃ এবং –10 মিঃ। বিন্দুদ্বয়ের আপেক্ষিক এলিভেশন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হ্রাসকৃত তল (R.L) কী? [বাকাশিবো-২০, ০৩, ০৬, ০৮, ১২]

অথবা, হ্রাসকৃত তল (R.L) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। (ক) H.F. L খ) F. L. গ) M.S.L. এর পুরো শব্দ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। গড় সমুদ্রতল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। লেভেল ও লেভেলিং এর মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। বেঞ্চ মার্ক কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৪]

অথবা, বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কোন কোন সংস্থা স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে থাকে? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। সমতলমিতিতে দিনের কাজের সমাপ্তিতে কী ধরনের বেঞ্চ মার্ক স্থাপন করে? [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক কেন প্রদান করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৩, ১৪]

অথবা, বেঞ্চ মার্ক কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। (ক) B.M. (খ) G.T.S. গ) R.L.এর পুরো শব্দ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। দূরবিনের অঙ্গ গুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্যারালাক্স কী? [বাকাশিবো-২০০৫ (আ), ০৮, ০৯, ১৩]

অথবা, প্যারালাক্স বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। লেভেল যন্ত্রের প্যারালাক্স কীভাবে বুঝা যায়? [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। লেভেল যন্ত্রের প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১। যন্ত্রের উচ্চতা কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪ (প), ০৫, ১১]

অথবা, যন্ত্রের উচ্চতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। দূরবিনের অক্ষ কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কলিমেশন রেখা কী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৪]

অথবা, লাইন অব কলিমেশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। লেভেল যন্ত্রে ফোকাসিং স্ক্রু এর কাজ কী? [বাকাশিবো- ২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। রে-সেড এর কাজ কী? [বাকাশিবো- ২০০৪ (প)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। কী উদ্দেশ্যে লেভেলিং স্টাফ ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, লেভেলিং স্টাফ এর উদ্দেশ্যেগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। লেভেলিং স্টাফকে প্রধানত কী কী শ্রেণিতে ভাগ করা যায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ সচরাচর কী কী ধরনের হয়ে থাকে?
অথবা, স্বয়ংক্রিয় পঠনশীল স্টাফ কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। স্বয়ং পঠনশীল স্টাফ ও চাঁদমারী স্টাফ কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কখন স্টাফ পাঠ উপর হতে নিচের দিকে পড়তে হয়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। চাঁদমারী স্টাফ যখন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো- ২০১৪
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। লেভেলিং কাজের ধাপ কয়টি ও কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। লেভেল যন্ত্রের সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪ (প), ০৯, ৯৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়ন কী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৭, ০৯]
অথবা, লেভেলের অস্থায়ী সমন্বয় বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৯, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। দু'খুঁটি পরীক্ষা কখন করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]
অথবা, দুই খুঁটি পরীক্ষা কেন করা হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। দু'খুঁটি পরীক্ষা কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। মধ্যবর্তী পাঠ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। পরিবর্তন বিন্দুর সংজ্ঞা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। কখন স্টাফ পাঠ বিয়োগ চিহ্ন দিয়ে লেখতে হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। কখন স্টাফ পাঠ বিয়োগ বোধক হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১১, ১০, ১২]

অথবা, নেগেটিভ স্টাফ রিডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। কখন স্টাফ উল্টা করে ধরে পাঠ নেয়া হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। কখন স্টাফ পাঠযোগ বোধক হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০২, ০৩, ০৪, ০৫ ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। কী কী পদ্ধতিতে সমতলমিতি লঘুকরণ করা যায়। [বাকাশিবো- ২০০৩, ১৪]

অথবা, সমতলমিতি লঘুকরণের পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। সমতলমিতি লঘুকরণের যন্ত্রের উচ্চতা পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। সমতলমিতি লঘুকরণের উঁচু-নিচু পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৮]

অথবা, উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে গাণিতিক পরীক্ষা কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। 170 মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু ক ও খ এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.75 মি, 1.85 মিটার। 'খ' বিন্দুর আর. এল 25 হলে 'ক' এর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফে পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.605 মিটার এবং (–) 1.505 মিটার। খ বিন্দুর আর.এল 24.00 মিটার হলে ক বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। ফ্লাই লেভেলিং কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। বিনিময় ক্রম লেভেলিং কখন করা হয়? [বাকাশিবো- ২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কোথায় করা হয়? [বাকাশিবো- ২০০১, ০৫, ০৬, ০৮, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। লেভেলিং এ মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৪ (আ), ০৯, ১২, ১১, ১২]

অথবা, মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। লম্বালম্বি প্রোফাইল কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। সড়কের কেন্দ্রীয় রেখায় কতদূর পর পর আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখানো হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। সড়কের ক্ষেত্রে কত দূর পর্যন্ত আড়াআড়ি প্রোফাইল দেখাতে হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। কার্যকরী প্রোফাইল কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। লেভেলিং এ ত্রুটিগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। পৃথিবীর বক্রতা স্টাফ পাঠে কী প্রভাব ফেলে? [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮]

অথবা, স্টাফ পাঠে পৃথিবীর বক্রতার প্রভাব কিরূপ হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। আলোর প্রতিসরণ স্টাফ পাঠে কী প্রভাব ফেলে? [বাকাশিবো- ২০০৪, ১০]

অথবা, স্টাফ পাঠে আলোর প্রতিসরণ জনিত প্রভাব কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। বায়ুমণ্ডলে আলোর প্রতিসরণ বাঁকের ব্যাসার্ধ ও পৃথিবীর ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। পৃথিবীর বক্রতার জন্য শুদ্ধির পরিমাণ কত? [বাকাশিবো- ২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব এর সংজ্ঞা লিখ। অর্থ বা দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কী? [বাকাশিবো- ২০০২, ০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১১, ১৩]

অথবা, দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। নোটেশনের ব্যাখাসহ মিলন ভ্রান্তি নির্ণয়ের (মেট্রিক একক) সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। কন্টুর ও কন্টুর রেখা কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। কন্টুরিং কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। সমোন্নতি ব্যবধান বা কন্টুর বিরতি কী? অর্থ বা কন্টুর ইনটারভেল বলতে কী বুঝায়?

[বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। অনুভূমিক সমার্থক কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। কী কী বিষয়ের উপর কন্টুর বিরতি নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯, ১৩]

অথবা, কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। কন্টুর জরিপের পরোক্ষ পদ্ধতিগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। কন্টুর প্রক্ষেপণ কী? [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৫, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। কন্টুর মানচিত্র একটি ত্রিমাত্রিক মানচিত্র কেন? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। পাহাড়ের ঝুলন্ত অংশে কন্টুর রেখাগুলো পরস্পরকে ছেদ করে কেন? [বাকাশিবো-২০০৪ (প)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। ২৫ সেন্টিমিটার থিওডোলাইট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। দূরবিনের উল্টা অবস্থা কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

বা, থিওডোলাইটের উল্টা অবস্থান বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। যন্ত্র ডানমুখী বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। যন্ত্র বামমুখী বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। ট্রানজিটিং কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। সেন্টারিং কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ০২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। বর্ণ পেরন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। থিওডোলাইটের সমন্বয়নগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। প্যারলাক্স কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। সূচক ভ্রান্তি কী? [বাকাশিবো- ২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। অনুভূমিক কোন মাপার প্রক্রিয়াগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৮, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কোথায় এবং কেন করা হয়? [বাকাশিবোদ-২০০৫, ০৬, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। ঘের এর সংজ্ঞা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। ঘেরকে কী কী ভাগে ভাগ করা হয়? [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। ধারাবাহিক স্থানাংকের সংজ্ঞা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। স্বতন্ত্র স্থানাংকের সংজ্ঞা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। জরিপ রেখার অক্ষাংশ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। জরিপ রেখার দ্রাঘিমাংশ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। সুষম অষ্টভুজবিশিষ্ট বদ্ধ ঘেরের একটি বহিঃস্থ কোণের পরিমাণ কত? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। বদ্ধ ঘেরের ক্ষেত্রে মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। কী কী নিয়মে অনুসরণ করে ঘের সমতাকরণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। ঘের সমতাকরণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। ত্রিকোণমিতিক সম্পর্কের ভিত্তিতে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। কোন রেখার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ যথাক্রমে L ও D হলে হ্রাসকৃত বিয়ারিং কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। শূন্য অক্ষাংশে বিশিষ্ট রেখার বিয়ারিং কত? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। মধ্যরেখা দূরত্ব বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎসগুলোকে কী কী ভাগে ভাগ করা যায়? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, থিওডোলাইটে ভ্রান্তির উৎস কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। টেকোমিটার জরিপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৪, ২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। স্টেডিয়া জরিপের সংজ্ঞা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। টেকোমেট্রিক পদ্ধতি কোথায় উপযোগী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ১১]
অথবা, কোন কোন ক্ষেত্রে টেকোমেট্রিক জরিপ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। ট্যাকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো- ২০০৪ (আ), ০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১০। টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১১। টেকোমিটার ও থিওডোলাইটের মাঝে মূলগত পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১২। স্টেডিয়াজরিপে উদ্দেশ্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কী কাজে ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। অনুভূমিক নিয়ন্ত্রক কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র কেন অঙ্কন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। রিলিফ উপস্থাপনে কখন কী ধরনের হ্যাচার্স ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে হ্যাচার্স কীভাবে অংকন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। সমতলমিতির উদ্দেশ্য কী? পথ বা সমতলমিতির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। 'ক' বিন্দু উপাত্ত তলের 2.50 মিটার নিচে অবস্থিত। 'খ' বিন্দু উপাত্ত তলের 3.50 মিটার উপরে অবস্থিত। ক-বিন্দু থেকে খ-বিন্দুর এবং খ বিন্দু থেকে 'ক' বিন্দুর আপেক্ষিক এলিভেশন কত? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে এবং তা কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। অটোমেটিক লেভেলের বিভিন্নাংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্যারালাক্স কেন হয় এবং ইহা দূর করার উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডায়াফ্রাম কী? বিভিন্ন প্রকার ক্রস হেয়ারের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। লেভেলিং স্টাফের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো- ২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক উল্লেখ কর। [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। দু' খুঁটি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। দু' খুঁটি পরীক্ষা' কেন করা হয় এবং কীভাবে করা হয়? [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১। লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় বলতে কী বুঝায়? যন্ত্রের সমন্বয় কয় প্রকার কী কী? [বাকাশিবো- ২০১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কী কী বিষয়ের প্রতি লক্ষ রেখে লেভেল বইয়ে স্টাফ পাঠ লেখতে হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্র এবং মধ্যবর্তী কোন বিন্দুর আর. এল নির্ণয়ের সূত্র দুইটি কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। লেভেলিং এর প্রকারভেদ উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। প্রোফাইল লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৪, ১১]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ হিপসোমিতি লেভেলিং এ এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। বিনিময়ক্রম লেভেলিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১৩, ১৪]
অথবা, বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২১। লম্বালম্বি প্রোফাইল ও আড়াআড়ি প্রোফাইল সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কনের উদ্দেশ্যগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। লেভেলিং এ অসুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হার্ডবোর্ড বা কাঠের বেড়ার এক পাশ হতে অপর পাশে কীভাবে আর এল স্থানান্তর করবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। লেভেলিং কার্য উঁচু দেয়ালে বাধাপ্রাপ্ত হলে দেয়াল অতিক্রমণ প্রক্রিয়া চিত্রসহ বুঝিয়ে লেখ। অর্থ বা, দেয়ালের এক পাশ হতে অপর পাশে কীভাবে আর এল স্থানান্তর করবে? [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। লেভেলিং এ সাধারণ ভুল-ভ্রান্তিগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। দেখাও যে, পৃথিবীর বক্রতার জন্য ভ্রান্তির পরিমাণ = $0.0785d^2$ [বাকাশিবো২০০২, ০৩, ০৫, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ভূপৃষ্ঠের বক্রতাজনিত সংশোধনী অণুভূমিক রেখার নিচের স্টেশনের ক্ষেত্রে বিয়োগবোধক; বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। অণুভূমিক রেখার নিচের ও উপরের স্টেশনের ক্ষেত্রে আলোর প্রতিসরণজনিত সংশোধনী যথাক্রমে '+' বোধক ও '–' বোধক হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কন্টুর ও কন্টুরিং এর মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৭, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কন্টুর বিরতি ও অনুভূমিক সমার্থক কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। সামরিক ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। প্রকৌশল বা ইঞ্জিনিয়ারিং ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। কন্টুর মানচিত্রের বিবিধ ব্যবহারগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। ট্রানজিট ও নন-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মধ্যে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। একটি ট্রানজিট থিওডোলাইটের বিভিন্নাঙ্গের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। বর্ণপেরণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তনের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। বর্ণপেরণ দূরীকরণে কী ব্যবস্থা নেয়া হয়? [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৫, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। ভার্নিয়ার থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়গুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। ডিজিটাল থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৫, ০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ত্রিকোণমিতিক জরিপের মূলনীতিগুলো বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। নোটেশনসহ অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, দেখাও যে, $D = \frac{H}{\tan\theta}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। কোন কোন ক্ষেত্রে ত্রিকোমিতিক লেভেলিং ব্যবহৃত হয়। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। বদ্ধ ঘেরের কৌণিক নিরীক্ষাগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। বদ্ধ ঘেরের রৈখিক নিরীক্ষাগুলো উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। বদ্ধ ট্রাভার্সের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। বামাবর্তে ও ডানাবর্তের ঘেরের বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং নির্ণয়ের সূত্রদ্বয়ের নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং থেকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং বের করার সূত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। বৌডিচের নিয়মে ঘের সমতাকরণের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। ট্রানজিট নিয়মে ঘের সমতাকরণের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। যে কোন টেকোমিটারই থিওডোলাইট কিন্তু যে কোন থিওডোলাইটই টেকোমিটার নয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। টেকোমিটারের বৈশিষ্ট্য লিখ। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। কৌণিক টেকোমিটার জরিপ সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। স্টেডিয়া জরিপ দলে নিয়োজিত লোকদের কার কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। রিলিফ কীভাবে উপস্থাপন করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। সমতলমিতির উদ্দেশ্যগুলো আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। অনুভূমিক রেখা এবং সমতল রেখার মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো- ২০০৪ (প)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সমতল রেখা ও সমতল পৃষ্ঠের মাঝে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সমতল পৃষ্ঠ ও উপাত্ত তলের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্ক সম্পর্কে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বিভিন্ন ধরনের বেঞ্চ মার্কের মধ্যে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ডায়াগ্রামের সংজ্ঞাসহ ক্রস হেয়ারের বিভিন্ন ধরনের বিন্যাসের চিত্র আঁক। [বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। স্টাফ পাঠ নেয়ার প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সতমতলমিতিতে স্টাফ পাঠ গ্রহণ করার প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৯]
অথবা, সঠিক ভাবে স্টাফ পাঠ নেয়ার কলাকৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ডাম্পি লেভেলের কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন পদ্ধতি চিত্রসহ সবিস্তারে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বিভিন্ন ধরনের লেভেল বইয়ের নমুনা দেখাও। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। চিত্রসহ উঁচু-নিচু পদ্ধতির সমতলমিতির লঘুকরণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সমতলমিতি লঘুকরণ পদ্ধতিগুলোর তুলনা ছকে প্রদর্শন কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। চিত্রসহ ফ্লাই লেভেলিং এর কাজের ধারা আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০১, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। প্রোফাইল লেভেলিং কাজের ধারা চিত্রসহ উপস্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বিনিময়ক্রম লেভেলিং প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪ (আ), ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ফ্লাই লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? এটি কখন করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশনের উপাদানগুলো ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। লেভেলিং করাকালে যে সকল অসুবিধার সম্মুখীন হয়, এগুলো অতিক্রমের উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। লেভেলিং এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। লেভেলিং এ সংযুক্ত সংশোধনী সূত্রটি প্রতিপাদন কর। প্রয়োজনীয় চিত্র ও নোটেশনের ব্যাখ্যা দিতে হবে।
[বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। প্রয়োজনীয় নোটেশন সহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673\ d^2$। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। লেভেলিং এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, আলোর প্রতিসরণের জন্য সংশোধনীর পরিমাণ $= \pm 0.01121\ d^2$ [বাকাশিবো- ২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। কন্টুরের বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। বিভিন্ন ক্ষেত্রে কন্টুরের ব্যবহারগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। কন্টুর মানচিত্র অঙ্কন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ট্রানজিট ও নন ট্রানজিট থিওডোলাইটের পার্থক্যগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। লেভেলে ও থিওডোলাইটের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। থিওডোলাইটের মুখ পরিবর্তনের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, যন্ত্রের স্বাভাবিক অবস্থা কী? বামমুখি অবস্থা থেকে জনমুখি অবস্থায় কী ভাবে নেয়া হয় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। চিত্রসহ অনুভূমিক কোন মাপার প্রক্রিয়াটি আলোচনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৭, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। চিত্রসহ উল্লম্ব কোণ মাপার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। চিত্রসহ কোন রেখার চুম্বকীয় বিয়ারিং পরিমাপকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। সূচক ভ্রান্তি ও লিস্ট কাউন্ট বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। ডিজিটাল থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ মাপার প্রক্রিয়া উদ্ধৃত কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। একটি নদীর প্রস্থ ও টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে একজন জরিপকর নিম্নের তথ্যাদি পেল। A ও B নদীর এ পাড়ে এবং C অপর পাড়ে (টাওয়ারের পাদমূল) একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত। AB = 30 মিটার, A ও B স্টেশন হতে টাওয়ারের শীর্ষে উন্নতি কোণ যথাক্রমে 40°25'10" এবং 60°15' এবং উভয় স্টেশন হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.95 ও 2.15 মিটার হলে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর আর এল এবং B স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। বেঞ্চ মার্কের আর. এল 100.00। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। বদ্ধ ও খোলা ঘের নিরীক্ষাকরণের প্রক্রিয়াগুলো বর্ণনা কর। [বাকামিবো-২০০৯, ২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। চিত্রসহ দুরবিনে এনালেটিক লেন্সের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহারের প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। টেকোমিটারের ধ্রুবক নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, স্টেডিয়া ধ্রুবক f/i কীভাবে নিরূপণ করা যায়, চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। স্টেডিয়া নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। স্টেডিয়া নীতির উপর ভিত্তি করে প্রমাণ কর যে, $D = S\frac{f}{i} + (f + d)$ সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত। [বাকাশিবো- ২০০১, ০৮, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। দৃষ্টি রেখা উর্ধ্বমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্ব থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। দৃষ্টি রেখা নিম্নমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্ব থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবোদ-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। দৃষ্টি রেখা উর্ধ্বমুখী অবস্থানে এবং স্টাফ দৃষ্টি রেখার সাথে সমকোণে থাকা অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ মানচিত্র অংকন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ভূ-সাংস্থানিক জরিপের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

▸▸ গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি সড়কের এলাইনমেন্ট বরাবর 5 মিটার পর পর স্টাফ ধরে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। দ্বিতীয় যোজনার দ্বিতীয় পাঠের স্টেশনে আর এল 50.00। অন্যান্য স্টেশনের আর.এল নির্ণয় কর। ৩য় যোজনার ৩য় স্টাফ পাঠটি এলাইনমেন্টের বাইরে নেয়া হয়েছে। সর্বাধিক নিরীক্ষা দেখাতে হবে। [বাকাশিবো-২০১২]

স্টাফ পাঠ ঃ 1.20, 2.10, 1.80, (0.80, 0.60), 1.10, 1.70, (1.00, 1.20), 1.70, 1.40, 1.00.

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর গাণিতিক সমস্যাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রস্তাবিত একটি মাটির বাঁধের কেন্দ্রীয় রেখার 100 মিটার দূরত্বে আড়াআড়ি লেভেলিং করাকালে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। স্টাফ 5 মিটার পর পর ধরা হয়েছে। প্রারম্ভিক বিন্দুর আর এল 20.00। বিভিন্ন বিন্দুর আর এল নির্ণয় কর এবং আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

স্টাফ পাঠ ঃ 1.60, (25L), 1.30 (20L), 2.00 (15L), 2.15(10L), 3.00 (5L), 2.40 (কেন্দ্রীয় রেখা), 2.50 (5R), 1.60 (10R), 1.90 (15R), 2.15 (20R), 1.40 (25R)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর গাণিতিক সমস্যাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মধ্যবিন্দু C তে ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B তে উল্লম্বভাবে স্থাপিত স্টাফে যথাক্রমে 2.250 ও 2.025 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটিকে সরিয়ে BA রেখার বর্ধিতাংশের উপর A হতে 20 মিটার দূরে D বিন্দুতে বসিয়ে A ও B বিন্দুতে উল্লম্বভাবে স্থাপিত স্টাফে যথাক্রমে 1.875 ও 1.670 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক অনুভূমিক আছে কি? যদি না থাকে তবে এটা কি অবস্থায় আছে? এটা কীভাবে সমন্বয় করা যায়? D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় যন্ত্র সমন্বয়নের পর A ও B বিন্দুতে প্রকৃত স্টাফ পাঠ কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩ (পরি)]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মাঝখানে C বিন্দুতে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.414 ও 1.959। তারপর A ও C বিন্দুর ঠিক মাঝখানে D বিন্দুতে উক্ত লেভেল যন্ত্রটি বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.151 ও 2.296 পাওয়া যায়।। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখার সমন্বয়ন ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তবে D বিন্দুতে যন্ত্র থাকা অবস্থায় কলিমেশন রেখা সমন্বয়ন করার পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ পাওয়া যাবে?

[বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সঠিক মধ্যবিন্দু C তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.402 ও 1.804 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। এরপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 20 মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.305 ও 1.407 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি ঠিক না থাকে তবে যথার্থ সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যাবে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সংযোগকারী রেখার মাঝবিন্দু C-তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.225 মিটার ও 2.105 মিটার। আবার A বিন্দুর নিকট যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.215 মিটার এবং 2.105 মিটার। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কী? যদি ঠিক না থাকে তবে কোন অবস্থায় আছে। A-তে যন্ত্র থাকা অবস্থায় B তে সঠিক স্টাফ পাঠ কত হবে? যন্ত্র ঠিক থাকলে যন্ত্র C বিন্দুতে থাকা অবস্থায় A ও B- তে কত স্টাফ পাঠ পাওয়া যেত? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। 130 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C তে একটি লেভেল চিত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.53 মিটার এবং 2.86 মিটার। আবার যন্ত্রকে C হতে A এর দিকে 35 মিটার দূরে D বিন্দুতে বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.65 মিটার এবং 2.35 মিটার। যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তবে কী অবস্থায় আছে? যন্ত্র সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ কত হবে? B এর আর. এল 20.00 মিটার হলে A এর আর. এল কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কিনা, তা পরীক্ষা করার জন্য ৮০ মিটার দূরে দুটি বিন্দু ক এবং খ এর ম মাঝখানে যন্ত্র বসিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ২.৬১৫ এবং ১.২০৫ মিটার পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি কখ রেখা বরাবর থেকে ২০ মিটার দূরে বসিয়ে ক ও খ এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ১.৬২৫ ও ০.৯৮৫ মিটার পাওয়া গেল।
নির্ণয় কর ঃ (ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? (খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত? (গ) ক ও খ এর সংশোধন পরিমাণ। (ঘ) ক ও খ এর প্রকৃত স্টাফ-পাঠ। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মাঝের বিন্দু C-তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B-তে যথাক্রমে 1.324 ও 1.7 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। তারপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 10 মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও বিন্দুতে যথাক্রমে 1.222 ও 1.332 স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটি সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ-পাঠ পাও যাবে? [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কিনা, তা পরীক্ষা করার জন্য 100 মি. দূরে দুটি বিন্দু A এবং B-এর ঠি মাঝখানে যন্ত্র বসিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 2.615 এবং 1.205 মিঃ পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি AB রেখার বর্ধিতাংশ বরাব A হতে 20 মিঃ দূরে বসিয়ে A ও B এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.625 এবং 0.985 মিঃ পাওয়া গেল।
নির্ণয় কর ঃ (ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? (খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত? (গ) A ও B-এর সংশোধনী পরিমাপ। (ঘ) A ও B-এর প্রকৃত স্টাফ পাঠ। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.125 মিটার ও 1.525 মিটা আবার BA রেখার বর্ধিতাংশের উপর A হতে 20 মিটার দূরে D তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.62 মিটার এবং 1.015 মিটার পাওয়া গেল। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে তাহলে কোন দিকে আনত? দ্বিতী যোজনায় A ও B তে সঠিক স্টাফ পাঠ কত হবে? [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ফ্লাই লেভেলিং করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যন্ত্রের সর্বশেষ অবস্থান হতে 1.20 ঊর্ধ্বমুখী ঢালে 4টি খুঁটি 1 মিটার পর পর বসাতে হবে। খুঁটিগুলোর উপর স্টাফ পাঠ কত হবে? উপরিউক্ত সর্ত ও নিম্নের তথ্যাদির ভিত্তিতে একটি 'যন্ত্রের উচ্চতা' লেভেল বই তৈরি কর এবং গণিতিক নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫

তথ্যাদি ঃ পশ্চাৎ পাঠ ঃ 1.205 (আর. এল. 20.00), 2.050, 3.50

অগ্রবর্তী পাঠ ঃ 1.500, 1.955

প্রথম খুঁটির আর এল 20.300

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো 10 মিটার পর পর গৃহীত হল ঃ স্টাফ পাঠ ঃ 2.88, 2.10, 1.57, (1.51 3.78), 3.08, (2.16, 2.11) ও 1.65। ৪র্থ পাঠটি ডেটাম লাইনের উপর নেয়া হয়েছে, যার আর. এল. 50.00। উঁচু-নি পদ্ধতির লেভেল বই এর পৃষ্ঠায় পাঠগুলোর লিপিবদ্ধ কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষাসহ বিভিন্ন বিন্দুর আর এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি ক্রম ঢালু ভূমিতে 5m পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। ক বিন্দুর R.L 50m এবং বিন্দুটি অ্যালাইনমেন্টের বাইরে অবস্থিত। বিভিন্ন স্টাফ স্টেশনের R.L নির্ণয় কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-০৯]

স্টাফ পাঠগুলো ঃ 0.535, 0.875, 1.21, 1.35, 0.75, 0.96, 1.25, 1.40, 0.855 এবং 1.25 (ক)

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কোন রেখা বরাবর 30m পর পর নিচের লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.41, 1.44, 1.80, 1.85 (1.65, 0.75), 2.15, 2.54, 1.65 (2.85, 2.45), 1.42, 1.60, 1.86। ৮ম স্টাফ স্টেশনের ভূমির R.L = 42 (মিটার) ধরে লেভেল বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কেন্দ্র রেখা হতে উভয় পার্শ্বে সমান দূরত্ব বিশিষ্ট একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়ি বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে, 3.05, 2.98, 2.95, 2.75, 2.40, 2.0 2.05, 2.40, 2.70, 2.94, 3.0 এবং 3.05 মিটার। স্টাফ পাঠ 5 মিটার পর পর নেওয়া হয়েছিল। ৬ষ্ঠ পাঠের RL 40m হলে অন্যান্য বিন্দুর R.L নির্ণয় কর এবং আড়াআড়ি প্রোফাইল আঁক।[বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্ররেখা বরাবর 20 মিঃ পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.60, 2.36, 2.34, 1.45, (2.50, 1.80), 1.42, 1.26, 1.32। ৭ম পাঠের RL 35.00 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ড বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি ক্রমঢালু ভূমিতে 15 মিঃ পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ-পাঠগুলো গ্রহণ করা হল। A বিন্দুর RL = 67.532 মিটার এবং বিন্দুটি এলাইনমেন্টের বাইরে হলে বিভিন্ন বিন্দুর RL নির্ণয় করে নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৮]

স্টাফ পাঠ (মিটারে) ঃ 0.25, 0.63, 0.87, 1.19, 1.74, 0.82, 1.36, 2.15, 0.55(A), 2.67, 0.91, 1.43।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। লেভেল যন্ত্র দিয়ে লেভেলিং করে ১০ মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল ঃ ১.৫০, ১.৪৭, ১.৬৫, (১.৭০, ১.২৮), ১.৩৫ (১.৪৭, ১.৩০), ১.২৫, ১.৭৫, ১.৮০ মিটার। দশম পাঠ রেজ লাইনের বাইরে ২০ মিটার দূরে অবস্থিত যার আর এল ৫.০০। প্রদত্ত তথ্যাদির সাহায্যে ফিল্ডবুক তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি অটোমেটিক লেভেলের সাহায্যে প্রাপ্ত স্টাফ-পাঠগুলো ২.৭৫, ২.০১, ১.৩৭, ১.০০, ৩.৮৮, ৩.১৮, ২.০৬, ২.১৪ এবং ১.৬১ মিটার। স্টাফ পাঠ ৩০ মিটার অন্তর দেয়া হয়েছে, ৫ম এবং ৮ম পাঠ নেয়ার সময় যন্ত্রটি সরানো হয়েছিল। যদি ৮ম পাঠের স্থানে আর. এল. ৫০ মিটার হয়, তবে কলিমেশন পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর।[বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২১। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার মাঝ-রেখা বরাবর 20 মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.06, 2.34, 1.45, (2.50, 1.40), 1.42, 1.26 ও 1.33। ৭ম পাঠের আর. এল 30 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ডবুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-২০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি ক্রম উঁচু ভূমিতে 6 মিটার পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিম্নের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। 'ক' বিন্দুর আর. এল 35.05 মিটার এবং বিন্দুটি অ্যালাইনমেন্টের বাইরে অবস্থিত। স্টাফ পাঠগুলো একটি লেভেল বইয়ের পাতায় লিপিবদ্ধ করে বিভিন্ন স্টেশনের আর. এল নির্ণয় কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৪]

স্টাফ পাঠ ঃ 1.555, 1.105, 0.950, 0.705, 1.405, 1.100, 0.905, 0.750, 0.505, 0.785, (ক বিন্দু) 0.005 (মিটার)।

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-২১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। 220 মিটার আর. এল বিশিষ্ট বেঞ্চ মার্ক আর. এল বহন করার জন্য ফ্লাই লেভেল করতে গিয়ে নিম্নলিখিত স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল।

পশ্চাৎ পাঠ 0.950, 1.600, 1.125, 1.215, 0.450

অগ্রবর্তী পাঠ 0.935, 1.565, 1.935, 1.135

যন্ত্রের শেষ অবস্থান হতে 15 মিটার অন্তর 1 : 30 অনুপাতে নিম্নমুখী ঢালে 6টি খুঁটি পুঁততে হবে। প্রথম খুঁটির R.L = 19.30m হলে অন্যান্য সকল খুঁটির স্টাফ পাঠ কত হবে? গাণিতিক নিরীক্ষাসমূহ একটি লেভেল বই তৈরি কর।[বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-২২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ঢালু ভূমিতে লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিম্নলিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ

4.16, 3.46, 2.53, 1.53, 3.86, 2.79, 2.53, 1.29, 3.95, 3.63, 2.13, 1.43 ও 0.86

প্রথম স্টেশনের আর.এল 16.60 হলে 10 মিটার পর পর পাঠগুলোর লেভেল পৃষ্ঠা তৈরি করে বিভিন্ন বিন্দুর আর.এল ও ভূমির ঢাল নিরূপণ কর। নিরীক্ষা দেখাও। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-২৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। নিচের লেভেল পৃষ্ঠার যেসব পাঠ ও তথ্যাদি মুছে গেছে তা উদ্ধার করে একটি পূর্ণাঙ্গ লেভেল পৃষ্ঠা তৈরি কর এবং প্রয়োজনীয় গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

যোজনা	স্টাফ পাঠ			যন্ত্রের উচ্চতা	আর.এল	দূরত্ব	মন্তব্য
	পশ্চাৎ	মধ্যবর্তী	অগ্রবর্তী				
১ম	1.10					0	BM-10.00m
						10	
		0.80					
২য়	1.25		1.05			30	
					9.90	40	
			1.00				

[বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-৩১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। উপাত্ততলের 2.50 মিটার নিচে অবস্থিত 'ক' বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.62 ও – 2.70 মিটার পাওয়া গেল। যন্ত্র সরিয়ে 'গ' বিন্দুতে বসিয়ে খ ও ঘ বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.72 ও 1.42 মিটার পাওয়া গেলে সকল পাঠ লেভেল বইতে লিখে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষাসহ সকল বিন্দু আর.এল নির্ণয় কর এবং ছবিতে বিন্দু তিনটির অবস্থান দেখাও। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। একটি আয়তাকার বীমের গভীরতা ও কক্ষের উচ্চতা নির্ণয় করার জন্য একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশে ও বীমের তলদেশে যথাক্রমে 0.945,–3.040,–2.540 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বীমটির গভীরতা ও কক্ষের উচ্চতা কত? লেভেল বইতে স্টাফ পাঠ লিপিবদ্ধ করতে হবে এবং বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল. দেখাতে হবে। (মেঝের আর. এল. 10.00)। [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি লেভেলিং কাজে প্রথম ও শেষ বেঞ্চমার্কের আর.এল যথাক্রমে 7.8789 ও 8.045। ফ্লাই লেভেলিং এর মাধ্যমে পাওয়া পশ্চাৎ ও অগ্রবর্তী রিডিসমূহের বীজগাণিতিক যোগফল যথাক্রমে 7.355 এবং 7.086 পাওয়া গেলে মিলন ভ্রান্তিক পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০৫ মিটার এবং ১.৫০৫ মিটার। ক বিন্দুর আর.এল ৫৪.০০ হলে খ বিন্দুর আর.এল কত? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। 70 মিটার দূরবর্তী দুইটি বিন্দু ক ও খ এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.75m ও 1.85m। 'খ' বিন্দুর R.L. 25m হলে ক বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ণ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.605 মিটার এবং (–) 1.505 মিটার। খ বিন্দুর আর এল 24 মিটার হলে 'ক' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ৫০ মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু 'ক' ও 'খ' এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ১.৭৫ মিঃ ও ২.৫০ মিঃ। 'ক' এর RL ১৫০ মি. হলে 'খ' এর R.L নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশ এবং বীমের তলদেশের স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.20, – 2.60, – 2.10 পাওয়া গেল। বীমের গভীরতা এবং কক্ষের উচ্চতা বের কর। [বাকাশিবো-২০১২, ২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। 'ক' ও 'গ' বিন্দুর লেভেলিং স্টাফ-রিডিং যথাক্রমে ৫.৮২ মিটার ও ৬.৪৭ মিটার এবং 'ক' ও 'খ' বিন্দুর আর এল যথাক্রমে ১০০ মিটার ও ৯৮.১৮ মিটার। 'গ' বিন্দুর আরএল এবং 'খ' বিন্দুর স্টাফ-রিডিং বের কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। একটি মহাসড়কে 'জ' হতে 'ঝ' বিন্দু পর্যন্ত ৫ মিটার পর পর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০, ১.৬৫, ১.৭৫, ১.৭০, ১.৬৮, ১.৫৭। 'ঝ' বিন্দুর আরএল ২৭ মিটার হলে, অন্য সব বিন্দুর আরএল নির্ণয় করে মহাসড়কটির একটি লম্বালম্বি প্রোফাইল অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। 'গ' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে ৫ মিটার পর পর 'ক' বিন্দু থেকে 'খ' বিন্দুতে স্টাফ-পাঠগুলো যথাক্রমে ১.৭০৫, ২.২০৭, ৪.৫০৭, (১.৬০৭), ১.২০৫ এবং ২.০১৫ মিটার পাওয়া গেল। যদি 'ক' বিন্দুর আরএল তোমার বোর্ড রোলের শেষ তিন অক্ষর সেন্টিমিটার সমান হয়, তাহলে কলিমেশন পদ্ধতিতে লেভেল বই প্রস্তুত করে 'কখ' বিন্দুর উন্নম্ব ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। যমুনা নদীর দুই পাড়ের দু'টি বিন্দু ক ও খ। একই যন্ত্রের সাহায্যে বিনিময়ক্রম সমতলমিতিতে নিচে লিখিত তথ্যাদি পাওয়া গেল।

যন্ত্রের অবস্থান	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	ক এর উপর	খ এর উপর	
ক	2.090	2.970	ক ও খ এর মধ্যে দূরত্ব 900 মিটার
খ	0.867	1.195	ক এর আরএল 45.00 মিটার

উপরের তথ্যাদির সাহায্যে নির্ণয় কর ঃ

(i) খ এর আরএল। (ii) বক্রতা প্রতিসরণের সংযুক্ত ভ্রান্তি। (iii) কলিমেশন ভ্রান্তি (100 মিটারের জন্য)

[বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-৩২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়িভাবে বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ পাঠ 2.95, 2.79, 2.71, 2.63, 2.40, 2.00, 2.10, 2.35, 2.65, 2.74, 2.90, 3.03 ও 3.10 পাওয়া গেল। স্টাফ পাঠ 3 মিটার পর পর নেয়া হয়েছে। ৫ম পাঠের আরএল 12.20 মিটার হলে অন্যান্য সব বিন্দুর আরএল নির্ণয় করে আড়াআড়ি প্রোফাইল অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। AB = 860 মিটার, AC = 60 মিটার, CB = 900 মিটার। C বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 0.70 ও 1.50 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দুদ্বয়ের এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। 'প' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে 25 মিটার দূরে 'অ' বিন্দুতে এবং 250 মিটার দূরে 'আ' বিন্দুতে যথাক্রমে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল 1.255 ও 1.970 মিটার। 'আ' বিন্দুর আর এল 50.00 মিটার 'অ' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। সাগরের পানি সমতলে অবস্থিত একটি স্টেশন হতে 75 কিলোমিটার দূরের একটি বাতি ঘরের শীর্ষের বাতিকে ঠিক দিকচক্রবাল রেখায় দৃষ্টিগোচর হয়। বাতি ঘরের উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। চট্টগ্রাম বন্দরে পানি সমতা হতে 3 মিটার উঁচু জেটিতে দাঁড়িয়ে একজন দর্শক দেখল যে, একটি জাহাজ ঘণ্টায় 24 কিলোমিটার বেগে গভীর সমুদ্রের দিকে যাত্রা করছে। তিনি 1 ঘণ্টা 13 মিনিট 37.2 সেকেন্ড পর দেখলেন যে জাহাজটির মাস্তুলের শীর্ষবিন্দু ঠিক দিকচক্রবালে দেখা যায়। জাহাজটির মাস্তুলের উচ্চতা নির্ণয় কর। দর্শকের দৃষ্টির উচ্চতা (জেটি হতে) 1.676 মিটার। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। 5000 মিটার দূরবর্তী A ও C বিন্দুর মাঝে A বিন্দু হতে 2000 মিটার B বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও C বিন্দুতে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 3.75 মিঃ ও 3.65 মিঃ পাওয়া গেল। A ও C বিন্দুদ্বয়ের উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। লেভেল যন্ত্রের একটি সেটিং এ যন্ত্রের সামনে 20 মিটার দূরের বিন্দুতে এবং যন্ত্রের 1000 মিটার পিছনের বিন্দুতে যথাক্রমে 1.50 মিটার ও 1.75 মিটার স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। স্টাফ স্টেশনদ্বয়ে উচ্চতার পার্থক্য নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। পরস্পর বিপরীতমুখীগামী 30 মিটার ও 50 মিটার মাস্তুলবিশিষ্ট দুটি জাহাজ ঘন্টায় 10 কি. মি. বেগে কোন এক বিন্দু হতে যাত্রা করল। যাত্রার পর কতক্ষণ পর্যন্ত জাহাজদ্বয় পরস্পরকে দেখতে পাবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৬, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। একজন পরিদর্শক গড় সমুদ্রতল হতে 4.00 মিটার উঁচু জেটির উপর দাঁড়িয়ে 40 মিটার মাস্তুলবিশিষ্ট একটি জাহাজ ছাড়ার 2 ঘন্টা পর পর্যন্ত জাহাজটি দেখতে পেল। যদি জেটি হতে পরিদর্শকের চোখের উচ্চতা 1.5 মিটার হয়, তবে জাহাজের গতিবেগ ও দূরত্ব কত ছিল? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১, ১৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। গড় সমুদ্রতল হতে 4 মিটার উঁচু একটি জাহাজের পাটাতনের উপর 1.47 মিটার উঁচু (চক্ষু উচ্চতা) একজন নাবিক অপর একটি জাহাজের 55 মিটার উঁচু মাস্তুলের শীর্ষ (ঠিক দিকচক্রবালে) দেখতে পেল। জাহাজ দুটোর মাঝে দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। দুটি জাহাজ একই বন্দর হতে একই দিকে একই সময়ে সমুদ্রে যাত্রা করল। জাহাজদ্বয়ের মাস্তুলের উচ্চতা 15.14 মিটার ও 6.73 মিটার এবং গতিবেগ প্রতি ঘন্টায় যথাক্রমে 12 কিলোমিটার ও 7 কিলোমিটার। যাত্রার পর কতক্ষণ এবং কতদূর পর্যন্ত জাহাজ দুটি পরস্পরকে দেখতে পাবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। দুটি সমুদ্রবন্দরের মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব 2485 কিলোমিটার। একই সময়ে দুটি জাহাজ A ও B যথাক্রমে ১ম ও ২য় সমুদ্রবন্দর হতে পরস্পরের দিকে যথাক্রমে 45 কিমি./ঘন্টা এবং 60 কিমি./ঘন্টা বেগে ছেড়ে গেল। A ও B জাহাজের মাস্তুলের উচ্চতা পানি সমতল হতে যথাক্রমে 28 মিটার ও 12 মিটার হলে কত সময় পর জাহাজ দুইটির পরস্পর দিকচক্রবালে দৃষ্টি গোচর হবে? [বাকাশিবো-২০০১, ০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। একটি জলাধারের কন্টুর ম্যাপ 1:200 স্কেলে অঙ্কিত। এতে 25, 30 ও 35 আর. এল. কন্টুর রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 2.603 বর্গসেন্টিমিটার, 3.52 বর্গসেন্টিমিটার ও 4.201 বর্গসেন্টিমিটার হলে এর ধারণ ক্ষমতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। একটি বাঁধের উজানের কন্টুর ম্যাপ হতে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। বাঁধের খালে সৃষ্ট জলাধারে 150 হতে 166 আর. এল. মধ্যে কী পরিমাণ পানি সঞ্চিত থাকবে। 150 আর. এল. এ জলাধারের তলদেশ এবং 166 তে পানির উপরি তল। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৪]

আর. এল. কন্টুর (মিটার)	ক্ষেত্রফল (1000 বর্গ মিটার)
150	0.270
152	10.440
154	75.600
156	144.000
158	270.000
160	414.50
162	460.800
164	586.800
166	639.900

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। একটি বাঁধের উজানে নির্মিত জলাধারের বিভিন্ন সমোন্নতি রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল নিম্নরূপ-

আর.এল	=	100	105	110	115	120	125	130
ক্ষেত্রফল(A)	=	3000	22500	96000	1,90,000	4,70,000	7,20,000	10,00,000 বর্গমিটার

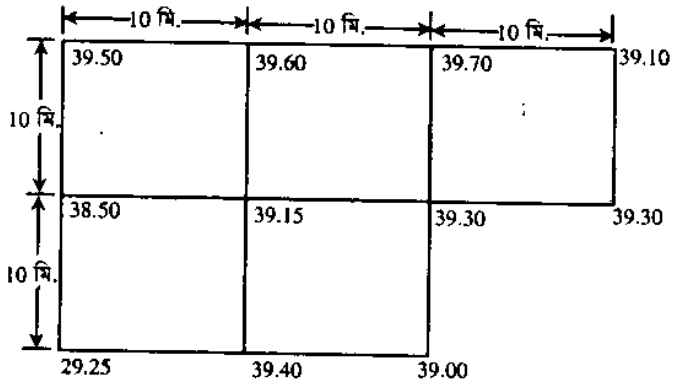
জলাধারের তলদেশের আর.এল 100 এবং সর্বোচ্চ আর.এল. 130 (মিটার) হলে জলাধারের ধারণ ক্ষমতা ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে বের কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। বিগত উপকূলীয় জলোচ্ছ্বাসে 300 মিটার বাঁধ ভেঙে যাওয়ায় তা পুনঃ নির্মাণের প্রস্তাব করা হলো। প্রস্তুতি তলে বাঁধের প্রস্থ 8 মিটার এবং বাঁধটির 50 মিটার পর পর ভরাটের উচ্চতা 0.67,100, 1.50, 1.67, 2.00 1.17 ও 0.50 মিটার। বাঁধটি পুনঃ নির্মাণে কী পরিমাণ মাটি ভরাটের কাজ করতে হবে? পার্শ্ব ঢাল 2 :1 এবং তলদেশের প্রস্থের দিকে মাটি সমতল অবস্থায় আছে। [বাকাশিবো-২০১২]

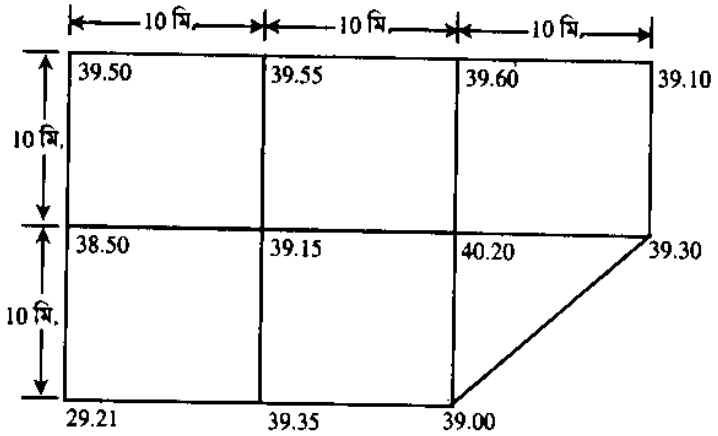
উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। নিচে দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে ভূমিটি যদি 27.25 মিটার আর.এল. এ সমতল করতে হয় তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট বা খনন করতে হবে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০১০]



উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। নিচের দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে ভূমিটি যদি 40.50 মিটার আর.এল.-এ সমতল করতে হয়, তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট করতে হবে– নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]



উত্তর সংকেত অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। A বিন্দুতে যন্ত্র স্থাপন করে 1800 মিটার দূরবর্তী একটি (B) টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ 9°30′ পাওয়া গেল। যদি যন্ত্রের অক্ষের এলিভেশন 100.00 মিটার হয়, তবে B টাওয়ারের শীর্ষের আর. এল. নির্ণয় কর। (ভূপৃষ্ঠের বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণ বিবেচ্য)। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। টাওয়ারের পাদমূল ও শীর্ষবিন্দুর আর.এল. কত হবে এবং টাওয়ারটির উচ্চতা কত?

তথ্যাদি ঃ টাওয়ার হতে যন্ত্রের স্টেশনের অনুভূমিক দূরত্ব 95 মিটার, স্টেশনে যন্ত্র অনুভূমিক থাকা অবস্থায় বেঞ্চ মার্কের (B.M= 100.00) উপর স্টাফ পাঠ 2.05 এবং টাওয়ারে পাদমূলে ও শীর্ষে উল্লম্ব কোণ যথাক্রমে –4°10′20″ ও +10° 12′16″] [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। একটি ওভার হেড ট্যাংকের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল।

তথ্যাদি ঃ A ও B বিন্দু হতে ট্যাংকের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ 30°25′ ও 20°30′ A ও B বিন্দুর যন্ত্র হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (RL = 500.00) উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.05, 3.15 এবং A ও B স্টেশনের মধ্যবর্তী দূরত্ব 105 মিটার, A ও B ট্যাংকের একই দিকে অবস্থিত। ভূমি হতে A ও B বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা যথাক্রমে 2.40 মিটার ও 2.20 মিটার।

নির্ণয় কর ঃ (ক) B বিন্দু হতে ট্যাংকের উচ্চতা (খ) A বিন্দু হতে ট্যাংকের অনুভূমিক দূরত্ব [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত দু' পর্যবেক্ষণ টাওয়ারের মাঝে A ও B বিন্দুর দূরত্ব 30 মিটার এবং উভয়ের নিকটবর্তী একটি বেঞ্চ মার্কের (R.L = 50) উপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 2.00 ও 2.60 মিটার। A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ১ম ও ২য় টাওয়ারে যথাক্রমে 12°25′ ও 5°30′এবং B বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে 6°30′ ও 15°45′ উন্নতি কোণ পাওয়া গেল। টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুদ্বয়ের সরাসরি বা গাগনিক (arial) দূরত্ব ও আর. এল. নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। A ও B দুটি বিন্দু হতে থিওডোলাইটের সাহায্যে একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে একজন সার্ভেয়ার নিচের তথ্যাদি পেলেন,। A ও B হতে টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ যথাক্রমে ৩০° ও ২০° ২০′ A ও B স্টেশন যন্ত্রের অবস্থান হতে কলিমেশন রেখা পর্যন্ত উচ্চতা যথাক্রমে 1.20 ও 2.50 মিঃ। AB = 150 মিটার এবং A ও B উভয় স্টেশন টাওয়ারের একই দিকে অবস্থিত। (A স্টেশন হতে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব এবং B স্টেশন হতে টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দুর উচ্চতা নির্ণয় কর) [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। একটি বহুতল বিশিষ্ট ইমারতের উচ্চতা নির্ণয়কল্পে ইমারতের একটি পার্শ্ববর্তী এলাকায় A ও B বিন্দুতে পর্যায়ক্রমে যন্ত্র স্থাপন করে ইমারতের শীর্ষে স্থাপিত একটি বিজলি নিরোধক দণ্ডের (2.20 মিটার লম্বা) শীর্ষে উল্লম্ব কোণ যথাক্রমে 30°30′ ও 33°33′ পাওয়া গেল। একটি স্মারক বিন্দুর সাপেক্ষে যন্ত্রের উচ্চতা 2.33 মিটার ও 2.22 মিটার হলে যন্ত্রের A অবস্থান হতে ভবনটির উচ্চতা নির্ণয় কর, যখন AB = 33 মিটার। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। একটি সুষম ষড়ভুজ ABCDEF এর AB বাহু বিয়ারিং (বামাবর্তের ঘেরের ক্ষেত্রে) 40° এবং AF বাহুর বিয়ারিং (ডানাবর্তের ঘেরের জন্য) 280° হলে অন্যান্য বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৭ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। একটি সুষম ষড়ভুজের 'কখ' বাহুর বিয়ারিং কত হলে বামাবর্তের ঘেরের জন্য 'খগ' বাহুর বিয়ারিং ৩৫০° হবে? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৭ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। নিচে একটি ট্রাভার্স ABCDEF এর অন্তঃস্থ কোণ দেওয়া আছে। যদি AB রেখার বিয়ারিং 336° হয় তবে অন্যান্য রেখার বিয়ারিং নির্ণয় কর। $\angle A = 196°34'53''$, $\angle B = 99°23'14''$, $\angle C = 115°21'53''$, $\angle D = 119°22'53''$, $\angle D = 79°17'34''$, $\angle F = 109°59'33''$. [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৭ এর উদাহরণ-৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। A এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 500 (উঃ), 300 (পৃঃ) এবং B এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 800 (দঃ) ও 600 (পঃ) হলে AB রেখার দূরত্ব ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। (স্থানাঙ্ক মিটারে) [বাকাশিবো-২০০৫, ২০১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। A ও B বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে 100m উঃ, 200m পৃঃ ও 200m দঃ, 600m পৃঃ হলে, AB বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ABCD একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হলো। EA রেখার দৈর্ঘ্য, বিয়ারিং এবং ∠DEA নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
AB	203.0	87°30′
BC	225.0	20°20′
CD	181.0	280°00′
DE	190.0	205°00′
EA	?	?

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স 'ক খ গ ঘ ক' এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া হল। ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
কখ	৭২.৬০	১৩৫°১৫′
খগ	১৮০.৩৫	৩৮°২০′
গঘ	৪৫.৬৫	৩৩৫° ৪৫′
ঘক	?	?

[বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। ABCDEA একটা বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেওয়া হলো। AE বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০]

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
AB	225	20°20′
BC	181	28°
CD	190	205°
DE	203	87°30′
EA	?	?

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। নিচে একটি ট্রাভার্স এর আংশিক তথ্য দেওয়া হল–

বাহু	দৈর্ঘ্য (m)	বিয়ারিং
কখ	180	345°30′
খগ	190	15°20′
গঘ	260	108°45′

কখ বাহুর দৈর্ঘ্য ও ∠ খকঘ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স ABCD-এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া আছে। উল্লেখিত তথ্যাদি হতে DA বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ [বাকাশিবো-২০১৩]

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	72	135°15′
BC	180	38°20′
CD	50	335°20′

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। ABCDE একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। EA রেখার দৈর্ঘ্য ও DEA কোণ নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৮]

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	210.00	80°
BC	220.00	30°
CD	185.00	275°
DE	195.00	200°

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। কখগঘ একটি বদ্ধঘের ঘড়ির কাটার বিপরীতে ঘুরে দেয়া কালে নিচের তথ্যাদি পাওয়া গেল। কখ = 150 মিটার, খগ = 190 মিটার, গঘ = 240 মিটার, <খ = 100°30′, <গ = 130°30′। যদি কখ বাহু মেরিডিয়ানে থাকে তবে কঘ বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং <ক নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। যদি ∠কগখ = 116° 15′, ∠খগঘ = 35°10′, ∠কঘখ = 102°42′, ∠কঘগ = 20°32′ এবং গ-ঘ বিন্দুর দূরত্ব 25 মিটার হয়, তাহলে ক ও খ বিন্দু মধ্যে দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। নিম্ন বর্ণিত কখগঘক বদ্ধ ট্রাভার্সের বিভিন্ন বাহুর অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ হতে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।[বাকাশিবো- ২০০৫,১৩]

কখ	197.8N	120.5E
খগ	232.5S	186.5E
গঘ	150.5S	86.5W
ঘক	185.2N	220.5W

উত্তর সংকেত অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। একটি টেকোমিটারের গুণবোধক ধ্রুবক 100 এবং অভিলক্ষ্য কাচের ফোকাস দূরত্ব 30 সেমি হয় তবে ডায়াফ্রাম কাচে স্টেডিয়া হেয়ারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে? [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২০ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। ক বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে কলিমেশন রেখা অনুভূমিক অবস্থায় খ-বিন্দুতে স্টাফ ধরে ডায়াফ্রাম হেয়ার দিয়ে তিনটি পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.450, 2.255 এবং 3.060 মিটার। যদি যোগবোধক ধ্রুবক 1.00 এবং গুণাত্মক ধ্রুবক 200 হয়, তবে কখ রেখার দৈর্ঘ্য কত? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২০ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। একটি এনালেটিক টেকোমিটারের গুণবোধক ধ্রুবক 100 এবং স্টেডিয়া রিডিং যথাক্রমে 2.50, 2.71 ও 2.92 হলে টেকোমিটার হতে স্টাফের দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২০ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। লাইন অফ কলিমেশন আনত এবং স্টাফ খাড়া অবস্থায় 'ক' বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে 'খ' বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ার পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.25, 1.80, ও 2.35 মিটার। যদি উন্নতি কোণ 5°30′, $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$ হয়, তবে 'ক' হতে 'খ' বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে? যদি 'ক' বিন্দুর আর এল 50.00 এবং যন্ত্রের উচ্চতা 1.25 মিটার হয় তবে 'খ' বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। শত্রুপক্ষের জলযানের অবস্থান নির্ণয় করতে একজন জরিপকর স্টেডিয়ার উপরের ও নিচের হেয়ারের সাহায্যে মাস্তুলের শীর্ষ ও পদ চিহ্নিত করল। যদি জলযানটির মাস্তুলের উচ্চতা 3.00 মিটার এবং দুরবিনের অবনতি কোণের পরিমাণ 12°45′ হয়। তবে যন্ত্রের স্টেশন হতে জলযানটির অনুভূমিক দূরত্ব কত? [টেকোমিটারটির $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$]

[বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। A বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে P (RL = 40.00) বিন্দুর স্টাফে 1.554, 2.059, 2.564 পাঠ এবং Q বিন্দুর স্টাফে 0.463, 1.410, 2.357 পাঠ পাওয়া গেল। উভয় ক্ষেত্রেই যন্ত্র অনুভূমিক এবং স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ছিল। যন্ত্রটির যোগবোধক ধ্রুবক 1.00 এবং গুণবোধক ধ্রুবক 100 হলে Q বিন্দুর আর. এল. নির্ণয় কর। APQ একই সরল রেখায় হলে P ও Q বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.225, 1.775, 2.325 পাওয়া গেল। যদি উন্নতি কোণ 8°30′, $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$ হয়, তবে A হতে B বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে, যদি A বিন্দুর আর এল 50.00 এবং যন্ত্রের উচ্চতা 1.42 মি. হয়, তবে B বিন্দুর আর. এল. নির্ণয় কর।[বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। কোন নির্দিষ্ট বিন্দু হতে একটি টেকোমিটার দিয়ে 'ক' স্টেশনে স্টাফ পাঠ 1.00, 2.57 ও 4.14 এবং খাড়া কোণ (–) 5°32 পাওয়া গেল। এবং 'খ' নামক বিন্দুর উপর স্টাফ ধরে 2.00, 3.88 ও 5.76 এবং খাড়া কোণ 4°18′ পাওয়া গেল। যন্ত্রের অবস্থান হতে ক ও খ এর অনুভূমিক দূরত্ব ও খ বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। যখন ক এ আর.এল 15.00 মিটার। $\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$ [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। এনালেটিক লেন্স সম্বলিত টেকোমিটারের সাহায্যে স্টাফ খাড়া অবস্থায় রেখে পর্যবেক্ষণকৃত তথ্যাদি নিম্নে উল্লেখ করা হল। কখ রেখার দৈর্ঘ্য ও আর এল বের কর।

যন্ত্রের স্টেশন	যন্ত্রের উচ্চতা	স্টাফ স্টেশন	পূর্ববৃত্ত বিয়ারিং	খাড়া কোণ	স্টেডিয়া রিডিং	মন্তব্য
গ	1.85 মি.	ক	12°30′	5°20′	1.80. 2′20,2.60	গ এর RL 50 মি.
গ	1.85 মি.	খ	70°20′	10°25′	1.85,2.30,2.75	

[বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। একটি নির্দিষ্ট স্থান 'ক' হতে একটি এনালেটিক টেকোমিটার দিয়ে 'খ' বিন্দুর উপর স্টেডিয়া পাঠ 1.25, 2.75, 4.25 এবং খাড়া কোণ (–) 6°30′ পাওয়া গেল। এবার যন্ত্রটি ডানাবর্তে 90° ঘোরানোর পর 'গ' বিন্দুতে স্টেডিয়া পাঠ 2.00, 3.75, 5.50 এবং খাড়া কোণ 5°20′ পাওয়া গেল। গ ও খ স্টেশনের মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। 'ক' বিন্দুর R.L 30 মিটার হলে 'খ' বিন্দুর R.L কত? 'ক' বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা 1.45 মিটার, $\frac{f}{i} = 100$, স্টাফ খাড়াভাবে ধরা হয়েছে। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। স্টাফ উল্লম্ব অবস্থায় ধরে একটি এনালেটিক টেকোমিটারের সাহায্যে ঘের জরিপ করতে গিয়ে নিম্নের তথ্যাদি পাওয়া গেল। যদি A বিন্দুর আর এল 200.00 হয়, তবে অন্যান্য বিন্দুগুলোর আর. এল. এবং DA রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৪]

যন্ত্রের উচ্চতা	বাহু	বিয়ারিং	উল্লম্ব কোণ	স্টাফ পাঠ
1.42(A)	AB	15°00′	+ 5°00′	1.000,2.000,3.000
1.50(B)	BC	290°00′	+2°00′	1.500,2.000,2.500
1.00(C)	CD	230°00′	–4°00′	2.000,2.500,3.00

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। P বিন্দুতে একটি এনালেটিক টেকোমিটার বসিয়ে স্টাফ খাড়া অবস্থায় ধরে Q বিন্দুতে স্টেডিয়া পাঠ 0.60, 1.76 ও 2.92 পাওয়া গেল। P বিন্দুতে যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতা 1.56 মিটার। P বিন্দুর RL 30 মিটার এবং খাড়া কোণ (–) 14°20′ হলে PQ রেখার অনুভূমিক দূরত্ব এবং Q বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। (যন্ত্রের গুণিতক ধ্রুবক 100)। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.125, 1.675 ও 2.225 পাওয়া গেল। নিচে লিখিত তথ্যাদির সাহায্যে বিন্দু দুটোর অনুভূমিক দূরত্ব এবং B বিন্দুর R.I. নির্ণয় কর ঃ

তথ্যাদি ঃ উন্নতি কোণ = 9°45′, গুণমূলক ধ্রুবক = 100, যোগমূলক ধ্রুবক = 10cm.

A বিন্দুর R.L = 45.6m. যন্ত্রের উচ্চতা = 1.40m. [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। শত্রুপক্ষের অবস্থান নির্ণয় করার জন্য একজন জরিপকারী টেকোমিটারের ওপরের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে টিলার ওপর দণ্ডায়মান একজন সৈনিকের মাথার উপরিভাগ এবং নিচের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে সৈনিকের পায়ের তলা চিহ্নিত করল। সৈনিকের উচ্চতা 1.80 মিটার হলে ঐ সৈনিকের অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে, নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১২]

উন্নতি কোণ 10°0′, $\frac{f}{i} = 200$ এবং $(f + d) = 0$।

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১৩ নং দ্রষ্টব্য।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। উপাত্ত তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২। সমতলমিতির লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। বেঞ্চ মার্ক বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪। কার্যকরী প্রোফাইল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফেস লেফ্‌ট ও ফেস রাইট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ ও ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮। স্টেডিয়া জরিপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। EDM-এ রিফ্লেক্টর এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ EDM ইউনিট হতে প্রেরিত ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রতিফলন করাই রিফ্লেক্টরের প্রধান কাজ।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। সমতলমিতির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বিনিময়ক্রম লেভেলিং করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রমাণ কর যে, পৃথিবীর বক্রতাজনিত শুদ্ধির পরিমাণ $0.0785d^2$।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুর রেখার বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ভূ-সাংস্থানিক জরিপে ব্যবহৃত অনুভূমিক ও উল্লম্বিক নিয়ন্ত্রক কী?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলো কী কী এবং এদের পারস্পরিক সম্পর্কগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৫.৪ ও ৫.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ঘের সমতাকরণে বৌডিচ ও ট্রানজিট নিয়ম উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সাগরের পানিতে অবস্থিত একটি স্টেশন হতে ৭৫ কিমি. দূরের একটি বাতিঘরের বাতিকে ঠিক দিকচক্রবাল রেখায় দৃষ্টিগোচর হয়। বাতিঘরের উচ্চতা কত?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৬ এর সমস্যা ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ৭০ মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু ক ও খ এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ০.৭৫ মি. ১.৮৫ মি.। খ বিন্দুর আর. এল ২৫ মি. হলে 'ক' এর আর. এল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্ররেখা বরাবর 20 মি. পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ
1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.06, 2.36, 2.34, 1.45, (2.50, 1.80), 1.42, 1.26, 1.32। ৭ম পাঠের RL 35.00 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ড বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ নং এর উদাহরণ ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। পরস্পর বিপরীতমুখীগামী 32 মিটার ও 60 মিটার উঁচু মাস্তুল বিশিষ্ট দু'টি জাহাজ যথাক্রমে ঘণ্টায় 10 কিমি. ও 12 কিমি. বেগে একই বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করল। যাত্রার কতক্ষণ পর্যন্ত জাহাজদ্বয় পরস্পরকে দেখতে পাবে।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর সমস্যা ০১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। A ও B দুটি বিন্দু হতে থিওডোলাইটের সাহায্যে একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে একজন সার্ভেয়ার নিচের তথ্যাদি পেলেন। A ও B হতে টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ যথাক্রমে ৩০° ও ২০° ২০´ A ও B স্টেশন যন্ত্রের অবস্থান হতে কলিমেশন রেখা পর্যন্ত উচ্চতা যথাক্রমে 1.20 ও 2.50 মি.। AB = 150 মিটার এবং A ও B উভয় স্টেশন টাওয়ারের একই দিকে অবস্থিত।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর সমস্যা ১১ দ্রষ্টব্য।

২৪। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স কখগঘ এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া আছে।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
কখ	৭২.৬০	১৩৫°১৫০
খগ	১৮০.৫৩	৩৮°২০´
গঘ	৪৫.৬৫	৩৩৫°৪৫´
ঘক	?	?

ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। কোন নির্দিষ্ট স্থান হতে একটি টেকোমিটার দিয়ে ক স্টেশনের স্টাফ পাঠ ১.০০, ২.৫৭ ও ৪.১৪ এবং খাড়া কোণ (–) ৫°৩২´ পাওয়া গেল। খ নামক বিন্দুর উপর স্টাফ ধরে ২.০০, ৩.৮৮ ও ৫.৭৬ এবং খাড়া কোণ ৪°১৮´ পাওয়া গেল। যন্ত্রের অবস্থান হতে ক ও খ এর অনুভূমিক দূরত্ব ও খ বিন্দুর আর এল নির্ণয় কর। যখন ক বিন্দুর আর এল ১৫.০০ মিটার।
[$\frac{f}{i} = 100$ এবং $(f + d) = 0$]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

২। নেগেটিভ স্টাফ পাঠ কখন লেখা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। স্টাফ পাঠে পৃথিবীর বক্রতার প্রভাব কীরূপ হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫। সমতলমিতি লঘুকরণে উঁচু-নিচু পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৬। কন্টুর প্রক্ষেপণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৭। 25 সেন্টিমিটার থিওডোলাইট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৮। থিওডোলাইট এর বামমুখী অবস্থা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯। টেকোমিটার জরিপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১০। EDM এর দুটি সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ EDM এর দুটি সুবিধা (i) এর সাহায্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনুভূমিক, উল্লম্ব ও ঢাল দূরত্ব মাপা যায়। (ii) এগুলোর সাহায্যে ঘেরজরিপ, ত্রিভুজায়ন জরিপ, জিওডেটিক জরিপসহ সকল ধরনের জরিপ করা যায়।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। লেভেল ও লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমতল রেখা ও সমতল পৃষ্ঠের মাঝে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ এর (ক) এবং (খ)নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ডায়াফ্রাম কী? বিভিন্ন প্রকার ক্রস হেয়ার এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ আহম্মেদ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কন্টুরের ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহার উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্কগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২(ঙ) নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি ট্রানজিট থিওডোলাইটের অংশগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য কী?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। "সকল থিওডোলাইট টেকোমিটার নয়" কেন?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। EDM এর সাহায্যে কীভাবে অনুভূমিক দূরত্ব মাপা হয়?

উত্তর সংকেত বর্তমান সিলেবাসের আওতাভুক্ত নয়।

২০। ঘের সমতাকরণে বৌডিচ ও ট্রানজিট নিয়ম উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ x ৫ = ২০)

২১। একটি ক্রমঢালু ভূমিতে 15 মি. পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ-পাঠগুলো গ্রহণ করা হল। A বিন্দুর RL = 67.532 মিটার এবং বিন্দুটি এলাইনমেন্টের বাইরে হলে বিভিন্ন বিন্দুর RL নির্ণয় করে নিরীক্ষা দেখাও।
স্টাফ পাঠ (মিটারে) ঃ 0.25, 0.63, 0.87, 1.19, 1.74, 0.82, 1.36, 2.15, 0.55 (A), 2.67, 0.91, 1.43।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। 45 মিটার ও 32 মিটার উঁচু মাস্তুল বিশিষ্ট দুটি জাহাজ একই স্থান হতে ঘন্টায় 20 কিমি. বেগে পরস্পর বিপরীত দিকে রওয়ানা হলে কতক্ষণ পর্যন্ত একে অপরকে দেখতে পাবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ১নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একই এলিভেশন বিশিষ্ট (দুটি বিন্দু) P ও Q বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 180 মিটার। বিন্দু দুটোর মাঝে কোন এক বিন্দু R-এ একটি উঁচু টাওয়ার অবস্থিত। P ও Q হতে টাওয়ারটির উন্নতি কোণ যথাক্রমে 62° এবং 40°। টাওয়ারটির উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। P বিন্দুতে একটি এনালেটিক টেকোমিটার বসিয়ে স্টাফ খাড়া অবস্থায় ধরে Q বিন্দুতে স্টেডিয়া পাঠ 0.60, 1.76 ও 2.92 পাওয়া গেল। P বিন্দুতে যন্ত্রের অক্ষের উচ্চতা 1.56 মিটার। P বিন্দুর RL 30 মিটার এবং খাড়া কোণ (–) 14°20′ হলে PQ রেখার অনুভূমিক দূরত্ব এবং Q বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। (যন্ত্রের গুণিতক ধ্রুবক 100)।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ABCDEA একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। AE বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	225	20°22′
BC	181	28°00′
CD	190	205°00′
DE	202	87°30′

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টেরিয়র ডিজাইন এবং সিভিল ও সিভিল (উড) (চতুর্থ পর্ব অনিয়মিত)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। হ্রাসকৃত তল (Reduced level) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যারালাক্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩। লাইন অব কলিমেশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। দু'খুঁটি পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে গাণিতিক নিরীক্ষা কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৬। 'কন্টুর মানচিত্র একটি ত্রিমাত্রিক মানচিত্র'-কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। বর্ণ পেরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪নং দ্রষ্টব্য।

৮। অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ নির্ণয়ের সূত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯। ট্যাকোমিটারের এনালেটিক লেন্স ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১০। EDM এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ E.D.M = Electronic Distance Meter.

E.D.M = Electronic Distance Measurer

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ x ১ = ২০)

১১। লেভেলিং করতে গিয়ে উঁচু দেয়াল দিয়ে বাধাপ্রাপ্ত হলে কীভাবে কার্য সম্প্রদান করবে, চিত্রসহ বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.২(চ) নং দ্রষ্টব্য।

১২। বিনিময়ক্রম লেভেলিং কখন এবং কীভাবে করা হয়, চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০৫ মিটার এবং ১.৫০৫ মিটার। ক বিন্দুর আর. এল ৫৪.০০ হলে খ বিন্দুর আর. এল. কত?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রমাণ কর যে, পৃথিবীর বক্রতাজনিত সংযুক্ত শুদ্ধির পরিমাণ = ০.০৬৭২৯ d^2।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুর রেখার গুরুত্বপূর্ণ চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বদ্ধ ঘের কীভাবে নিরীক্ষা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্কগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২(ঙ) নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ক এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক ৪০০ উত্তর, ২০০ পূর্ব এবং খ এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক ৭০০ দক্ষিণ, ৫০০ পশ্চিম হলে কখ রেখার দূরত্ব ও বিয়ারিং নির্ণয় কর (স্থানাঙ্কের মান মিটারে)।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৮.২ এবং উদাহরণ ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রমাণ কর যে, $D = \frac{f}{i} s + (f + d)$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভূ-সাংস্থানিক জরিপের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২২.১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ x ৫ = ২০)

২১। লেভেল যন্ত্র দিয়ে লেভেলিং করে ১০ মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল ঃ ১.৫০, ১.৪৭, ১.৬৫ (১.৭০, ১.২৮), ১.৩৫ (১.৪৭, ১.৩০), ১.২৫, ১.৭৫, ১.৮০ মিটার। দশম পাঠ রেঞ্জ লাইনের বাইরে ২০ মিটার দূরে অবস্থিত যার আর এল ৫.০০। প্রদত্ত তথ্যাদির সাহায্যে ফিল্ডবুক তৈরি করে প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। যমুনা নদীর দুই পাড়ের দুটি বিন্দু ক ও খ। একই যন্ত্রের সাহায্যে বিনিময়ক্রম সমতলমিতিতে নিচে লিখিত তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

স্টেশন	স্টাফ পাঠ		মন্তব্য
	ক এর উপর	খ এর উপর	
ক	২.০৯০	২.৯৭০	ক ও খ এর মধ্যে দূরত্ব ৯০০ মিটার
খ	০.৮৬৭	১.১৯৫	ক এর আর. এল ৪৫.০০ মিটার

ঐ তথ্যাদির সাহায্যে নির্ণয় কর ঃ

(ক) খ এর আর. এল

(খ) বক্রতা প্রতিসরণের সংযুক্তি ভ্রান্তি

(গ) কলিমেশন ভ্রান্তি (১০০ মিটারের জন্য)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৭ এর উদাহরণ ০৫নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একজন দর্শক গড় সমুদ্রতল হতে ৩.০০ মিটার উঁচু জেটির উপর দাঁড়িয়ে ৫৫ মিটার মাস্তুল বিশিষ্ট একটি জাহাজ ছাড়ার ২ ঘণ্টা ৪৫ মিনিট পর্যন্ত জাহাজটি দেখতে পেল। পরে অদৃশ্য হয়ে গেল। জেটি হতে দর্শকের চোখের উচ্চতা ১.৪০ মিটার হলে জাহাজের গতিবেগ কত ছিল?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর সমস্যা ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একই এলিভেশন বিশিষ্ট দুটি বিন্দু A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ১৫০ মিটার। বিন্দু দুটোর মাঝে কোন এক বিন্দু C তে একটি উঁচু টাওয়ার অবস্থিত। A হতে যার কোণ ৫৫° এবং B হতে ৪৫° উন্নতি কোণ। A বিন্দু হতে C এর দূরত্ব এবং উচ্চতা বের কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর সমস্যা ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ABCDE একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। EA রেখার দৈর্ঘ্য, বিয়ারিং এবং DEA কোণ নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)		বিয়ারিং
AB	২১০.০০		৮০°
BC	২২০.০০		৩০°
CD	১৮৫.০০		২৭৫°
DE	১৯৫.০০		২০০°

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। অস্থায়ী বেঞ্চ মার্ক কেন প্রদান করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২। কন্টুর বিরতি (Contour Interval) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। পৃথিবীর বক্রতার জন্য শুদ্ধির পরিমাণ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪। স্টাফ পাঠের মান কখন বিয়োগবোধক হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫। অভিনেত্র লেন্স কীভাবে ফোকাস করতে হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৬। শূন্য অক্ষাংশ বিশিষ্ট রেখার বিয়ারিং কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৭। টেকোমিটার ও থিওডোলাইটের মাঝে মূলগত পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। লেভেলের অস্থায়ী সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৯। লেভেল যন্ত্রে ফোকাসিং স্ক্রুর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। থিওডোলাইটের বামমুখী অবস্থা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির লেভেল বুক প্রস্তুত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কন্টুরের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। থিওডোলাইটের বামমুখী ও ডানমুখী অবস্থায় পাঠ গ্রহণ করার সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১২.১(•) নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বদ্ধ ঘের ও খোলা ঘের এর মাঝে মূল পার্থক্য কী? খোলা ঘের কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৬.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। পরিচ্ছন্ন চিত্রাঙ্কনপূর্বক দৃষ্টিরেখা উর্ধ্বমুখী এবং স্টাফ দৃষ্টিরেখার সাথে লম্ব অবস্থায় অনুভূমিক দূরত্বের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.২ চিত্র ২১.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। পরস্পর বিপরীতমুখীগামী 45m ও 75m মাস্তুল বিশিষ্ট দুটি জাহাজ 15 km/hr বেগে কোন এক বিন্দু হতে যাত্রা আরম্ভ করল। যাত্রার কতক্ষণ পর পর্যন্ত জাহাজ দুটি পরস্পরকে দেখতে পাবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ০১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। AB = 860m, AC = 60m এবং CB = 900m। C বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 0.70m ও 1.50m স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। বিন্দু দুটির এলিভেশনের প্রকৃত পার্থক্য কত?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৬ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সঠিকভাবে স্টাফ পাঠ নেয়ার কলাকৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৪.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। চিত্রসহ ফ্লাই-লেভেলিং এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বুঝায়? বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৩(ঘ) ও ১৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। 100m দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সংযোগকারী রেখার মাঝবিন্দু C তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.225m এবং 2.105m। আবার যন্ত্র A বিন্দুর নিকট বসিয়ে A ও B তে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.215m এবং 2.105m। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি ঠিক না থাকে, তবে তা কোন অবস্থায় আছে? B তে সঠিক স্টাফ-পাঠ কত হবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ৬নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিচের স্টাফ-পাঠগুলো 10m পর পর গৃহীত হল ঃ স্টাফ-পাঠ ঃ 2.88, 2.10, 1.57, (1.51, 3.78), 3.08, (2.16, 2.11) ও 1.65। চতুর্থ পাঠটি ডেটাম লাইনের ওপর নেয়া হয়েছে, যার আর. এল 50.00। উঁচু-নিচু পদ্ধতিতে লেভেল বই এর পৃষ্ঠায় পাঠগুলো লিপিবদ্ধ কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষাসহ বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১০ দ্রষ্টব্য।

২৩। A ও B বিন্দু থেকে একটি টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে 32°10′ ও 25°25′। A ও B বিন্দুর যন্ত্র হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (RL = 350) ওপর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.50m ও 3.20m এবং A ও B স্টেশনের মাঝের দূরত্ব 100m। A ও B টাওয়ারের একই দিকে অবস্থিত। নির্ণয় কর ঃ

(ক) B বিন্দু থেকে টাওয়ারের উচ্চতা এবং

(খ) A বিন্দু থেকে টাওয়ারের অনুভূমিক দূরত্ব।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি জলাধারের কন্টুর মানচিত্র 1 : 400 স্কেলে অঙ্কিত। এতে 45, 55, 65 আর. এল এর কন্টুর রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 2.50 বর্গ সে.মি. 3.50 বর্গ সে.মি এবং 5.00 বর্গ সে.মি হলে এর জল ধারণ ক্ষমতা কত হবে? প্রিজময়ডাল ও ট্রাপিজয়ডাল সূত্রে নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ১নং দ্রষ্টব্য।

২৫। টীকা লেখ ঃ

(ক) সমতল পৃষ্ঠ ও অনুভূমিক তল

(খ) প্যারালাক্স ত্রুটি

(গ) বর্গ পেরণ

(ঘ) মিলন ভ্রান্তি

(ঙ) অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১.৪ (ক ও গ) ৩.৪ (জ)/১২.৪/১৭.৫/১৭.১(খ)/ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। উপাত্ত তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যারালাক্স কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩। কখন স্টাফ পাঠ ওপর হতে নিচের দিকে পড়তে হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪। পরিবর্তন বিন্দুর সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। সমতলমিতিতে লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৬। লেভেলিং-এর ত্রুটিগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৭। কন্টুরিং কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮। থিওডোলাইট যন্ত্রের বামমুখী ও ডানমুখী অবস্থা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ ও ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯। একটি বদ্ধ ঘের ও একটি খোলা ঘেরের চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১০। স্টেডিয়া জরিপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। বিনিময়ক্রম লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ এর প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে এবং তা কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লেভেল যন্ত্র দিয়ে লেভেল করতে গিয়ে উঁচু দেয়াল দিয়ে বাধাপ্রাপ্ত হলে কীভাবে কার্য সম্পাদন করা হয়, চিত্রসহ বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২(ছ) নং দ্রষ্টব্য।

১৪। দু'খুঁটি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৫ চিত্র ৫.২(খ) নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রয়োজনীয় নোটেশনসহ প্রমাণ কর যে, $h = 0.06734\alpha^2$

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ৫০ মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু 'ক' ও 'খ' এর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ১.৭৫ মি. ও ২.৫০ মি.। 'ক' এর R.L ১৫০ মি. হলে 'খ' এর R.L নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কন্টুর এর ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। "সকল থিওডোলাইট টেকোমিটার নয়"— কেন?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি ক্রমঢালু ভূমিতে ৫ মিটার পর পর একটি ডাম্পি লেভেলের সাহায্যে নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল। 'ক' বিন্দুর আর. এল ৫০.০০ মিটার এবং বিন্দুটি এলাইনমেন্টের বাইরে অবস্থিত। বিভিন্ন স্টাফ স্টেশনের আর. এল নির্ণয় কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষা দেখাও।

স্টাফ-পাঠগুলো ঃ ০.৫৩৫, ০.৮৭৫, ১.২১, ১.৩৫, ০.৭৫, ০.৯৬, ১.২৫, ১.৪০, ০.৮৫৫ এবং ১.২৫(ক)।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ১০০ মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দু সঠিক মাঝবিন্দু C তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ১.৪০২ ও ১.৮০৪ পাওয়া গেল। এরপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে ২০ মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে ১.৩০৫ ও ১.৪০৭ স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তবে যথাযথ সমন্বয়নের পর A ও B বিন্দুতে সঠিক স্টাফ পাঠ কত পাওয়া যাবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি বাঁধের উজানে নির্মিত জলাধারের বিভিন্ন সমোন্নতি রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল নিম্নরূপ ঃ

R.L = ১০০ ; ১০৫; ১১০; ১১৫; ১২০; ১২৫; ১৩০।

ক্ষেত্রফল A = ৩,০০০ ; ২২৫০০; ৯৬,০০০; ১,৯০,০০০; ৪,৭০,০০০; ৭,২০,০০০; ১০,০০,০০০। (বর্গমিটার)

জলাধারে তলদেশের R.L = ১০০ এবং সর্বোচ্চ R.L = ১৩০ হলে জলাধারের ধারণ ক্ষমতা ট্রাপিজয়েডাল নিয়মে বের কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। নিচে ABCDE বদ্ধ ট্রাভার্সের অন্তঃস্থ কোণ দেয়া হল। যদি AB বাহুর বিয়ারিং ১৩৮° ৮২′১০″ হয়, তাহলে অপর বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর ঃ

∠A = ৭৮° ১২′ ৩০″, ∠A = ১৬৮° ৩৩′ ৫০″, ∠A = ৮৪° ২২′ ৩০″,

∠A = ১১৫° ৪৩′ ২৫″, ∠A = ৯৩° ৭′ ৩৫″।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.২ এর উদাহরণ ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.২২৫, ১.৭৭৫ এবং ২.৩২৫। যদি উন্নতি কোণ ৮°৩০′, $\frac{f}{i}$ = ১০০ এবং (f + d) = 0 হয়, তবে A হতে B বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে? A বিন্দুর আর.এল ৫০.০০ এবং যন্ত্রের উচ্চতা ১.৪২ মিটার হলে B বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ০৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকটার ও আর্কিটেকটার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। লেভেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২। লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলো নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩। নেগেটিভ স্টাফ রিডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪। সমোন্নতি ব্যবধানের সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। 10 সেন্টিমিটার থিওডোলাইট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৬। টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। টপোগ্রাফিক জরিপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯। দৃশ্যমান দিকচক্রবাল দূরত্ব কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০। ই. ডি. এম (E.D.M) এর অঙ্গগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ EDM এর অঙ্গগুলোর নাম (ক) প্রধান অঙ্গ- (i) EDM ইউনিট (ii) তেপায়াসহ থিওডোলাইট ও (iii) পাওয়ার ইউনিট। (খ) সহযোগী অঙ্গ- (i) রিফ্লেকটর।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। সমতল পৃষ্ঠ ও উপাত্ত তলের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ (ক) ও (ছ) নং দ্রষ্টব্য।

১২। প্যারালাক্স ভ্রান্তি দূর করার উপায় কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৪(জ) নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুরের ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহারগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৩(খ) নং দ্রষ্টব্য।

১৬। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্কগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৩.২(●) নং দ্রষ্টব্য।

১৭। মিলন ভ্রান্তি সংশোধনের বৌডিচের নিয়মটি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। থিওডোলাইটের সেন্টারিং ও ট্রানজিটিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স ব্যবহারের প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দু ঠিক মাঝখানে C বিন্দুতে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে প্রাপ্ত স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.414 ও 1.959 পাওয়া গেল। তারপর A ও C বিন্দুর ঠিক মাঝখানে D বিন্দুতে ঐ লেভেল যন্ত্রটি বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.151 ও 2.296 পাওয়া গেল। যন্ত্রটির কলিমেশন রেখার সমন্বয় ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তবে D বিন্দুতে যন্ত্র-থাকা অবস্থায় কলিমেশন রেখা সমন্বয় করার পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ-পাঠ পাওয়া যাবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের জন্য সংযুক্ত শুদ্ধির পরিমাণ = $0.06729d^2$ মিটার।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি জলাধারের কন্টুর ম্যাপ 1 : 300 স্কেলে অঙ্কিত। এতে 20.25 ও 30 আর.এল কন্টুর রেখা বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 2,603, 3.521 ও 4.20 বর্গসেন্টিমিটার হলে ট্রাপিজয়ডাল এবং প্রিজময়ডাল নিয়মে জলাধারের ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ১নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ওভারহেড ট্যাংকের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে নিচের তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

তথ্যাদি ঃ A ও B বিন্দু হতে ট্যাংকের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে 20° 30′ ও 30°25′ A ও B বিন্দুর যন্ত্র হতে নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্কের (R.L = 30) ওপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 3.15 ও 1.05 এবং A ও B স্টেশনের মাঝে দূরত্ব 85 মিটার হলে ট্যাংকের শীর্ষবিন্দুর R.L নির্ণয় কর। (A ও B ট্যাংকের একই দিকে অবস্থিত।)

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। A বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে ডায়াফ্রামের তিনটি হেয়ারে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.125, 1.675 ও 2.225 পাওয়ার গেল। নিচে লিখিত তথ্যাদির সাহায্যে বিন্দু দুটোর অনুভূমিক দূরত্ব এবং B বিন্দুর R.L. নির্ণয় কর ঃ

তথ্যাদি ঃ উন্নতি কোণ = 9°45′, গুণমূলক ধ্রুবক = 100, যোগমূলক ধ্রুবক = 10 cm.

A বিন্দুর R.L = 45.6 m. যন্ত্রের উচ্চতা = 1.40 m.

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ১২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার, আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন ও সিভিল (২০০০-প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। উপাত্ত তল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২। কলিমেশন রেখা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্যারালাক্স কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এবং ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ ও ১৭নং দ্রষ্টব্য।

৪। লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৬। কার্যকরী প্রোফাইল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭। দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৮। কন্টুর প্রক্ষেপণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৯। ভার্নিয়ার ধ্রুব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ০৮নং দ্রষ্টব্য।

১০। মধ্যরেখা দূরত্ব বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ০৬নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। জি.টি.এস এবং স্থায়ী বেঞ্চ মার্ক এর মাঝে তুলনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ডিজিটাল লেভেল যন্ত্রের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লেভেল যন্ত্রের মৌলিক রেখাগুলোর মাঝে সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রমাণ কর যে, লেভেলিং এর ক্ষেত্রে আলোর প্রতিসরণের জন্য শুদ্ধিকরণ পরিমাণ = (+) $0.011121d^2$। এখানে d প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুর এর চারটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বন্ধ ট্রাভার্সের কৌণিক মাপের নিরীক্ষাগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৬.৪(ক) নং দ্রষ্টব্য।

১৭। লেভেলিং কাজের সময় কাঠ বা হার্ড বোর্ডের বেড়া প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করলে বেড়ার অপর পাশে আর.এল স্থানান্তরের প্রক্রিয়া লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.২(ঙ) নং দ্রষ্টব্য।

১৮। বিনিময়ক্রম লেভেলিং এর উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। শত্রুপক্ষের অবস্থান নির্ণয় করার জন্য একজন জরিপকারী ট্যাকোমিটারের ওপরের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে টিলার ওপর দণ্ডায়মান একজন সৈনিকের মাথার উপরিভাগ এবং নিচের স্টেডিয়া হেয়ারের সাহায্যে সৈনিকের পায়ের তলা চিহ্নিত করল। সৈনিকের উচ্চতা 1.80 মিটার হলে ঐ সৈনিকের অনুভূমিক দূরত্ব কত হবে, নির্ণয় কর।

উন্নতি কোণ $10°0'$, $\frac{f}{i} = 200$ এবং $(f + d) = 0$।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। EDM এর অঙ্গগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত EDM এর অঙ্গগুলোর নাম (ক) প্রধান অঙ্গ- (i) EDM ইউনিট (ii) তেপায়াসহ থিওডোলাইট ও (iii) পাওয়ার ইউনিট। (খ) সহযোগী অঙ্গ- (i) রিফ্লেকটর।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। 130 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C তে একটি লেভেল যন্ত্র বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.53 মিটার এবং 2.86 মিটার। আবার যন্ত্রকে C হতে A এর দিকে 35 মিটার দূরে D বিন্দুতে বসিয়ে A ও B বিন্দুতে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.65 মিটার এবং 2.35 মিটার। যন্ত্রের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তবে কী অবস্থায় আছে? বস্তু সমন্বয়ের পর A ও B বিন্দু স্টাফ পাঠ কত হবে? B এর আর. এল 20.00 মিটার হলে A এর আর. এল কত হবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি রাস্তার মধ্যরেখা বরাবর লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে 25 মিটার পর পর নিচের স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ
0.63, 0.85, 1.25, (0.89, 0.78), 1.10, 1.56, 1.59, 1.49, (0.20, 1.40), 2.23, 2.10, 2.47, 0.93। ৭ম পাঠ বেঞ্চ মার্ক এর ওপর, যা এলাইনমেন্ট এর বাইরে (আর. এল = 22.95 মিটার)। সর্বাধিক নিরীক্ষার লেভেল বইতে পাঠগুলো উঠিয়ে বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। দু'টি টাওয়ারের মাঝখানে একটি থিওডোলাইট স্থাপন করে টাওয়ার দুটির শীর্ষের উন্নতি কোণ পাওয়া গেল $24°30°$ এবং $28° 45'$। যন্ত্রটিকে একই উল্লম্বতলে 20 মিটার দূরে স্থাপন করে টাওয়ার দু'টির শীর্ষের উন্নতি কোণ পাওয়া গেল $23° 30'$ এবং $29°15$। যদি প্রথম ও দ্বিতীয় যোজনায় পার্শ্ববর্তী বেঞ্চ মার্ক (RL = 50.0 মিটার) এর ওপর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.75 মিটার এবং 2.10 মিটার হয়, তবে টাওয়ার দু'টির শীর্ষের RL এবং এদের মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ABCDA এবং বন্ধ ঘের। এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। AD বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় করঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	300	35°30′15δ
BC	250	168°45′30δ
CD	275	210°40′

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। দুটি সমুদ্রবন্দরের মাঝে অনুভূমিক দূরত্ব 2485 কি.মি.। একই সময়ে দুটি জাহাজ A ও B যথাক্রমে ১ম ও ২য় সমুদ্রবন্দর হতে পরস্পরের দিকে যথাক্রমে 45 কি. মি./ঘন্টা এবং 60 কি.মি./ঘন্টা বেগে ছেড়ে গেল। A ও B জাহাজের মাস্তুলের উচ্চতা পানি সমতল হতে যথাক্রমে 28 মিটার ও 12 মিটার হলে কত সময় পর জাহাজ দুটির মাস্তুল পরস্পর দিকচক্রবালে দৃষ্টিগোচর হবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর সমস্যা ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

প্রথম, তৃতীয়, পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। লেভেলিং এর সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২। সমতলমিতি লঘুকরণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। Total Station এর দুটি কাজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ Total station এর দুটি কাজ—(i) এটির সাহায্যে সকল ধরনের রৈখিক ও কৌণিক স্বয়ক্রিয়ভাবে পরিমাপ নেয়া যায়। (ii) এটির সাহায্যে স্বয়ক্রিয়ভাবে ক্ষেত্রফল নিরূপণ করা যায়।

৪। দু'খুঁটি পরীক্ষা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৫। কন্টুর বিরতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬। স্টাফ পাঠ কখন বিয়োগবোধক হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭। টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮। থিওডোলাইটের বামমুখী ব্যবস্থা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্টাফ পাঠে আলোর প্রতিসরণজনিত প্রভাব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। EDM এর দুটি সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ EDM এর দুটি সুবিধা (i) এর সাহায্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনুভূমিক, উল্লম্ব ও ঢাল দূরত্ব মাপা যায়। (ii) এগুলোর সাহায্যে ঘেরজরিপ, ত্রিভুজায়ন জরিপ, জিওডেটিক জরিপসহ সকল ধরনের জরিপ করা যায়।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। লেভেলিং কাজে দেয়াল অতিক্রমজনিত অসুবিধা কীভাবে দূর করা যায়, বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.২(চ) নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমতলমিতি লঘুকরণে কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির তুলনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বিনিময়ক্রম লেভেলিং করার উদ্দেশ্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রয়োজনীয় নোটেশনসহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673\ d^2$ **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। স্টেডিয়া ধ্রুবক $\frac{f}{i}$ কীভাবে নিরূপণ করা যায়, চিত্রসহ লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কন্টুর এর ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহার লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। সকল থিওডোলাইট টেকোমিটার নয় কেন? বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। 180 মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু A ও B হতে ওদের মধ্যবর্তী R বিন্দুতে একটি টাওয়ারের চূড়ান্ত উন্নতি কোণ যথাক্রমে 25° ও 30° হলে টাওয়ারের উচ্চতা কত? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ঘের ডানাবর্তে বা বামাবর্তে হলে বিভিন্ন বাহুর বিয়ারিং নির্ণয়ের সূত্র লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। EDM এর সাহায্যে কীভাবে অনুভূমিক দূরত্ব মাপা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** পুরাতন সিলেবাস।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্র রেখা বরাবর 30 মিটার পর পর নিচে -লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.41, 1.44, 1.80, 1.85 (1.65, 0.75), 2.25, 2.54, 1.65 (2.85, 2.45), 1.42, 1.60, 1.86। ৮ম স্টাফ স্টেশন এর ভূমির RL = 42 মি. ধরে লেভেল বুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। নিচের তথ্যাদি হতে একটি জলাধারের ধারণ ক্ষমতা ট্রাপিজয়েডাল ও প্রিজময়েডাল নিয়মে নির্ণয় কর ঃ

কন্টুর (মিটারে)	ক্ষেত্রফল (বর্গমিটার)
50	200
60	350
70	450
80	635
90	850

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ABCDE একটি বদ্ধ ঘেরের চারটি বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল ঃ

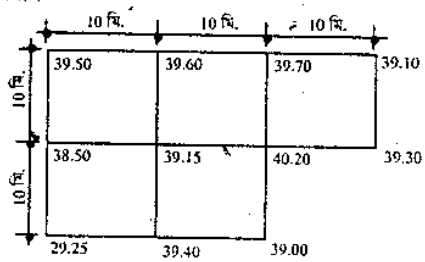
বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	180.00	70°
BC	220.00	25°
CD	190.00	275°
DE	198.00	200°

AE রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। পরস্পর বিপরীতমুখী গমনকারী 30 মি. ও 35 মি. উঁচু মাস্তুল বিশিষ্ট দুটি জাহাজ যথাক্রমে ঘণ্টার 12 কি.মি. ও 15 কি. মি. বেগে একই বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করল। যাত্রার কতক্ষণ পর্যন্ত জাহাজ দুটির পরস্পর পরস্পরকে দেখতে পাবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ১নং দ্রষ্টব্য।

২৫। নিচে দেয়া স্পট লেভেলের তথ্যাদি হতে ভূমিটি যদি 27.25 মি. আর. এল-এর সমতল করতে হয়, তবে কী পরিমাণ মাটি ভরাট বা খনন করতে হবে, নির্ণয় কর।



উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ এর উদাহরণ ৬নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম
তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১
টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)
বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২
(বিষয় কোড ঃ ২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। যন্ত্রের উচ্চতা বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৭ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৩। দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৪। মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৫। দু-খুঁটি পরীক্ষা কখন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৬। কখন স্টাফ-পাঠ বিয়োগবোধক হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭। কন্টুর ইন্টারভেল বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। EDM-এ রিফ্লেক্টর এর কাজ কী?
উত্তর সংকেত ঃ EDM ইউনিট হতে প্রেরিত ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রতিফলন করাই রিফ্লেক্টরের প্রধান কাজ।

৯। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং কোথায় ও কেন ব্যবহার করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেকোমেট্রিক পদ্ধতি কোথায় উপযোগী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ২০)

১১। অটোমেটিক লেভেলের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৩.২(গ) নং দ্রষ্টব্য।

১২। থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক কোণ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৪.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। জরিপ রেখার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ফ্লাই লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? এটি কখন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। 'গ' বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে 'ক' ও 'খ' বিন্দুর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০৫ মিটার এবং (--) ১.৫০৫ মিটার। 'খ' বিন্দুর আর. এল ২৪ মিটার হলে 'ক' বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। লম্বালম্বি বা প্রোফাইল লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.২(খ) নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কন্টুরের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ভূ-সাংস্থানিক জরিপের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২০.২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। স্টেডিয়া ধ্রুবক কীভাবে নিরূপণ করা যায়, সচিত্র বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি অটোমেটিক লেভেলের সাহায্যে প্রাপ্ত স্টাফ-পাঠগুলো ২.৭৫, ২.০১, ১.৩৭, ১.০০, ৩.৮৮, ৩.১৮, ২.০৬, ২.১৪ এবং ১.৬১ মিটার। ৫ম এবং ৮ম পাঠ নেয়ার সময় যন্ত্রটি সরানো হয়েছিল। যদি ৮ম পাঠের স্থানে আর. এল. ৫০ মিটার হয়, তবে কলিমেশন পদ্ধতিতে বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কিনা, তা পরীক্ষা করার জন্য ৮০ মিটার দূরে দুটি বিন্দু ক এবং খ এর ঠিক মাঝখানে যন্ত্র বষিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ২.৬১৫ এবং ১.২০৫ মিটার পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি কখ রেখা বরাবর ক থেকে ২০ মিটার দূরে বসিয়ে ক ও খ এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে ১.৬২৫ ও ০.৯৮৫ মিটার পাওয়া গেল।
নির্ণয় কর ঃ (ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? (খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত? (গ) ক ও খ এর সংশোধনীর পরিমাণ। (ঘ) ক ও খ এর প্রকৃত স্টাফ-পাঠ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি ব্যক্তি সমুদ্র পৃষ্ঠ থেকে ৩.৬ মিটার উঁচু জেটির উপর দাঁড়িয়ে ৩৩ মিটার উঁচু বাস্তুল বিশিষ্ট একটি জাহাজ ছেড়ে যাবার পর ১ ঘন্টা ১৫ মিনিট সময় পর্যন্ত দেখতে পেল। লোকটির চোখের উচ্চতা ১.৭২ মিটার হলে জাহাজটির গতিবেগ নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ-৯.৮ এর উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৪। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স 'কখগঘক' এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া হল। ঘক বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
কখ	৭২.৬০	১৩৫°১৫′
খগ	১৮০.৩৫	৩৮°২০′
গঘ	৪৫.৬৫	৩৩৫°৪৫′
ঘক	?	?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ৯নং দ্রষ্টব্য।

২৫। A (আর. এল ৫০ মিটার)-এর যন্ত্রের উচ্চতা ১.৪২ মিটার থেকে ৮°৩০′ উন্নতি কোণে B তে স্টাফ কলিমেশন রেখার সহিত লম্বভাবে ধরে (১.২২৫, ১.৭৭৫, ২.৩২৫) মিটার পাঠ পাওয়া গেল। যদি $\frac{f}{i} = ১০০$ এবং $(f+d) = 0$ হয়, তবে নির্ণয় কর ঃ

(ক) A এবং B বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব ;

(খ) B বিন্দুর আর এল। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা –২০১২

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড) [২০১০ প্রবিধান]

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

২। থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎস কয়টি ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩। লেভেলিং স্টাফের উদ্দেশ্যগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫। বেঞ্চ মার্ক কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৭। স্টাফ-পাঠ কখন বিয়োগবোধক হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮। কন্টুর বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। হ্রাসকৃত তল (R.L) বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১০। কলিমেশন রেখা কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। প্রমাণ কর যে, $D = S\frac{f}{i} + (f+d)$, যখন ব্যবহৃত সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমতলমিতির উদ্দেশ্যগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। 25 মিটার উঁচু মাস্তুল বিশিষ্ট দুটি জাহাজ চট্টগ্রাম বন্দর ছেড়ে মংলা বন্দরের দিকে যাত্রা করল। জাহাজ দুটির গতিবেগ প্রতি ঘন্টায় যথাক্রমে 22 কি.মি. ও 33 কি.মি. হলে কতক্ষণ পর্যন্ত পরস্পর পরস্পরকে দেখতে পাবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রয়োজনীয় চিত্র নোটেশনসহ প্রমাণ কর যে, $h = 0.0673d^2$. **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। লেভেল ও থিওডোলাইটের মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৩.২ ও ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কন্টুর ও কন্টুরিং এর মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বদ্ধ ট্রাভার্সের নিরীক্ষাগুলো উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি বহুতল বিশিষ্ট ইমারতের উচ্চতা নির্ণয়কল্পে ইমারতের একটি পার্শ্ববর্তী এলাকায় A ও B বিন্দুতে পর্যায়ক্রমে যন্ত্র স্থাপন করে ইমারতের শীর্ষে স্থাপিত একটি বিজলি নিরোধক দণ্ডের (2.20 মিটার লম্বা) শীর্ষে উল্লম্ব কোণ যথাক্রমে 30°30′ ও 33°33′ পাওয়া গেল। একটি স্মারক বিন্দুর সাপেক্ষে যন্ত্রের উচ্চতা 2.33 মিটার ও 2.22 মিটার হলে যন্ত্রের A অবস্থান হতে ভবনটির উচ্চতা নির্ণয় কর, যখন AB = 33 মিটার। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। শত্রুপক্ষের অবস্থান নির্ণয় করার জন্য একজন সার্ভেয়ার টিলার উপর দণ্ডায়মান একজন সৈনিকের মাথার উপরিভাগ ও নিচের পায়ের তলা স্টেডিয়া ওয়েব দিয়ে চিহ্নিত করল। সৈনিকের উচ্চতা 1.50 মিটার এবং উন্নতি কোণ 10° হলে যন্ত্র-স্টেশন থেকে সৈনিকের দূরত্ব কত? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি প্রোফাইল তৈরির উদ্দেশ্য বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মাঝের বিন্দু C-তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B-তে যথাক্রমে 1.324 ও 1.724 স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। তারপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 10 মিটার দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.222 ও 1.332 স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটি সমন্বয়নের পর A ও B বিন্দুতে কত স্টাফ-পাঠ পাওয়া যাবে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ABCD একটি বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নিচে দেয়া হল। EA রেখার দৈর্ঘ্য, বিয়ারিং এবং ∠DEA নির্ণয় কর ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (মিটার)	বিয়ারিং
AB	203	87°30′
BC	225	20°20′
CD	181	280°
DE	190	205°
EA	?	?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.১ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি সুষম ষড়ভুজ ABCDEF-এর AB বাহুর বিয়ারিং (বামাবর্তের ক্ষেত্রে) 60° এবং AF বাহুর বিয়ারিং (ডানাবর্তের ক্ষেত্রে) 280° হলে বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৭.২ এবং উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশ এবং বীমের তলদেশের স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.20, –2.60, – 2.10 পাওয়া গেল। বীমের গভীরতা এবং কক্ষের উচ্চতা বের কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। কোন এলাকায় 330 মিটার রাস্তা নির্মাণের প্রস্তাব করা হল। প্রস্তুতি তলে বাঁধের প্রস্থ 9 মিটার। বাঁধটির 55 মিটার পর পর ভরাটের উচ্চতা 0.50, 0.75, 1.60, 1.80, 1.95, 1.25 ও 0.85 মিটার। বাঁধটি নির্মাণের জন্য প্রিজময়ডাল নিয়মে মাটি ভরাটের কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। বাঁধের পার্শ্ব ঢাল 2 : 1। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১১.৪ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২৬। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার মাঝ-রেখা বরাবর 20 মিটার পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 1.31, 1.24, 1.75, (1.50, 0.75), 2.06, 2.34, 1.45, (2.50, 1.40), 1.42, 1.26 ও 1.33। ৭ম পাঠের আর.এল 30 মিটার ধরে লেভেল ফিল্ডবুক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর এবং প্রয়োজনীয় নিরীক্ষা দেখাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ২০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী ও ৫ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ **৪র্থ পর্ব ঃ** সিভিল, সিভিল (উড) (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ আর্কিটেকচার এবং এ.আই.ডি.টি (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ **(পাঁচ)** টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। বিভিন্ন প্রকার বেঞ্চ মার্কের নাম লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২। স্বয়ংক্রিয় পঠনশীল স্টাফ কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। 'ক' বিন্দু ডেটাম লাইনের ৩ মিটার উপরে এবং 'খ' বিন্দু ডেটাম লাইনের ৫৭০ সেন্টিমিটার নিচে অবস্থান করলে 'কখ' বিন্দুর উল্লম্বিক দূরত্ব বের কর। **উত্তর সংকেত ঃ** ক, খ এর উল্লম্বিক দূরত্ব = 3.00 + 5.70 = 8.70 মিটার।

৪। পরিবর্তন বিন্দু বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। থিওডোলাইটের ট্রানজিটিং বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৬। পরোক্ষ কন্টুর পদ্ধতি কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭। কী কী নিয়ম অনুসরণ করে ঘের সমতাকরণ করা হয়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। প্যারালাক্স বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

৯। ভূ-সাংস্থানিক মানচিত্রে হ্যাচার্স কীভাবে অঙ্কন করা হয়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১০। উপাত্ত তল বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। বিনিময়ক্রম লেভেলিং-এর উদ্দেশ্যগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। একটি ষড়ভুজের 'কখ' বাহুর বিয়ারিং কত হলে বামাবর্তে ঘেরের জন্য 'খগ' বাহুর বিয়ারিং ৩৫০ ডিগ্রি হবে?
উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ-১৭.২ এর উদাহরণ-৪নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ট্রানজিট ও নন-ট্রানজিট থিওডোলাইটের মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর মাঝে সম্পর্ক লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ১৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ৫০০০ মিটার দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতাজনিত সংশোধনী বের কর।
উত্তর সংকেত 500 মিটার দূরত্বের জন্য পৃথিবীর বক্রতার জন্য সংশোধনী $= 0.0782\left(\frac{500}{100}\right)^2 = 1.9625$ মিটার (−)

১৬। একটি ঘেরের 'ক' ও 'খ' বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে ২ (উঃ) ও ৬ (পূঃ) এবং ৫ (দঃ) ও ৯ (পঃ)। 'কখ' বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। (স্থানাঙ্কের মান মিটারে) **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। 'ক' ও 'গ' বিন্দুর লেভেলিং স্টাফ-রিডিং যথাক্রমে ৫.৮২ মিটার ও ৬.৪৭ মিটার এবং 'ক' ও 'খ' বিন্দুর আরএল যথাক্রমে ১০০ মিটার ও ৯৮.১৮ মিটার। 'গ' বিন্দুর আরএল এবং 'খ' বিন্দুর স্টাফ-রিডিং বের কর।
উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২৪ দ্রষ্টব্য।

১৮। কোন কোন ক্ষেত্রে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং ব্যবহৃত লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ১৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। স্টেডিয়া জরিপ দলে নিয়োজিত লোকদের কাজগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ২১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। 'কখ' রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে ৮০ মিটার ও ১৮৭°২৯′২৫″। 'কখ' রেখার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ বের কর।
উত্তর ঃ 'কখ' রেখার অক্ষাংশ (L) = l cosα = ৮০ cos ১৮৭°২৯′২৫″ = − ৭৯.৩২ = 79.32 দক্ষিণ
'কখ' রেখার দ্রাঘিমাংশ (D) = l sinα ৮০ sin ১৮৭°২৯′২৫″ = − ১০.৪৩ = 79.32 পশ্চিম

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। প্রকৌশল ক্ষেত্রে কন্টুর মানচিত্রের ব্যবহার লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ১০.৩(খ) নং দ্রষ্টব্য।

২২। কৌণিক টেকোমিটার জরিপে দৃষ্টিরেখার উর্ধ্বমুখী অবস্থানের জন্য স্টাফ উল্লম্বভাবে ধরে অনুভূমিক দূরত্ব ও এলিভেশন নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ২১.২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি মহাসড়কে 'জ' হতে 'ঝ' বিন্দু পর্যন্ত ৫ মিটার পর পর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৬০, ১.৬৫, ১.৭৫, ১.৭০, ১.৬৮, ১.৫৭। 'ঝ' বিন্দুর আরএল ২৭ মিটার হলে, অন্য সব বিন্দুর আরএল নির্ণয় করে মহাসড়কটির একটি লম্বালম্বি প্রোফাইল অঙ্কন কর। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২৫নং দ্রষ্টব্য।

২৪। তোমার রেজিস্ট্রেশন নম্বর সমান মিলিমিটার দূরবর্তী একটি টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় করতে গিয়ে টাওয়ারের শীর্ষ ও পাদ বিন্দুতে যথাক্রমে + ১২°১৫′ ও − ৩°২৫′ উল্লম্ব কোণ মাপা হল। যন্ত্র অনুভূমিক অবস্থায় নিকটবর্তী একটি বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ-পাঠ ২.১৭ মিটার পাওয়া গেল। বেঞ্চ মার্কের আরএল ৪৭ মিটার হলে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর।
উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৫। 'গ' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে ৫ মিটার পর পর 'ক' বিন্দু থেকে 'খ' বিন্দুতে স্টাফ-পাঠগুলো যথাক্রমে ১.৭০৫, ২.২০৭, ৪.৫০৭ (১.৬০৭), ১.২০৫ এবং ২.০১৫ মিটার পাওয়া গেল। যদি 'ক' বিন্দুর আরএল তোমার বোর্ড রোলের শেষ তিন অক্ষর সেন্টিমিটার সমান হয়, তাহলে কলিমেশন পদ্ধতিতে লেভেল বই প্রস্তুত করে 'কখ' বিন্দুর উল্লম্ব ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২৬নং দ্রষ্টব্য।

২৬। 'কখগঘক' বদ্ধ ঘেরের বিভিন্ন বাহুর অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ হতে স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে ঘেরটির ক্ষেত্রফল বের কর।

বাহু	অক্ষাংশ	দ্রাঘিমাংশ
কখ	১৯৭.৮ (উঃ)	১২০.৫ (পূঃ)
খগ	২৩২.৫ (দঃ)	১৮৬.৫ (পূঃ)
গঘ	১৫০.৫ (দঃ)	৮৬.৫ (পঃ)
ঘক	১৮৫.২ (উঃ)	২২০.৫ (পঃ)

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১৮.৩ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৫ম পর্ব সমাপনী ও ৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ **৪র্থ পর্ব** ঃ সিভিল, ও সিভিল (উড) (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ আর্কিটেকচার ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। সমতলমিতি বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩। পরিবর্তন বিন্দু (C.P) বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। দৃশ্যমান দিগন্ত দূরত্ব বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৫। থিওডোলাইটের বামমুখী অবস্থা বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৬। ঘের সমতাকরণ বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। টেকোমিটার জরিপের ধ্রুবকগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮। লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৯। কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১০। ভূ-সাংস্থানিক জরিপ বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নিচু পদ্ধতির মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বিনিময়ক্রম লেভেলিং-এর উদ্দেশ্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লেভেল লাইন দেয়াল দিয়ে বাধাপ্রাপ্ত হলে তা কীভাবে অতিক্রম করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.২(চ) নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কন্টুরের ইঞ্জিনিয়ারিং ব্যবহারগুলো উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১০.৩(খ) নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রয়োজনীয় চিত্র ও নোটেশনসহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673d^2$. **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি কক্ষের মেঝে, ছাদের তলদেশ এবং বীমের তলদেশের স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 1.20, – 2.60, –2.10 পাওয়া গেল। কক্ষের উচ্চতা এবং বীমের গভীরতা নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ২৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। 20 মি. উঁচু মাস্তুল বিশিষ্ট দুটি জাহাজ একই দিকে একই সময়ে যাত্রা শুরু করল। জাহাজ দুটির গতিবেগ ঘণ্টায় যথাক্রমে 15 ও 20 কি.মি. হলে তারা কতক্ষণ পর্যন্ত পরস্পরকে দেখতে পাবে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ফ্লাই লেভেলিং বলতে কী বুঝায়? এটি কখন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.২(ক) নং দ্রষ্টব্য।

১৯। 'ক' এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 500N, 300E এবং 'খ' এর স্বতন্ত্র স্থানাঙ্ক 800S, 600W হলে 'কখ' রেখার দূরত্ব ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৮.১ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২০। EDM-এর সাহায্যে কীভাবে অনুভূমিক দূরত্ব মাপা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** বর্তমান সিলেবাসের আওতাভুক্ত নয়।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। একটি লেভেলের কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি না, তা পরীক্ষা করার জন্য 100 মি. দূরে দুটি বিন্দু A এবং B-এর ঠিক মাঝখানে যন্ত্র বসিয়ে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 2.615 এবং 1.205 মি. পাওয়া গেল। আবার যন্ত্রটি AB রেখার বর্ধিতাংশ বরাবর A হতে 20 মি. দূরে বসিয়ে A ও B-এর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.625 এবং 0.985 মি. পাওয়া গেল।
নির্ণয় কর ঃ (ক) কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? (খ) কলিমেশন রেখা কোন দিকে আনত? (গ) A ও B-এর সংশোধনীয় পরিমাপ। (ঘ) A ও B-এর প্রকৃত স্টাফ পাঠ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ১১নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি প্রস্তাবিত রাস্তার কেন্দ্র-রেখা বরাবর 30 মি. পর পর নিচে-লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ
1.41, 1.44, 1.80, 1.85, (1.65, 0.75), 2.25, 2.54, 1.65, (2.85, 2.45), 1.42, 1.60, 1.86।
৮ম স্টাফ স্টেশনের ভূমির RL = 40 মি. ধরে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ১২নং দ্রষ্টব্য।

২৩। নিচের তথ্যাদি হতে একটি জলাধারের ধারণ ক্ষমতা ট্রাপিজয়ডাল ও প্রিজময়ডাল নিয়মে নির্ণয় কর ঃ
কন্টুর (মিটার) 50, 60, 70, 80, 90। ক্ষেত্রফল (ব.মি.) 200, 350, 450, 625, 850।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। নিচে একটি বদ্ধ ট্রাভার্স ABCD-এর বিভিন্ন বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং দেয়া আছে। উল্লিখিত তথ্যাদি হতে DA বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর।
তথ্যাদি ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
AB	72	135°15′
BC	180	38°20′
CD	50	335°20′

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৮.২ এর উদাহরণ ১২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। A ও B বিন্দু হতে একটি ওভারহেড ট্যাঙ্কের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে 20°30′ ও 30°25′ পাওয়া গেল। ঐ বিন্দু দুটির নিকটবর্তী একটি বেঞ্চ মার্কের (RL = 30m) উপর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 3.15 ও 1.05 মি.। A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 মিটার হলে ট্যাঙ্কের শীর্ষবিন্দুর RL নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৬। A স্টেশনে এনালেটিক লেন্স সম্বলিত একটি টেকোমিটার স্থাপন করে 10°15′ উন্নতি কোণে B স্টেশনে স্টেডিয়া পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 1.08, 1.92 এবং 2.71। যন্ত্রের অনুভূমিক অক্ষের আরএল 30 মিটার এবং $\frac{f}{i} = 100$ হলে B এর আরএল এবং A হতে B-এর দূরত্ব নির্ণয় কর। স্টাফটি কলিমেশন রেখার সাথে উল্লম্বভাবে ধরা হয়েছে। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ২১.৫ এর উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং
৫ম পর্ব সমাপনী ও ৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪ (পরীক্ষার তারিখ ঃ ০২/০৭/২০১৪ইং)
টেকনোলজি ঃ **৪র্থ পর্ব ঃ** সিভিল (উড) ও সিভিল (২০১০ প্রবিধান)
৫ম পর্ব ঃ এ.আই.ডি.টি ও আর্কিটেকচার (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ **(পাঁচ)** টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। উপাত্ত তল (Datum surface) বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। বেঞ্চ মার্ক কী? বেঞ্চ মার্ক কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কলিমেশন রেখা বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চাঁদমারি স্টাফ কী এবং কখন ব্যবহৃত হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ ও ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। দু-খুঁটি পরীক্ষা কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সমতলমিতি লঘুকরণ কী এবং কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পরিবর্তন বিন্দু বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। ভূসাংস্থানিক মানচিত্র কেন অঙ্কন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেকোমিটার কী? কোন থিওডোলাইট টেকোমিটার নয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। লেভেলিং-এর উদ্দেশ্য বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। যন্ত্রের উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্র এবং মধ্যবর্তী কোনো বিন্দুর আর.এল নির্ণয়ের সূত্র দুটি কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লেভেল যন্ত্রের সমন্বয় বলতে কী বোঝায়? যন্ত্রের সমন্বয় কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৫.১ ও ৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কোথায় বিনিময়ক্রম লেভেলিং করা হয় এবং এটির উদ্দেশ্য কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশন অঙ্কনের উদ্দেশ্য কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণজনিত ত্রুটির সংযুক্ত সূত্রটি প্রতিপাদন কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কন্টুর মানচিত্রের উল্লেখযোগ্য ব্যবহারগুলো বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। যন্ত্রের স্বাভাবিক অবস্থা কী? বামমুখী অবস্থা থেকে ডানমুখী অবস্থায় কীভাবে নেয়া হয়, বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। নোটেশনসহ অধিগম্য বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। 60 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর মধ্যবিন্দু C-তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B-তে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 2.125m ও 1.525m আবার BA রেখার বর্ধিতাংশের উপর A থেকে 20 মিটার দূরে D-তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B-তে স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 1.625m এবং 1.015m পাওয়া গেল। কলিমেশনের রেখা ঠিক আছে কি? যদি না থাকে, তাহলে কোন দিকে আনত? দ্বিতীয় যোজনায় A ও B-তে সঠিক স্টাফ-পাঠ কত হবে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৫.৭ এর উদাহরণ ১২নং দ্রষ্টব্য।

২২। ঢালু ভূমিতে লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নিম্নলিখিত পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ 4.16, 3.46, 2.53, 1.53, 3.86, 2.79, 2.53, 1.29, 3.95, 3.63, 2.13, 1.43 ও 0.86। প্রথম স্টেশনের আর. এল 16.60 হলে 10 মিটার পর পর পাঠগুলোর লেভেল পৃষ্ঠ তৈরি করে বিভিন্ন বিন্দুর আর. এল ও ভূমির ঢাল নিরূপণ কর। নিরীক্ষা দেখাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৬.৭ এর উদাহরণ ২৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি মাটির বাঁধের আড়াআড়িভাবে বিভিন্ন বিন্দুতে স্টাফ-পাঠ 2.95, 2.79, 2.71, 2.63, 2.40, 2.00, 2.10, 2.35, 2.65, 2.74, 2.90, 3.03 ও 3.10 পাওয়া গেল। স্টাফ-পাঠ 3 মিটার পর পর নেয়া হয়েছে। ৫ম পাঠের আর.এল 12.20 মি. হলে অন্যান্য সব বিন্দুর আর.এল নির্ণয় করে সড়কের আড়াআড়ি প্রোফাইল অঙ্কন কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। MSL থেকে 2.50 মি. উঁচু জেটির উপর দাঁড়িয়ে 20 মি. মাস্তুল বিশিষ্ট জাহাজ ছাড়ার 1 ঘন্টা 15 মি. পর জাহাজের মাস্তুল দিক চক্রবালে দেখতে পেল। যদি জেটি থেকে পরিদর্শকের চোখের উচ্চতা 1.70 মি. হয়, তবে জাহাজের গতিবেগ ও দূরত্ব নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। জলবিদ্যুৎ প্রকল্পে 82 মিটার আর.এল-এর উপরের পানি বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত হবে। প্রকল্পের কন্টুর মানচিত্র হতে নিচের তথ্যাদি পাওয়া গেল। জলাধারের পানি ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় কর।

কন্টুরের আর.এল	ক্ষেত্রফল ব.মি.
82	52,000
87	1,75,880
92	2,90,000
97	4,10,300
102	6,48,600
107	8,98,800
112	10,60,000

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ এর উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ABC বিন্দুত্রয় একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত। 'A'-এর নিকটবর্তী বেঞ্চ মার্ক-এর আর.এল 40.00 মিটার এবং স্টাফ-পাঠ 1.60 মিটার। 'B' বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা 1.70 মি.। A ও B-এর অনুভূমিক দূরত্ব 80.00 মিটার হলে নিচের তথ্যাদির ভিত্তিতে 'C' বিন্দুর আর.এল এবং B হতে C-এর অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় কর। **তথ্যাদি ঃ**

স্টেশন	বেঞ্চ মার্কের উপর স্টাফ-পাঠ	উন্নতি কোণ	
		B	C
A	1.60	6°	18°
B			22°

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৫ এর উদাহরণ ৬ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী ও ৫ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১৮/১/২০১৫]

টেকনোলজি ঃ ৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল ও সিভিল (উড) (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ এ.আই.ডি.টি ও আর্কিটেকচার (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। ভূসংস্থানিক জরিপ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। স্টেডিয়া জরিপের উদ্দেশ্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কলিমেশন রেখা কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। লেভেলের অস্থায়ী সমন্বয় বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। পরিবর্তন বিন্দু (C.P) বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। স্টাফ-পাঠ কখন বিয়োগবোধক হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হ্রাসকৃত তল (R.L) বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। থিওডোলাইট জরিপে ভ্রান্তির উৎস কয়টি ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। প্রমাণ কর যে, $D = S\frac{f}{i} + (f + d)$, যখন ব্যবহৃত সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। লেভেল ও থিওডোলাইটের মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বদ্ধ ট্রাভার্সের নিরীক্ষাগুলো উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি প্রোফাইল তৈরির উদ্দেশ্য বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রয়োজনীয় চিত্র ও নোটেশনসহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673d^2$. **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। EDM-এর সাহায্যে কীভাবে অনুভূমিক দূরত্ব মাপা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়? চিত্রসহ বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৩ (ঘ) নং দ্রষ্টব্য।

১৮। টেকোমিটারে অ্যানালেটিক লেন্স ব্যবহারের প্রভাব বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। 60 মিটার দূরবর্তী দুটি বিন্দু ক ও খ-তে স্টাফ পাঠ যথাক্রমে 0.70 মি. ও 1.90 মিটার। খ বিন্দুর আর.এল 25 মিটার হলে ক বিন্দুর আর.এল নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পৃথিবীর বক্রতা ও আলোকের প্রতিসরণজনিত ভ্রান্তি নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। ডানাবর্তে ঘের দেয়া PQRST ক্ষেত্রটির বহিঃস্থ কোণ $\angle PQR = \angle QRS = \angle RST = \angle STP = 207°$। যদি PQ বাহুর বিয়ারিং 40° হয়, তবে অন্যান্য বাহুগুলোর বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-১৭ এর উদাহরণ ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। কোনো এলাকায় 330 মিটার রাস্তা নির্মাণের প্রস্তাব করা হলো। প্রস্তুতি তলের বাঁধের প্রস্থ 10 মিটার। বাঁধটি 55 মিটার পর পর ভরাটের উচ্চতা 0.50, 0.75, 1.60, 1.80, 1.95, 1.25 ও 0.85 মিটার। বাঁধটি নির্মাণের জন্য প্রিজময়ডাল সূত্রের সাহায্যে মাটি ভরাটের কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। বাঁধের পার্শ্বঢাল 2:1।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ এর উদাহরণ-২ এর অনুরূপ।

২৩। পরস্পর বিপরীতমুখী 28 মিটার ও 55 মিটার উঁচু মাস্তুলবিশিষ্ট দুটি জাহাজ ঘণ্টায় 11km বেগে একই বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করল। যাত্রার পর কতক্ষণ পর্যন্ত জাহাজ দুটি পরস্পরকে দেখতে পাবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৮ এর উদাহরণ-১ এর অনুরূপ।

২৪। প্রমাণ কর যে, পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের জন্য সংযুক্ত শুদ্ধির পরিমাণ $0.06729d^2$ মিটার।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। **টীকা লেখ ঃ**

(ক) সমতল পৃষ্ঠ ও অনুভূমির তল; **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১.৪ (ক ও গ) নং দ্রষ্টব্য।

(খ) প্যারালাক্স ত্রুটি; **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৩.৪ (জ) নং দ্রষ্টব্য।

(গ) বর্ণাপেরণ; **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

(ঘ) মিলন ভ্রান্তি; **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৭.৩ (ঘ) নং দ্রষ্টব্য।

(ঙ) অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৭.১ (খ) নং দ্রষ্টব্য।

২৬। 100 মিটার দূরবর্তী A ও B বিন্দুর সংযোগকারী রেখার মাঝবিন্দু C-তে যন্ত্র বসিয়ে A ও B-তে স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.225m এবং 2.105m। আবার যন্ত্র A বিন্দুর নিকট বসিয়ে A ও B-তে স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 2.225m এবং 2.105m। কলিমেশন রেখা ঠিক আছে কি? যদি ঠিক না থাকে, তবে তা কোন অবস্থায় আছে? B-তে স্টাফ রীডিং কত হবে? **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৬ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৫ম পর্ব সমাপনী ও ৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ৭/৭/২০১৫]

টেকনোলজি ঃ ৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল ও সিভিল (উড) (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ আর্কিটেকচার ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। বেঞ্চমার্ক বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। দু'-খুঁটি পরীক্ষা কখন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মিলন ভ্রান্তি বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। টেকোমিটারের ধ্রুবকগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কন্টুর ইন্টারভেল বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। থিওডোলাইটের বামমুখী অবস্থা বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। EDM-এর রিফ্লেক্টরের কাজ কী? **উত্তর ঃ** EDM ইউনিট হতে প্রেরিত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রতিফলন করাই রিফ্লেক্টরের কাজ।

৯। প্যারালাক্স কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ভূসাংস্থানিক জরিপ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। বিনিময়ক্রম লেভেলিং-এর উদ্দেশ্যগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। প্রয়োজনীয় চিত্র ও নোটেশনসহ প্রমাণ কর, $h = 0.0673d_2$. **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। শত্রুপক্ষের অবস্থান নির্ণয় করার জন্য একজন সার্ভেয়ার টিলার ওপর দণ্ডায়মান একজন সৈনিকের মাথার উপরিভাগ ও নিচের পায়ের তলা স্টেডিয়া ওয়েব দিয়ে চিহ্নিত করলো। সৈনিকের উচ্চতা 1.50 মি. এবং উন্নতি কোণ 10° হলে যন্ত্র-স্টেশন থেকে সৈনিকের দূরত্ব কত? **উত্তর সংকেত** অধ্যায় ২১ এর উদাহরণ ১৩ এর অনুরূপ।

১৪। কন্টুর রেখার বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। থিওডোলাইটের মৌলিক রেখাগুলোর পারস্পরিক সম্পর্কগুলো উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কোন কোন ক্ষেত্রে ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং ব্যবহৃত হয়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। "সকল থিওডোলাইট টেকোমিটার নয়"– কেন? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী ২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। 'ক' ও 'খ' বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে 100 মিটার উত্তর, 200 মিটার পূর্ব এবং 200 মিটার দক্ষিণ, 600 মিটার পূর্ব হলে কখ বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত** অধ্যায় ১৮ এর উদাহরণ ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি প্রোফাইল বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। গ বিন্দুতে যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুতে স্টাফ-পাঠ পাওয়া গের যথাক্রমে 0.575 মি. এবং – 0.575 মি.। খ বিন্দুর RL = 25 মি. হলে ক বিন্দুর RL কত? **উত্তর সংকেত** অধ্যায় ৭ এর উদাহরণ ২০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। 60 মি. দূরবর্তী A ও B বিন্দুর ঠিক মধ্যবিন্দু C তে একটি ডাম্পি লেভেল বসিয়ে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.424m এবং 1.824m স্টাফ পাঠ পাওয়া গেল। তারপর যন্ত্রটিকে A ও B বিন্দুর মাঝে A হতে 10 মি. দূরে D বিন্দুতে স্থাপন করে A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে 1.722m ও 1.824m স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল। যন্ত্রটি সমন্বয়নের পর A ও B বিন্দুতে সঠিক স্টাফ-পাঠ কত হবে? **উত্তর সংকেত** অধ্যায় ৫ এর উদাহরণ ৫ নং এর অনুরূপ।

২২। কোনো রেখা বরাবর 50 মি. পর পর নিচে লিখিত স্টাফ পাঠগুলো পাওয়া গেল ঃ
1.41, 1.44, 1.80, 1.85, (1.65, 0.75) 2.15, 2.54, 1.65, (2.85, 2.45), 1.42, 1.60, 1.86।
৭ম স্টাফ স্টেশনের ভূমির RL তোমার বোর্ড রোল নম্বরের শেষ দুটি অঙ্ক (মিটারে) ধরে লেভেল ছক তৈরি করে অন্যান্য বিন্দুর RL নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত** অধ্যায় ৬ এর উদাহরণ ১২ নং এর অনুরূপ।

২৩। কলম্বো ও চট্টগ্রাম বন্দরের মধ্যবর্তী সমুদ্রপথের দূরত্ব 2000 কি.মি। একই সময় দুটি জাহাজ ক ও খ যথাক্রমে কলম্বো ও চট্টগ্রাম বন্দর হতে পরস্পরের দিকে যথাক্রমে 30 কিমি./ঘণ্টা এবং 20 কিমি./ঘণ্টা বেগে ছেড়ে গেল। ক ও খ জাহাজের মাস্তুলের উচ্চতা পানি সমতল হতে যথাক্রমে 25m ও 15m হলে কত সময় পর জাহাজ দুটির মাস্তুল পরস্পর দিকচক্রবালে দৃষ্টিগোচর হবে?

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৯.৭ এর উদাহরণ ৭ নং এর অনুরূপ।

২৪। কখ এবং খগ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে 400 মি. ও 45° এবং 500 মি. ও 145°। চ এবং ছ বিন্দু যথাক্রমে কখ এবং খগ বাহুর মধ্যবিন্দু হলে চছ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং এবং ∠খচছ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১৮ এর উদাহরণ ৫নং এর অনুরূপ।

২৫। A ও B বিন্দু হতে একটি ট্যাংকের শীর্ষবিন্দুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে 30°25′ ও 20°30′। A ও B বিন্দুর যন্ত্র হতে নিকটবর্তী বেঞ্চমার্কের (RL = 500m) ওপর স্টাফ-পাঠ যথাক্রমে 2.05m ও 3.25m এবং A ও B স্টেশনের মধ্যবর্তী দূরত্ব 110m। A ও B ট্যাংকের একই দিকে অবস্থিত। নির্ণয় কর ঃ
(i) B বিন্দু হতে ট্যাংকের উচ্চতা;
(ii) A বিন্দু হতে ট্যাংকের অনুভূমিক দূরত্ব।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১৫ এর উদাহরণ ১১ নং এর অনুরূপ।

২৬। রিলিফ উপস্থাপন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী ও ৫ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ৫/১/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল (উড) ও সিভিল (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ এ.আই.ডি.টি ও আর্কিটেকচার (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগ হতে যে-কোনো ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। গড় সমুদ্রতল বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। কলিমেশন রেখা কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। লেভেল যন্ত্রের স্থায়ী সমন্বয়ন কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সমতলমিতি কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৭ এর অতি-সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ৭০০০ মিটার দূরত্বের জন্য সংযুক্ত ভ্রান্তি নির্ণয় কর।

উত্তর ঃ আমরা জানি, সংযুক্ত সংশোধনী, $h = 0.0673\ d^2$

এখানে, $h = ?$

$d = 7000$ মিটার $= 7$ কিলোমিটার

$\therefore h = 0.0673 \times 7^2 = 3.298$m ঋণাত্মক

৬। জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের জন্য কোণ সূত্রটি লেখ।

উত্তর ঃ জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের কোণ এর সূত্রটি $V = \frac{D}{3}\left(A_0 + A_1 + \sqrt{A_0 A_1}\right)$

এখানে, D = কন্টুর ব্যবধান (মিটার)

A_0, A_1 = হিসাবে ব্যবহৃত ধারাবাহিক কন্টুর রেখাদ্বয়ের কন্টুর রেখার বেষ্টিত এলাকার ক্ষেত্রফল (বর্গমিটারে)

V = জলাধারের ধারণক্ষমতা (ঘনমিটার)।

৭। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়নের ধাপগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। যখন বস্তু ও স্টেশন ভিন্ন উল্লম্ব তলে এবং ভিন্ন সমতলে, তখন অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র লেখ।

উত্তর ঃ যখন বস্তু ও স্টেশন ভিন্ন উল্লম্ব তলে এবং ভিন্ন সমতলে, তখন

অনধিগম্য বস্তুর উচ্চতা, $h_1 = D \tan\theta_1$ অথবা, $\frac{b \sin\theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \cdot \tan\theta_1$

এবং অনুভূমিক দূরত্ব, $D = \frac{b \sin\theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$

এখানে, বস্তুর উচ্চতা $= h_1$

অনুভূমিক দূরত্ব $= D$

প্রথম ও দ্বিতীয় স্টেশন বিন্দু থেকে বস্তুর উন্নতি কোণ যথাক্রমে $= \theta_1$ এবং θ_2

বিন্দুদ্বয়ের এলিভেশনের পার্থক্য $= b$

৯। কখ ও খগ ও গঘ রেখার প্রতিসরণ কোণ যথাক্রমে ৫০° বাম ও ৪০° ডান হলে এবং কখ বাহুর বিয়ারিং ১৩০° হলে খগ ও গঘ বাহুর বিয়ারিং নির্ণয় কর।

উত্তর ঃ কখ রেখার বিয়ারিং, $a = 130°$

আমরা জানি, যে-কোনো বাহুর বিয়ারিং $= a \pm$ সরণ কোণ

$\therefore$ খগ রেখার বিয়ারিং $= 130° - 50° = 80°$

গঘ রেখার বিয়ারিং $= 80° + 80° = 160°$

১০। থিওডোলাইট যন্ত্র স্থাপনে ব্যক্তিগত ত্রুটিগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। ভূসংস্থানিক জরিপ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। স্টেডিয়া জরিপের প্রয়োজনীয়তা লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। 'কখগঘঙ' পঞ্চভুজটির কখ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে 240 মিটার ও 300°। 'ক'-এর স্থানাঙ্ক 0.00 হলে 'খ'-এর স্থানাঙ্ক নির্ণয় কর।

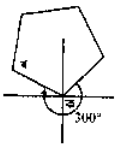
উত্তর ঃ কখ-রেখার হ্রাসকৃত বিয়ারিং = 360° − 300° = 60° (উঃ পঃ)

∴ কখ-রেখার অক্ষাংশ (L) = 240 sin60° = 120 (উত্তর)

এখন কখ-রেখার দ্রাঘিমাংশ (D) = 240 sin 60° = 207.85 (পশ্চিম)

ক-এর স্থানাঙ্ক = (0, 0)

∴ খ-এর স্থানাঙ্ক = 120 (উঃ), 207.85 (পঃ)



১৪। বদ্ধ ট্রাভার্সের কৌণিক মাপের নিরীক্ষাগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রকৃত বিয়ারিং ও চৌম্বক বিয়ারিং-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর ঃ প্রকৃত বিয়ারিং ও চৌম্বক বিয়ারিং-এর মাঝে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

প্রকৃত বিয়ারিং	চৌম্বক বিয়ারিং
১। প্রকৃত মধ্যরেখা হতে ঘড়ির কাঁটা চলার দিকে অর্থাৎ ডানাবর্তে কোন রেখা পর্যন্ত অনুভূমিক কৌণিক দূরত্বকে প্রকৃত বিয়ারিং বলে।	১। চুম্বকীয় মধ্যরেখা হতে ঘড়ির কাঁটা চলার দিকে অর্থাৎ ডানাবর্তে কোন রেখা পর্যন্ত অনুভূমিক কৌণিক দূরত্বকে চৌম্বকীয় বিয়ারিং বলে।
২। এটি প্রকৃত উত্তর রেখার সাথে গঠন করে।	২। এটি চৌম্বকীয় উত্তর রেখার সাথে গঠন করে।
৩। প্রকৃত বিয়ারিং স্থানীয় বিভিন্ন বস্তু দ্বারা প্রভাবিত হয় না।	৩। চৌম্বকীয় বিয়ারিং স্থানীয় বিভিন্ন বস্তু দ্বারা প্রভাবিত হয়।

১৬। কন্টুর বিরতি কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশনের বিভিন্ন উপাদানগুলোর নাম লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনু-৮ এর সপ্র ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সমতলমিতি লঘুকরণের বিভিন্ন পদ্ধতির নিরীক্ষাগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর অসপ্র ১৭ ও ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। র‍্যাব কোড স্টাফ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। দু'প্রকার লেভেল বই-এর নমুনা (ছক) দেখাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। চিত্রসহ বিকিরণ পদ্ধতিতে কন্টুর ম্যাপ অঙ্কন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনু-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। 'কখ' রেখার দৈর্ঘ্য ৯০০ মিটার। ক হতে 'কখ' দূরত্বের $\frac{১}{৬}$ অংশ দূরে 'গ' বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে 'ক' বিন্দুতে পশ্চাৎ পাঠ ২.৩৫২ ও 'খ' বিন্দুতে অগ্রবর্তী পাঠ ৩.২২২ পাওয়া গেল। যদি 'খ' বিন্দুর R.L. ৬০ মিটার হয়, তবে 'ক' বিন্দুর আর.এল. কত? **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। পৃথিবীর ব্যাস নির্ণয় করার জন্য একজন সার্ভেয়ার শান্ত পানিতলের ওপর ১.৫০ মিটার উচ্চতাবিশিষ্ট দণ্ডের মাথা ৯.৮২ কিলোমিটার দূর হতে ঠিক দিগন্ত রেখায় দেখতে পেল। সার্ভেয়ারের দৃষ্টির উচ্চতা ২.০০ মিটার হলে পৃথিবীর ব্যাস কত? **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। 'ক' ও 'খ' বিন্দুর দূরত্ব ৫০ মিটার এবং আর.এল ১০৮, যা একটি নদীর একই পাড়ে অবস্থিত। অপর পাড়ে 'গ' বিন্দুতে টাওয়ারের শীর্ষের উন্নতি কোণ ৪৫°২৫′১০″ ও ৬০°১৫′। ক ও খ-এর ওপর স্টাফ পাঠ যথাক্রমে ১.৯৫, ২.৫ মিটার হলে শীর্ষবিন্দুর আর.এল এবং নদীর প্রস্থ নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। 'ক' বিন্দুতে একটি টেকোমিটার বসিয়ে 'খ' বিন্দুতে স্টাফ খাড়া অবস্থায় স্টেডিয়া পাঠ যথাক্রমে ১.২৫৬, ২.২২৫ ও ৩.১৬৬ পাওয়া গেল এবং অবনতি কোণ-৭°৩৫′ গৃহীত হল। ক বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা ১.৮০ মিটার হলে 'ক' ও 'খ' বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ও এলিভেশন পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-২১ এর উদাহরণ-১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। নিচে বর্ণিত 'কখগঘক' বদ্ধ ট্রাভার্সের বিভিন্ন বাহুর অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ হতে স্থানাঙ্ক পদ্ধতিতে এটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর ঃ

বাহু	অক্ষাংশ	দ্রাঘিমাংশ
কখ	197.8 (N)	120.5 (E)
খগ	232.5 (S)	186.5 (E)
গঘ	150.5 (S)	86.5 (W)
ঘক	185.2 (N)	220.5 (W)

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৮ এর অনুচ্ছেদ ১৮.৩ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ ও ৫ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ-২২/৬/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল ও সিভিল (উড) (২০১০ প্রবিধান)

৫ম পর্ব ঃ আর্কিটেকচার ও এআইডিটি (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

[বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩]

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগ হতে যে-কোন ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। অনুভূমিক লাইন বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যারালাক্স কীভাবে দূর করা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। লেভেলিং স্টাফ এর ব্যবহার উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। থিওডোলাইটের অস্থায়ী সমন্বয়ন বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

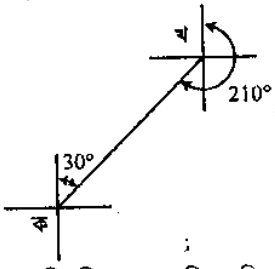
৫। ক খ রেখার সম্মুখ বিয়ারিং 30° হলে, পশ্চাৎ বিয়ারিং চিত্রসহ নির্ণয় কর।

উত্তর ঃ দেওয়া আছে,

কখ রেখার সম্মুখ বিয়ারিং = 30°

∴ কখ রেখার পশ্চাৎ বিয়ারিং = 30° + 180°

= 210°



৬। হ্রাসকৃত তল (RL) বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। টপোগ্রাফিক সার্ভে এবং রিলিফ সার্ভের সংজ্ঞা দাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। বডিচ (Bowditch) এর সূত্র লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৭.৪(ক) নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্টেডিয়া জরিপ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। জলাধারের ধারণক্ষমতা নির্ণয়ের জন্য কোণ সূত্রটি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** ২০১৫ সালের প্রশ্নের ৬ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। স্টেডিয়া জরিপে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। থিওডোলাইট যন্ত্র দিয়ে অনুভূমিক কোণ নির্ণয় প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং ও হ্রাসকৃত বিয়ারিং এর মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লেভেলিং-এ পৃথিবীর বক্রতার প্রভাব বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্টুর এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি লেভেল সেকশনের বিভিন্ন উপাদানগুলোর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। টপোগ্রাফিক জরিপের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। বদ্ধ ট্রাভার্সের সমতায়ন বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। অ্যানালাইটিক লেন্স এর প্রভাব বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। থিওডোলাইট যন্ত্র দিয়ে মাঠে কাজের সময় সৃষ্ট ত্রুটিগুলো প্রতিকারের উপায় বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১৯.৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। ট্যাকোমেট্রিক ধ্রুবক নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ডিজিটাল থিওডোলাইটের স্থায়ী সমন্বয়ন বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। AB রেখার দৈর্ঘ্য 700 মিটার। A হতে AB দূরত্বের $\frac{1}{5}$ অংশ দূরে C বিন্দুতে লেখন যন্ত্র বসিয়ে A বিন্দুতে পশ্চাৎ পাঠ 1.312 ও B বিন্দুতে অগ্রবর্তী পাঠ 2.333 পাওয়া গেল। যদি B বিন্দুর R.L 50 মিটার হয়। তবে A বিন্দু, B বিন্দু অপেক্ষা উচু না নিচু, নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায় ৯ এর উদাহরণ ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। A বিন্দুতে একটি ট্যাকোমিটার বসিয়ে B বিন্দুতে স্টাফ খাড়া অবস্থায় রেখে স্টেডিয়া পাঠ যথাক্রমে 1.201, 3.121 ও 4.112 পাওয়া গেল এবং অবনতি কোণ 6°30 গৃহীত হল। A বিন্দুতে যন্ত্রের উচ্চতা 1.70 মিটার হলে A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ও এলিভেশন পার্থক্য লেখ।

উত্তর ঃ A হতে B বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব, $D = S\frac{f}{i}\cos^2\theta + (f + d)\cos\theta$

$= (4.112 - 1.201) \times 100 \times \cos^2 6°30' + 0 = 287.37$ মিটার

A এর যন্ত্রের অক্ষ হতে B এর স্টাফের মধ্য পাঠ পর্যন্ত উল্লম্ব দূরত্ব,

$V = S.\frac{f}{i}\frac{\sin^2\theta}{2} + (f + d)\sin\theta$

$= (4.112 - 1.201) \times 100 \times \frac{\sin 2 \times 6°30'}{2} + 0 = 32.74$ মিটার।

A ও B বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য $= 1.70 - 32.74 - 3.121 = -34.161$ মিটার।

∴ প্রদত্ত দুই বিন্দুর এলিভেশনের পার্থক্য 34.161 মিটার।

২৫। 'কখগঘঙক' পঞ্চভুজটির খগ রেখার দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং যথাক্রমে 200 মিটার ও 300°। ক এর স্থানাঙ্ক 0.00 হলে 'খ' এর স্থানাঙ্ক নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** ২০১৫ সালের প্রশ্নের ১৩ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৬। ট্রপোগ্রাফিক ম্যাপ প্লটকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী ২২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৫ম পর্ব সমাপনী ও ৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৬ [তারিখ ঃ ২৭/১২/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল (উড) ও সিভিল (প্রবিধান ২০১০)

৫ম পর্ব ঃ আর্কিটেকচার ও এ.আই.ডি.টি (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ সার্ভেয়িং-২

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। উপাত্ত তল বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। জি.টি.এস এবং স্থায়ী বেঞ্চ মার্কের মাঝে পার্থক্য কী? **উত্তর সংকেত ঃ** ২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। লেভেল যন্ত্রের অস্থায়ী সমন্বয়ের ধাপগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সমতলমিতি লঘুকরণ বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। দৃশ্যমান দিগন্তে দূরত্ব বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ৬″ থিওডোলাইট বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কন্টুর ও কন্টুরিং বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। কার্যকরী প্রোফাইল কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ট্রাভার্স সমতাকরণের পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেকোমিটারে এনালেটিক লেন্স কেন ব্যবহার করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। প্যারালাক্স কী এবং কীভাবে দূর করা যায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমতলমিতি লঘুকরণে কলিমেশন পদ্ধতি ও উঁচু-নীচু পদ্ধতির তুলনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। যন্ত্রের বামমুখী অবস্থা বলতে কী বোঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। গ বিন্দুতে লেভেল যন্ত্র বসিয়ে ক ও খ বিন্দুর স্টাফ-পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে ১.৭৫ মি. ও ২.১৫ মি.। ক. বিন্দুর আর.এল ২৫ মি. হলে খ বিন্দুর আর.এল কত? **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ-১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। বিনিময়ক্রমে লেভেলিং কখন করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। টেকোমিটারের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বদ্ধ ট্রাভার্সের কৌণিক নিরীক্ষাগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পূর্ণবৃত্ত বিয়ারিং থেকে হ্রাসকৃত বিয়ারিং-এ পরিবর্তনকরণ ছকটি দেখাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ক ও খ বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে ৫ মি. উত্তর ও ১০ মি. পূর্ব এবং ১০ মি. দক্ষিণ ও ৩০ মি. পশ্চিম হলে কখ বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং কত? **উত্তর সংকেত ঃ** ১৮.২ নং অনুচ্ছেদের উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভূসাংস্থানিক জরিপের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। একটি লেভেল যন্ত্রের সাহায্যে নীচের স্টাফ-পাঠগুলো ১৫ মি. পর পর গৃহীত হলো ঃ
স্টাফ পাঠ ঃ ২.৭০, ২.১৫, ১.৪৭, (১.৩০, ৩.৫০), ৩.০০, (২.১০, ২.০৫) ও ১.৫৫।
৪র্থ পাটটি ডেটাম লাইনের ওপর নেয়া হয়েছে। উঁচু-নীচু পদ্ধতিতে লেভেল বই-এর পৃষ্ঠায় পাঠগুলো লিপিবদ্ধ কর এবং গাণিতিক নিরীক্ষাসহ বিভিন্ন বিন্দুর R.L নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ডিজিটাল থিওডোলাইট দিয়ে ট্রাভার্সকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** ১৬.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২৩। লেভেলিং-এ পৃথিবীর বক্রতা ও আলোর প্রতিসরণের প্রভাব বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। নীচের তথ্যাদি থেকে একটি জলাধারের ধারণক্ষমতা ট্রাপিজয়ডাল ও প্রিজময়ডাল নিয়মে নির্ণয় কর ঃ

কন্টুর (মিটারে)	ক্ষেত্রফল (ব.মি.)
৩৫	২০০
৪৫	২৮৫
৫৫	৩৫০
৬০	৪২৫
৬৫	৫৫০

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ-২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। নিম্নের তথ্যাদি সাহায্যে দুটি বৈদ্যুতিক টাওয়ারের মধ্যবর্তী ও শীর্ষ বিন্দু দুটির বিমান দূরত্ব নির্ণয় কর। টাওয়ার ও স্টেশনগুলো একই উল্লম্ব তলে অবস্থিত।

স্টেশন	স্টাফ পাঠ (B.M-এর ওপর)	উল্লম্ব কোণ		মন্তব্য
		১ম টাওয়ার	২য় টাওয়ার	
ক	১.৮৫	১০°৪০′	৬°২০′	কখ = ২৫ মিটার
খ	১.৫২	৫°১৫′	৭°১০′	BM RL = ৩০ মিটার

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৫ এর উদাহরণ-৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। কখগঘঙক একটি বদ্ধ ঘেরের চারটি বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নীচে দেয়া হলো ঃ

বাহু	দৈর্ঘ্য (মি.)	বিয়ারিং
কখ	২১০	১৪৫°৩০′
খগ	২৫০	৪২°–০০′
গঘ	১৬০	৩৩০°–২০′
ঘঙ	১৮০	২৫০°–৪০′

ঙক বাহুর দৈর্ঘ্য ও বিয়ারিং নির্ণয় কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অধ্যায়-১৮ এর উদাহরণ-১০ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com