BDeBooks.com

E-BOOK

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

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রবর্তিত ৪ চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের

সিভিল, কনস্ট্রাকশন এবং এনভায়রনমেন্টাল টেকনোলজির চতুর্থ পর্বের নতুন সিলেবাস অনুযায়ী প্রণীত

হাইড্রোলিক্স

HYDRAULICS

Subject Code : 6445

[অতি সংক্ষিপ্ত, সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক

প্রশ্নোত্তর এবং বাকাশিবো সাল উল্লেখসহ]

রচনায় ঃ

মোঃ শফিকুল ইসলাম

বিএসসি-ইন টেকনিক্যাল এডুকেশন (ঢাবি)

ইনস্ট্রাক্টর (সিভিল), বগুড়া পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, বগুড়া

প্রাক্তন ইনস্ট্রাক্টর (সিভিল), পাবনা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, পাবনা

মোঃ মনিরুজ্জামান

ডিপ্লোমা ইন সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং (ডিসটিঙ্কশনসহ ৪র্থ স্থান)

ডিপ্লোমা ইন টেকনিক্যাল এডুকেশন (সিভিল), (ফার্স্ট ক্লাস ফার্স্ট)

জুনিয়র ইনস্ট্রাক্টর (সিভিল), পাবনা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, পাবনা

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 প্রকাশ ঃ ২০ আগস্ট ২০১৪
দ্বিতীয় প্রকাশ ঃ ১ জানুয়ারি ২০১৬
পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ ঃ
তৃতীয় প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায় ঃ মোঃ আশরাফুল হক আলো

সার্বিক তত্ত্বাবধানে ঃ ইঞ্জিঃ মোঃ হামিদুল হক মামুন

চিত্রাঙ্কনে ঃ মীর মোঃ আব্দুল হালিম

বর্ণবিন্যাসে ঃ জি. মাওলা কম্পিউটার

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

[বাংলাদেশ পুস্তক প্রকাশক ও বিক্রেতা সমিতি কর্তৃক পৃষ্ঠীত]

মূল্য (MRP) ঃ ৩০০.০০ টাকা মাত্র

লেখকের কথা

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

বাংলাদেশে শিক্ষার সকল স্তরে বাংলা ভাষার প্রবর্তন খুবই যুক্তিসঙ্গত। মাতৃভাষাকে শিক্ষার বাহন হিসাবে গ্রহণ করার জন্য নানা দিক ব্যাপক সাড়া পড়েছে। বাংলা ভাষায় লিখিত বইয়ের অভাবে এটি বাস্তবে রূপায়িত হতে পারছে না। তাই প্রয়োজনের তাগিদে সাড়া দিয়ে শিক্ষার্থীদের সামান্য কিছু দেয়ার উদ্দেশ্যেই আমাদের এই ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক চালুকৃত নতুন পাঠ্যসূচি অনুযায়ী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউটসমূহের সিভিল, কনস্ট্রাকশন এবং এনভায়রনমেন্টাল টেকনোলজির চতুর্থ পর্বের জন্য "হাইড্রোলিক্স (৬৪৪৫)" বইখানি লিখিত হয়েছে।

আমাদের শিক্ষকতার অভিজ্ঞতার লব্ধ বাস্তব জ্ঞান ও ছাত্রদের সুবিধা-অসুবিধার কথা বিবেচনা করে সহজ, সরল ও প্রাঞ্জল ভাষায় হাইড্রোলিক্স এর মতো জটিল বিষয়কে সহজভাবে করে ছাত্রদের সামনে তুলে ধরার চেষ্টা করেছি।

পাণ্ডুলিপি প্রণয়নে স্বনামধন্য যে সকল লেখকের বই-এর সাহায্য নিয়াছি, তাদের নিকট কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছি। স্বল্পতম সময়ের মধ্যে বইটি প্রকাশের ব্যবস্থা গ্রহণ করায় হক পাবলিকেশনস-এর স্বত্বাধিকারিণী হাজী জাহানারা হককে ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

শিক্ষার্থীগণ এই বই পাঠে যদি কিঞ্চিৎ উপকৃত হয় তবেই আমাদের সার্থকতার সীমিপথ খুঁজে পাব এবং ছাত্রদের প্রতি আমাদের ভালবাসা ও স্নেহ ব্যর্থ হয়নি বলে আমরা মনে করব। সীমাহীন ব্যস্ততার মাঝে কিছু ছাপার ভুল হতে পারে, আগামী সংস্করণে তা সংশোধন করতে চেষ্টা করব।

ধন্যবাদান্তে

মোঃ শফিকুল ইসলাম

মোঃ মনিরুজ্জামান

উৎসর্গ

আমাদের স্নেহময়ী মা ও বাবা'কে

— লেখকবৃন্দ

Syllabus

Subject code	Name of the subject	T	P	C	MARKS				
					Theory		Practical		Total
					Cont. assess	Final exam.	Cont. assess	Final exam.	
6445	Hydraulics	3	3	4	30	120	25	25	200

- To enable to understand the behavior of incompressible fluids.
- To enable to understand the fundamentals of buoyancy.
- To enable to understand flow of liquid in closed system and in open channel.
- To assist in identifying the common measuring instruments/apparatus used in measuring the various parameters of flowing liquid.
- To enable to applying the common measuring instruments/apparatus in measuring the various parameters of flowing liquid.

SHORT DESCRIPTION

Fluid pressure; Buoyancy; Principles of flow of fluid; Flow through orifices and mouthpieces; Losses of head of flowing liquid; Friction and flow through pipes; Flow of liquid through notches and weirs; Flow of liquid through open channel; Measurement of velocity of flow by current-meter and float.

DETAIL DESCRIPTION

Theory :

FLUID AND PRESSURE

1 Understand the basic concept of fluid and its properties.

1.1 Define fluid, liquid and gases.
1.2 Differentiate fluid, liquid and gases.
1.3 Define hydraulics.
1.4 Define density, specific weight, surface tension, capillarity and viscosity of liquid.

2 Understand the aspects of fluid pressure.

2.1 State the meaning of intensity of pressure.
2.2 State the meaning of pressure head and static head of liquid.
2.3 Define free surface of liquid, atmospheric pressure, gauge pressure, vacuum pressure and absolute pressure.
2.4 Compute the intensity of pressure and total pressure at the base/side wall of a tank full of water.
2.5 Identify hydraulic ram and plunger.
2.6 Explain the working principle of a hydraulic ram.
2.7 Calculate the weight lifting capacity of ram.

3 **Understand the technique of measuring the fluid pressure.**

3.1 Define piezometer, manometer, differential manometer and inverted differential manometer.

3.2 Outline the specific uses and limitations of each of the fluid pressure measuring devices in 3.1.

3.3 Compute liquid pressure using piezometer.

3.4 Compute liquid pressure using simple manometer.

3.5 Compute difference of fluid pressure between two sections of a pipe line using differential manometer.

3.6 Compute difference of fluid pressure between two sections of a pipe line using inverted differential manometer.

4 **Understand the concept of total pressure and center of pressure on immerged plane surface.**

4.1 Explain the meaning of total pressure and center of pressure on an immerged plane surface.

4.2 Express the deduction of formula for computing total pressure on a vertically immerged plane surface.

4.3 Express the deduction of formula for computing center of pressure on a vertically immerged plane surface.

4.4 Compute total pressure on a vertically immerged plane surface.

4.5 Compute center of pressure of liquid on a vertically immerged plane surface.

BUOYANCY

5 **Understand the fundamental concepts of buoyancy.**

5.1 Define buoyancy and center of buoyancy.

5.2 State the meaning of metacentre and metacentric height.

5.3 Mention the conditions of equilibrium of a floating body.

5.4 Compute the metacentric height using experimental formula.

PRINCIPLES OF FLOW OF FLUID

6 **Understand the principles of flow of liquid under different conditions.**

6.1 Define various types of flow such as: laminar flow, turbulent flow, steady flow, unsteady flow, uniform flow, non-uniform flow, incompressible flow, rotational flow, irrotational flow, continuous flow.

6.2 Explain the term discharge.

6.3 State the equation of continuity of liquid flow.

6.4 Explain datum head, velocity head, pressure head and total head of a liquid.

7 **Understand the concept of Bernoulli's theorem.**

7.1 State the Bernoulli's theorem.

7.2 Prove the Bernoulli's theorem.

7.3 Describe construction of venturimeter and pitot tube.

7.4 Compute the discharge in a given pipe line by using venturimeter.

7.5 Compute velocity and discharge in a section of a flowing liquid by using a pitot tube.

FLOW THROUGH ORIFICES AND MOUTHPIECES

8 Understand the aspects of flow through orifice and mouthpiece.

8.1 Define the terms: orifice, jet of water and venacontracta.

8.2 State the meaning of co-efficient of contraction (Cc), co-efficient of velocity (Cv), co-efficient of discharge (Cd).

8.3 State the relation among Cc, Cv and Cd.

8.4 Calculate the time of emptying a rectangular tank and hemispherical vessel through orifice.

8.5 Define the term mouthpiece.

8.6 Explain the functions of a mouthpiece.

8.7 Distinguish between external and internal mouthpieces.

LOSSES OF HEAD OF FLOWING LIQUID

9 Understand the aspects of different types of losses of head of flowing liquid.

9.1 Explain the meaning of fluid friction.

9.2 Define different types of losses of head of flowing liquid such as:

(a) Loss of head due to friction.

(b) Loss of head due to bend and elbows.

(c) Loss of head due to sudden enlargement.

(d) Loss of head due to sudden contraction.

(e) Loss of head at entrance to pipe.

(f) Loss of head due to obstruction.

9.3 Write down the formulae for different types of losses of head.

9.4 Calculate loss of head due to friction.

FRICTION AND FLOW THROUGH PIPES

10 Understand the aspects of friction and flow through pipes.

10.1 State the meaning of critical velocity of liquid.

10.2 State the meaning of the friction in pipes of flowing liquid, hydraulic gradient and hydraulic mean depth.

10.3 State the Chezy's formula for loss of head due to friction in pipes.

10.4 State the Darcy's formula for loss of head due to friction in pipes.

10.5 Calculate the loss of head due to friction in pipes using Chezy's formula.

10.6 Calculate the loss of head due to friction in pipes using Dracy's formula.

FLOW OF LIQUID THROUGH NOTCHES AND WEIRS

11 Understand the principle of flow through notches.

11.1 Define notch.

11.2 Identify different types of notches with sketches such as: rectangular notch, V-notch and trapezoidal notch.

11.3 Outline the advantages of triangular notch over rectangular notch.

11.4 State the formulae for measuring discharges through rectangular notch, V-notch and trapezoidal notch.

11.5 Calculate the discharges through rectangular notch using discharge formulae.

11.6 Calculate the discharges through triangular notch using discharge formulae.

11.7 Calculate the discharges through trapezoidal notch using discharge formulae.

12 Understand the principle of flow through weirs.

12.1 Define the term weir.

12.2 Outline the differences between weirs and notches.

12.3 State Francis' formula for discharge through a rectangular weir.

12.4 State Bazin's formula for discharge through a rectangular weir.

12.5 Calculate the discharges through rectangular weir using Francis' formula.

12.6 Calculate the discharges through rectangular weir using Bazin's formula.

FLOW OF LIQUID THROUGH OPEN CHANNEL

13 Understand the aspects of flow of liquid through open channel.

13.1 Define the terms: open channel, wetted perimeter and hydraulic radius, hydraulic jump, critical depth.

13.2 State the different types of open channels.

13.3 State the Chezy's formula for velocity of flow in open channel.

13.4 State the Manning's formula for velocity of flow in open channel.

13.5 Select the conditions for most economical section of a rectangular channel.

19.6 Mention the uses of current meter and float to determine velocity of flow.

Practical :

1. Measure pressure at a particular section / point of a tank or pipe line:
   (a) by a piezometer.
   (b) by a simple manometer.
2. Measure difference of pressure between two sections of a flowing liquid:
   (a) by differential manometer.
   (b) by inverted differential manometer.
3. Demonstrate proof of Bernoulli's theorem.
4. Measure discharge through a pipe line by venturimeter.
5. Determine co-efficient of discharge (Cd), coefficient of velocity (Cv) and coefficient of contraction (Cc).
6. Measure discharge through a triangular notch (V-notch) and calculate coefficient of discharge.
7. Determine co-efficient of friction in GI and PVC pipe.
8. Measure the loss of head due to friction in pipe.
9. Measure the loss of head due to sudden enlargement and sudden contraction of pipe.
10. Observe different types of flow in a typical open channel.
11. Measure velocity of flow in a typical open channel by :
    (a) a current meter.
    (b) a float.
    (c) a pitot tube.
12. Observe hydraulic jump in a typical open channel due to obstruction of flow by a weir and measure the depth of the jump.

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ ঃ প্রবাহ এবং চাপ

১.০ সূচনা ১৫
১.১ হাইড্রলিক্স এর সংজ্ঞা ১৫
১.২ প্রবাহী, তরল এবং গ্যাস ১৬
১.৩ তরল ও গ্যাসের পার্থক্য ১৬
১.৪ পানি এবং প্রবাহীর ঘনত্ব, আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন, সংকোচনশীলতা, পৃষ্ঠটান, কৈশিকতা, সান্দ্রতার সংজ্ঞা ১৭

অনুশীলনী-১
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৯
- গাণিতিক সমস্যাবলি ২৯

অধ্যায়-২ ঃ প্রবাহীর চাপ

২.০ চাপ ৩০
২.১ চাপের তীব্রতা ৩০
২.২ প্রবাহী স্থির অবস্থায় চাপের তীব্রতা ৩১
২.৩ প্যাসকেলের সূত্র ৩২
২.৪ প্রেসার হেড/স্টেটিক হেড ৩৩
২.৫ তরলের মুক্ততল, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ, ভ্যাকুয়াম চাপ এবং পরম চাপ ৩৩
২.৬ পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ এবং ভ্যাকুয়াম চাপের সম্পর্ক ৩৫
২.৬.১ পানিপূর্ণ পাত্রের সাহায্যে চাপের তীব্রতা ও মোট চাপ নির্ণয় ৩৫
২.৬.২ পানি দিয়ে পূর্ণপাত্রের পার্শ্ব/তলদেশের মোট চাপ নির্ণয় ৩৬
২.৭ হাইড্রলিক র‍্যাম এবং প্লাঞ্জার ৩৭
২.৭.১ হাইড্রলিক র‍্যামের কার্যপ্রণালি ৩৭
২.৭.২ হাইড্রলিক প্রেসের কার্যনীতি ৩৮

অনুশীলনী-২
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬০
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬২
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬৪
- গাণিতিক সমস্যাবলি ৬৪

অধ্যায়-৩ ঃ প্রবাহীর চাপ মাপার কলাকৌশল

৩.০ চাপের পরিমাপ ৬৫
৩.১ বিভিন্ন প্রকার প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র ৬৫
৩.১.১ পিজোমিটার, ম্যানোমিটার, ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার এবং ইনভার্টেড ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার . ৬৬
৩.২ প্রবাহীর চাপমান যন্ত্রের ব্যবহার ও অসুবিধা ৬৭
৩.৩ প্রেসার মেজারমেন্ট পদ্ধতি ৬৭
৩.৪ ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটার ব্যবহার করে চাপ নির্ণয় ৬৮
৩.৪.১ পিজোমিটারের ব্যবহার ৬৯
৩.৫ ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় ৬৯
৩.৬ ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে পাইপের দুটি বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় ৭১
● **সমাধানসহ সমস্যাবলি** ৭৭
অনুশীলনী-৩
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৫
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৬
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯৯
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ৯৯

অধ্যায়-৪ ঃ ডুবন্ত তলের মোট চাপ ও চাপের কেন্দ্র

৪.১ মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের ব্যাখ্যা ১০১
৪.১.১ ডুবন্ত হেলান তলের মোট চাপ নির্ণয় ১০১
৪.১.২ ডুবন্ত হেলান তলের মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় ১০২
৪.২ ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপ ১০৬
৪.৩ আনুভূমিক ডুবন্ত তলের মোট চাপের হিসাব ১০৭
৪.৩.১ ডুবন্ত খাড়া তলের মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় সংক্রান্ত সমাধানসহ সমস্যাবলি ১০৮
৪.৩.২ ডুবন্ত খাড়া তলের চাপ কেন্দ্র ১১৫
৪.৫ খাড়া ওয়াল বা বাঁধের মোট চাপ নির্ণয় ১১৭
● **সমাধানসহ সমস্যাবলি** ১১৭
অনুশীলনী-৪
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৩
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৪
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২৭
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ১২৮

অধ্যায়-৫ ঃ প্লবতা

৫.০ আর্কিমিডিসের সূত্র ১২৯
৫.১ প্লবতা ও প্লবতার কেন্দ্র ১৩০
● সমাধানসহ সমস্যাবলি ১৩০
৫.২ মেটাসেন্টার এবং মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতার ব্যাখ্যা ১৩১
৫.৩ ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তাবলি ১৩২
৫.৪ মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতার পরিক্ষামূলক নিরূপণ ১৩৪
অনুশীলনী-৫
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৯
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৯
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪১
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ১৪১

অধ্যায়-৬ ঃ প্রবাহীর প্রবাহ নীতি

৬.০ প্রবাহীর প্রবাহ ১৪২
৬.১ বিভিন্ন প্রকার ফ্লুইড প্রবাহের সংজ্ঞা ১৪২
৬.২ নির্গমন ও নির্গমনের ব্যাখ্যা ১৪৪
৬.৩ প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণ ১৪৫
৬.৪ প্রবাহীর হেড ও মোট হেড ১৫১
অনুশীলনী-৬
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫২
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫৪
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৫৬
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ১৫৬

অধ্যায়-৭ ঃ বার্নোলীর সূত্র

৭.১ বার্নোলীর সূত্র ১৫৭
৭.২ বার্নোলীর সূত্রের প্রমাণ ১৫৮
৭.২.১ বার্নোলীর সূত্র অবলম্বনে সমস্যাবলির সমাধান ১৫৯
৭.৩ ভেনচুরি মিটারের বর্ণনা ১৬৯
৭.৪ ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বেগ ও নির্গমন নির্ণয় ১৭৩
৭.৫ পিটট টিউবের সাহায্যে বেগ ও নির্গমন নির্ণয় ১৮১
অনুশীলনী-৭
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮৬
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৮৮
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ১৮৯

অধ্যায়-৮ ঃ অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

৮.০ সূচনা ১৯০
৮.১ অরিফিস, ওয়াটারজেট, ভেনাকন্ট্রাকটা ১৯০
৮.১.১ অরিফিস ১৯০
৮.১.২ ওয়াটারজেট ১৯০
৮.১.৩ ভেনাকন্ট্রাকটা ১৯১
৮.২ সংকোচন সহগ (C_c) বেগের সহগ (C_v), নির্গমন সহগ (C_a) এবং বাধার সহগ (C_r) এর ব্যাখ্যা ১৯১
৮.২.১ সংকোচনের সহগ ১৯১
৮.২.২ বেগের সহগ ১৯১
৮.২.৩ নির্গমনের সহগ ১৯৩
৮.২.৪ বাধার সহগ ১৯৩
৮.৩ সংকোচনের সহগ (C_c), বেগের সহগ (C_v) এবং নির্গমনের সহগের (C_d) মধ্যকার সম্পর্ক ১৯৩
৮.৪ বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিস দিয়ে নির্গমন ১৯৬
৮.৫ আয়তাকার ও অর্ধগোলাকার পাত্র হতে অরিফিসের মাধ্যমে খালি করার সময় নির্ণয় ১৯৭
৮.৫.১ অর্ধগোলাকার (Hemispherical) ট্যাংক খালি করতে প্রয়োজনীয় সময় ২০১
৮.৬ মাউথপিসের সংজ্ঞা ২০৪
৮.৬.১ মাউথ পিসের কাজ ২০৪
৮.৭ অনাভ্যন্তরীণ ও অভ্যন্তরীণ মাউথপিস ২০৫
৮.৭.১ অনাভ্যন্তরীণ মাউথ পিস ২০৫
৮.৭.২ অভ্যন্তরীণ মাউথপিস (Internal mouth piece) বা বোর্ডার মাউথ পিস ২০৮
৮.৭.৩ প্রবাহ পূর্ণ মাউথপিস ২১০

অনুশীলনী-৮
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১২
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১৪
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২১৭
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ২১৭

অধ্যায়-৯ ঃ তরল প্রবাহীর হেড লস

৯.১ ফ্লুইড ঘর্ষণ ২১৯
৯.২ বিভিন্ন প্রকারের হেড লস ২১৯
৯.৩ বিভিন্ন প্রকার হেড লসের সংজ্ঞা ও সূত্রাবলি ২২০
৯.৪ হেড লসের সূত্র অবলম্বনে হেড লস নির্ণয় ২২৩

অনুশীলনী-৯
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩৪
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩৫
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৩৬
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ২৩৬

অধ্যায়-১০ ঃ ঘর্ষণ ও পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

১০.০ পাইপের সংজ্ঞা ২৩৭
১০.১ ফ্লুইডের ঘর্ষণ ও ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি ২৩৭
১০.২ পাইপের ভিতর দিয়ে তরলের প্রবাহের ঘর্ষণ, হাইড্রলিক গ্রাডিয়েন্ট, ভেলোসিটি হেড, প্রেসার হেড, ডেটাম হেড, ঘর্ষণের কারণে হেড লস, হাইড্রলিক মিন ডেপথ্ ২৩৮
১০.৩ চেজির সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় ২৪০
১০.৪ ডার্সিস সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় ২৪২
১০.৪.১ হেড লস পাইপের মধ্যস্থ ঘর্ষণের এক তৃতীয় অংশ হলে স্থানান্তরীত ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি ২৪৩
১০.৫ চেজির ও ডার্সিস সূত্র ব্যবহার করে পাইপের ঘর্ষণজনিত বাধা নির্ণয় ২৪৪
অনুশীলনী-১০
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪৯
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫০
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৫১
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ২৫২

অধ্যায়-১১ ঃ নচ-এর মধ্য দিয়ে তরলের প্রবাহ

১১.১ নচের সংজ্ঞা ২৫৩
১১.২ বিভিন্ন প্রকারের নচ, যেমন ঃ আয়তকার নচ, ভি-নচ এবং ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচ ২৫৩
১১.৩ আয়তাকার নচ অপেক্ষা ভি-নচের সুবিধা ২৫৪
১১.৪ আয়তকার নচ, ত্রিভুজাকার নচ এবং ট্রাপিজয়ডাল নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় ২৫৫
১১.৪.১ ত্রিভুজ আকৃতি নচ (Triangular or V-notch) দিয়ে নির্গমন ২৫৬
১১.৪.২ ট্রাপিজয়ডাল নচ (Trepazoidal notch) দিয়ে নির্গমন ২৫৭
১১.৫, ১১.৬ এবং ১১.৭ নচের সূত্র ব্যবহার করে নির্গমন নির্ণয় ২৫৭
অনুশীলনী-১১
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬৪
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬৫
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৬৬
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ২৬৭

অধ্যায়-১২ ঃ অয়্যারের মধ্য দিয়ে তরলের প্রবাহ নীতি

১২.১ অয়্যারের সংজ্ঞা ২৬৮
১২.২ নচ ও অয়্যারের মধ্যে পার্থক্য ২৬৯
১২.৩ আয়তাকার অয়্যারে ফ্রান্সিসের সূত্র ২৬৯
১২.৪ আয়তাকার অয়্যারের জন্য বেজিনের সূত্র ২৭১
১২.৫ ফ্রান্সিস ও বেজিন এর সূত্র ব্যবহার করে আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন নির্ণয় ২৭৫

অনুশীলনী-১২
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮১
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮২
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৮৪
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ২৮৪

অধ্যায়-১৩ ঃ খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

১৩.১ খোলা চ্যানেল ভিজা পরিসীমা এবং হাইড্রলিক রেডিয়াস ২৮৫
১৩.২ খোলা চ্যানেলের ভিতর বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ ক্রিটিক্যাল ডেপথ, হাইড্রলিক জাম্প ২৮৬
১৩.৩ বিভিন্ন প্রকারের খোলা নালা ২৯১
১৩.৪ চ্যাজির এর সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয় ২৯২
১৩.৫ ম্যানিংস-এর সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয় ২৯৩
১৩.৬ আয়তাকার ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারণের শর্ত ২৯৩
১৩.৭ করেক্ট মিটার ও ফ্লুটের বর্ণনা ২৯৫
১৩.৮ আয়তাকার ও ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের সমস্যা ও সমাধান ২৯৭

অনুশীলনী-১৩
◆ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০৫
◆ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০৮
◆ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩০৯
❖ গাণিতিক সমস্যাবলি ৩১০

ব্যবহারিক

▸▸ পাইপ লাইনে অথবা ট্যাংকের কোন নির্দিষ্ট সেকশনে/পয়েন্টে চাপ নির্ণয় ৩১৩
▸▸ সরল ম্যানোমিটারের সাহায্যে তরল প্রবাহের চাপ নির্ণয় ৩১৪
▸▸ প্রবাহিত তরলের দুই সেকশনের চাপের পার্থক্য নির্ণয় ৩১৫
▸▸ উল্টানো ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারের তরলের চাপ পার্থক্য ৩১৬
▸▸ বার্নোলীর সূত্রের প্রমাণকরণ ৩১৭
▸▸ ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপ লাইনের নির্গমন নির্ণয় ৩১৮
▸▸ নির্গমন সহগ (C_d), বেগের সহগ (C_v) এবং সংকোচন সহগ (C_c) নির্ণয় ৩১৯
▸▸ ত্রিভুজাকৃতির নচ (ভি-নচ) এর নির্গমন নির্ণয় ৩২০
▸▸ পাইপে ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস নির্ণয় ৩২১
▸▸ পাইপে হঠাৎ প্রসারণ এবং হঠাৎ সংকোচনজনিত কারণে হেডলস এর পরিমাণ নির্ণয়করণ ৩২২
▸▸ কোন চ্যানেল দিয়ে প্রবাহিত তরলের বেগ নির্ণয় ৩২৩
▸▸ খোলা চ্যানেলে বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ প্রদর্শন ৩২৪

সুপার সাজেশনস ৩২৫–৩৭২

বাকশিবো প্রশ্নাবলি ৩৭৩–৪১৬

অধ্যায় ১

প্রবাহ এবং চাপ
(Fluid and Pressure)

১.০ সূচনা (Introduction) ঃ

প্রকৌশল বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার (Branch) মধ্যে একটিতে তরল ও বায়বীয় পদার্থের প্রবাহ, চাপ ইত্যাদি ধর্ম নিয়ে আলোচনা করা হয়। বাষ্প, গ্যাস ইত্যাদি বায়বীয় পদার্থ এবং পানি, তেল, পারদ ইত্যাদি তরল পদার্থ এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রবাহিত হতে পারে বলে এদেরকে প্রবাহী (Fluid) বলে। প্রকৌশল বিজ্ঞানের যে শাখা প্রবাহীর স্থিতি ও গতি অবস্থায় বিভিন্ন ধর্ম নিয়ে আলোচনা করে তা প্রবাহী বলবিজ্ঞান (Fluid mechanics) নামে পরিচিত। প্রবাহী বলবিজ্ঞানের যে অংশটি শুধুমাত্র তরল পদার্থ নিয়ে আলোচনা করে তাকে হাইড্রো মেকানিক্স (Hydromechanics) বলে। যখন হাইড্রো মেকানিক্স প্রকৌশল সমস্যা সমাধানে প্রয়োগ করা হয়, তখন এর নাম হাইড্রলিক্স। একে অন্যভাবেও বলা যায়, যেমন- হাইড্রো মেকানিক্স এর যে অংশ শুধুমাত্র পানি নিয়ে আলোচনা করে, তাকে হাইড্রলিক্স বলে।

১.১ হাইড্রলিক্স এর সংজ্ঞা (Definition of Hydraulics) ঃ

হাইড্রলিক্স শব্দটির উৎপত্তি মূলত গ্রিক শব্দদ্বয় হিউডার (Hudor) অর্থ পানি এবং অলিক্স (Aulics) অর্থ পাইপ হতে। প্রকৌশল বিজ্ঞানের যে শাখা পানি বা অন্য কোন তরল পদার্থের বিভিন্ন কার্যক্রমের গুণাবলির স্থিতি ও গতিশীল অবস্থা সম্পর্কে আলোচনা করে তাকে হাইড্রলিক্স বলে।

হাইড্রলিক মেশিন (Hydraulic Machine) ঃ যে সকল যন্ত্রপাতি পানি বা অন্য কোন তরল পদার্থ দ্বারা পরিচালিত হয়ে কার্য সম্পন্ন করে এবং যে সকল যন্ত্রপাতি পানি বা তরল পদার্থকে চালিত করিয়া কার্য সম্পন্ন করে সেই সকল যন্ত্রপাতিকে হাইড্রলিক মেশিন বলে।

যেমন— (ক) হাইড্রলিক জ্যাক (Hydraulic Jack)

(খ) হাইড্রলিক লিফ্‌ট (Hydraulic lift)

(গ) হাইড্রলিক প্রেস (Hydraulic Press)

(ঘ) ওয়াটার টারবাইন (Water Turbine)

(ঙ) পাম্প (Pump)।

হাইড্রলিক্স এর শাখা (Types of Hydraulics) ঃ

হাইড্রলিক্সকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১. হাইড্রোস্ট্যাটিক (Hydrostatic)

২. হাইড্রোডাইনামিকস্ (Hydro-dynamics)।

হাইড্রলিকস্ এর যে শাখা তরল পদার্থের স্থিতিশীল অবস্থায় এর আচরণ সম্বন্ধে আলোচনা করে তাকে হাইড্রোস্ট্যাটিকস্ এবং যে শাখা গতিশীল অবস্থায় তরল পদার্থের আচরণ ও কার্যকারিতা সম্পর্কে আলোচনা করে তাকে হাইড্রোডাইনামিকস বলে।

১.২ প্রবাহী, তরল এবং গ্যাস (Fluid, Liquid and Gases) ঃ

প্রবাহীর সংজ্ঞা (Defination of fluid) ঃ যে সকল পদার্থ (তরল ও বায়বীয়) এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রবাহিত হতে পারে তাদেরকে প্রবাহী (Fluid) বলে। যেমন ঃ পানি, তেল, পারদ, গ্যাস, বাষ্প ইত্যাদি।

প্রবাহী প্রধানত দু'প্রকার। যথা ঃ

(ক) তরল (Liquid) (খ) গ্যাস (Gas)

তরল (Liquid) ঃ কিছু কিছু কঠিন পদার্থের উপর তাপ প্রয়োগ করলে তা তরল অবস্থায় রূপান্তরিত হয় এবং তাপ সরালে কঠিন আকার ধারণ করে। যেমন ঃ পানি শূন্য (0°) সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় আনলে বা তার থেকে নিচে নামালে পানি বরফে রূপান্তরিত হয়। যখন এর তাপমাত্রা বেড়ে 4° সেন্টিগ্রেডে উন্নীত হয় তখন আবার তা তরল আকার ধারণ করে। পানির নির্দিষ্ট আয়তন ও ওজন আছে। কিন্তু কোন আকার নেই। একে যখন যে পাত্রে রাখা হয় তখন সেই পাত্রের আকার ধারণ করে এবং একে সংকোচন করা যায় না।

গ্যাস **(Gas) ঃ** এটা পদার্থের অতি উত্তপ্ত অবস্থা। যে কোন পদার্থকে যখন তাপ প্রয়োগ করা হয় তখন তা তরল অবস্থা হতে গ্যাসীয় অবস্থা ধারণ করে। যেমন ঃ পানিকে তাপ দিয়ে যখন 100° সে. তাপমাত্রায় উন্নীত করা হয় তখন তা গ্যাসীয় আকার ধারণ করে। এর কোন নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নাই; কিন্তু নির্দিষ্ট ওজন আছে।

১.৩ তরল ও গ্যাসের পার্থক্য (Difference between the liquid and gas) ঃ

তরল ও গ্যাসীয় অবস্থার কিছু গুণগত পার্থক্য আছে যা নিম্নে প্রদত্ত হল। একে ফ্লুইডের বৈশিষ্ট্যও বলা চলে।

তরল	বাষ্পীয়	গ্যাসীয়
১। এটা নিজস্ব আকৃতি পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।	১। এটাও নিজস্ব আকৃতি পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।	১। এটাও তার আকৃতি প্ররিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।
২। একে সংকোচন করা যায় না।	২। এটা সহজে সংকোচনশীল।	২। এটা অতি সহজে সংকোচন সম্ভব।
৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার তেমন পরিবর্তন হয় না।	৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার পরিবর্তন হয়।	৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার খুবই পরিবর্তন লক্ষ করা যায়।
৪। স্বাভাবিক অবস্থায় এর স্থিতিস্থাপকতা লক্ষ করা যায় এবং কঠিন পদার্থের মতই শক্তি সংরক্ষণ করে।	৪। সংকোচিত অবস্থায় এর স্থিতি-স্থাপকতা কম এবং কম শক্তি সংরক্ষণ করে।	৪। সংকোচতি অবস্থায় এর স্থিতিস্থাপকতা খুবই কম এবং সেই কারণে শক্তি সংরক্ষণ কম।
৫। এর সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে কমে।	৫। সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে ধীরে ধীরে বাড়ে।	৫। সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে অতিদ্রুত বাড়ে।
৬। এর সম্প্রসারণ সহগ খুবই কম।	৬। এর সম্প্রসারণ সহগ অধিক।	৬। এর সম্প্রসারণ সহগ অত্যধিক।
৭। স্থির অবস্থায় আনুভূমিক মুক্ততলে অবস্থান করে।	৭। এর কোন মুক্ততল নাই।	৭। এরও কোন মুক্ততল নাই।
৮। এটি পাত্রের গায়ে লম্বভাবে চাপ প্রয়োগ করে।	৮। এটিও লম্বভাবে চাপ দেয়।	৮। এটিও লম্বভাবে চাপ দেয়।
৯। শিয়ার চাপ (Shearing stress) এর করণে ইহা বিকৃতাকার হয় এবং একটি নির্দিষ্ট সময়ে এটি বিকৃতাকার চাপ (Stress) এর সমানুপাতিক।	৯। শিয়ার চাপ এর কারণে এটি বিকৃতাকার হয় এবং একটি নির্দিষ্ট সময়ে এই বিকৃতাকার চাপ (stress) এর সমানুপাতিক নয়।	৯। শিয়ার চাপ (shearing stress)-এর কারণে ইহা বিকৃতাকার হয় এবং নির্দিষ্ট সময়ে এটি বিকৃতাকার চাপ (stress) এর সমানুপাতিক নয়।

পানির প্রধান ধর্ম (Main Properties of water) ঃ

(ক) বাতাস দিয়ে প্রভাবিত না হলে স্থিতিশীল অবস্থায় পানির উপরিভাগ একই সমতলে বিরাজ করে।

(খ) পানি একই বিন্দুতে সবদিকে সমপরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে।

(গ) পানির গতিবেগ নালীর (Channel) তলদেশের ঢালের (bed slope) সমানুপাতিক।

(ঘ) কোন নালার পানির গতিবেগ নালীর তলদেশ এবং এর পার্শ্বদেশের (Side of channel) অমসৃণতার উপর নির্ভরশীল। নালীর তলদেশ ও এর পার্শ্বদেশ যত বেশি মসৃণ হবে, পানির গতিবেগ তত বেশি হবে।

(ঙ) কোন বিন্দুতে পানির চাপ ঐ বিন্দুর উপর পানির ওজনের সমান এবং তা পানির গভীরতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বৃদ্ধি পাবে।

(চ) কোন নালার পানির গতিবেগ কিনারা অপেক্ষা কেন্দ্রে বেশি।

(ছ) শূন্য চাপে কোন তরল পদার্থই তরল অবস্থায় থাকতে পারে না।

তরল পদার্থের সাধারণ গুণাবলি (Properties of liquid) ঃ

(ক) ঘনত্ব (Density)

(খ) আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity)

(গ) আপেক্ষিক ওজন (Specific weight)

(ঘ) সংকোচনশীলতা (Compressibility)

(ঙ) পৃষ্ঠটান (Surface tension)

(চ) কৈশিকতা (Capillary)

(ছ) সান্দ্রতা (Viscosity)।

১.৪ পানি এবং প্রবাহীর ঘনত্ব, আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন, সংকোচনশীলতা, পৃষ্ঠটান, কৈশিকতা, সান্দ্রতার সংজ্ঞা (Definition of Density, specific weight, compressibility, Surface tension, capillary and Viscosity) ঃ

ঘনত্ব (Density) ঃ প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে (Standard temparature and pressure) কোন তরল পদার্থের একক আয়তনের ভরকে তার ঘনত্ব বলে। 4° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি। এই তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব 1 গ্রাম/ঘনসেন্টিমিটার। ঘনত্বকে ρ (rho) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{সুতরাং ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{m}{V}$$

এখানে, m = তরলের ভর, কেজি।

v = আয়তন, ঘনমিটার।

পানির জন্য, $\rho = 1\ gm/cm^3$ (C. G. S)

$= 0.001\ kg/cm^3$ (C. G. S)

$= 1000\ kg/m^3$ (M. K. S)

আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) ঃ কোন বস্তুর ওজন এবং 4°C তাপমাত্রায় তার সমআয়তন বিশুদ্ধ পানির ওজনের অনুপাতকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলা হয়। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর কোন একক নাই।

$$\text{আপেক্ষিক গুরুত্ব} = \frac{\text{তরলের ওজন বা ঘনত্ব}}{\text{সমআয়তন পানির ওজন বা ঘনত্ব}}$$

NOTE :

পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব = 1

পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব = 13.6

আপেক্ষিক ওজন বা আপেক্ষিক ঘনত্ব (Specific weight or density) ঃ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোন তরল পদার্থের একক আয়তনের ওজনকে এর আপেক্ষিক ওজন বলে। একে ω দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

আপেক্ষিক ওজন, $W = \frac{\omega}{V}$

$= \frac{mg}{V}$ | $m = \rho v$

$= \rho g$

এখানে, ω = ওজন, kg/cm^3 বা, kg/m^3

$= mg$

$\therefore$ g = ত্বরণ যার মান 981 cm/sec^2 বা, 9.81 m / sec^2

পানির আপেক্ষিক ওজন, W = 1 gm/cm^3 (C. G. S)

= 1000 kg/m^3 (M.K.S)

= 9.81 kN/m^3

= 9.81×10^{-3} kN/cm^3

= 9.81×10^{-6} kN/mm^3 (S.I)

NOTE :

1kg = 1 Litre = 1000 cm^3

$\therefore$ 1000 kg/ m^3 = 1000 Litre/m^3

বা, 1m^3 = 1000 litre or 1000 kg

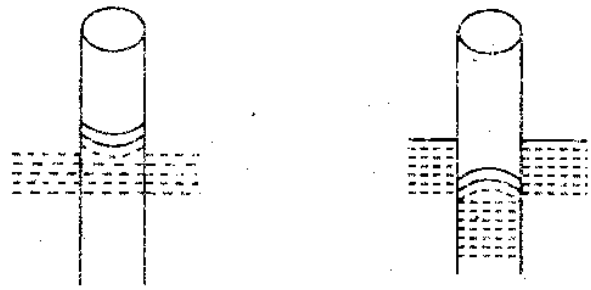
বা, 1 litre = $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ m^3

সংকোচনশীলতা (Compressibility) ঃ চাপের পরিবর্তনের ফলে তরল পদার্থের আয়তনের পরিবর্তনকে এর সংকোচনশীলতা বলে। পানি বা অন্য কোন তরল পদার্থের সংকোচনশীলতা এতই কম যে একে সাধারণত উপেক্ষা করা হয়। তাই পানিকে অসংকোচনশীল (Incompressible) পদার্থ হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

পৃষ্ঠটান (Surface tension) ঃ ভিন্ন ঘনত্বে দুটি তরল পদার্থ অথবা একটি তরল পদার্থ ও একটি গ্যাস পরস্পর পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে, স্পর্শ তলটি (Surface Contact) একটি বক্ররেখার সৃষ্টি করে যা মেনিসকাস (meniscus) নামে পরিচিত। আণবিক আকর্ষণের ফলেই উক্ত বক্রতলের সৃষ্টি হয়ে থাকে। তলটি একটি ইলাস্টিক স্কিনের (elastic skin) কাজ করে এবং ওটা উভয় দিকে টানে থাকে। এ টান বা টেনশনই সারফেস্ টেনশন নামে পরিচিত। স্পিরিট লেভেলের বুদবুদ ও সাবানের বুদবুদে এর সৃষ্টি হয়ে থাকে। পৃষ্ঠ টানের কারণে বৃষ্টির পানি ফোটার ন্যায় আকার ধারণ করে।

কৈশিকতা (Capillary) ঃ সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্র বিশিষ্ট একটি কাঁচ নলকে পানিতে ডুবালে দেখা যায়, যে পানি নলের ভিতরে কিছুটা উপরে উঠেছে। যে সকল তরলে কাঁচ নল ভিজে যায় সে সকল তরলের ক্ষেত্রে এরূপ অবস্থা ঘটবে, চিত্রঃ ১.১ (ক)। যে সকল পদার্থ কাঁচনল সিক্ত হয় না যেমন পারদ অথবা অনুরূপ কোন তরল পদার্থের উপরিতল কিছুটা নিচে নেমে যায় চিত্র ঃ ১.১ (খ)। পানির বেলায় নলের ভিতর তরল পদার্থের উপরিতল অবতল থাকে পারদের ক্ষেত্রে উতল থাকে। সরু নলের ভিতর দিয়ে তরল পদার্থের এই উঠানামার প্রক্রিয়াকে কৈশিকতা (Capillary) বলে। সরু নলটিকে কৈশিক নল (Capillary tube) বলে।

কৈশিকতা বা ক্যাপিলারি তলের সঙ্গে তরল পদার্থের সংলগ্নতা (Adhesion) এবং তরল পদার্থের অণুর সঙ্গে অণুর সংযুক্ত হয়ে থাকার প্রবণতা (Cohesion) নির্ণয় করে, এর সাহায্যে তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান (Surface tension) পরিমাপ করা হয়। নিচের অঙ্কিত (চিত্র ১.১ক) চিত্রে সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্র বিশিষ্ট একটি কাঁচ নল পানিতে অথবা কাঁচ নলকে ভিজায় এমন কোন তরল পদার্থে ডুবানো হয়েছে। এ ক্ষেত্রে তরল পদার্থ নলের ভিতর বাহিরের লেভেল অপেক্ষা উপরে উঠেছে এবং তলটি নিম্নদিকে বাঁকা (Concave) হয়ে সৃষ্টি হয়েছে। এরূপ হবার কারণ হল, নলের সঙ্গে তরল পদার্থের সংলগ্নতা (Adhesion), তরল পদার্থের অণুর সাথে অণুর সংযুক্ত হয়ে থাকার প্রবণতা (Cohesion) অপেক্ষা বেশি।



(ক) ক্যাপিলারি অ্যাসিডেশন (পানি) (খ) ক্যাপিলারি ডিপ্রেশন (পারদ)

চিত্র ১.১

১.১ (খ) নং চিত্রে একই ব্যাসের একটি নল পারদে অথবা নলকে ভিজায় না এমন কোন তরল পদার্থে ডুবানো হয়েছে। এ ক্ষেত্রে নলের ভিতরে তরল পদার্থের লেভেল, বাহিরের লেভেল অপেক্ষা নিচে এবং তলটি উপরের দিকে বাঁকা (Convex) হয়ে সৃষ্টি হয়েছে; এর কারণ নলের সাথে তরল পদার্থের সংলগ্নতা (Adhesion), এবং তরল পদার্থের অণুর সাথে অণু সংযুক্ত হয়ে থাকার প্রবণতা (Cohesion) অপেক্ষা কম।

কৈশিকতার বা ক্যাপিলারির প্রতিক্রিয়া নিম্নের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া

$$h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

$h =$ কৈশিকতার প্রতিক্রিয়ায় পানির উচ্চতা, মিটার

$d =$ কৈশিকতা নলের ব্যাস, মিটার

$\alpha =$ পানির উপরি তলের স্পর্শ কোণ (Contact angle)

$\sigma =$ কৈশিকতা টিউবের পরিধির একক দৈর্ঘ্যের পৃষ্ঠটান বলের পরিমাণ কেজি/ মিটার

$\omega =$ তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন, কেজি / ঘন মিঃ

পানির উপরিতলের টিউবের ভিতরের পানির কলামের নিম্নমুখী ওজনের ক্রিয়া $= \omega h \times \frac{\pi}{4} d^2$------ (i)

পৃষ্ঠটান বলের ভার্টিকেল কম্পোনেন্ট বা লম্বাংশ $= \sigma \cos\alpha \times \pi d$ ---------- (ii)

$\therefore$ পানির নিম্নমুখী ওজন = পৃষ্ঠটান বলের লম্বাংশ ;

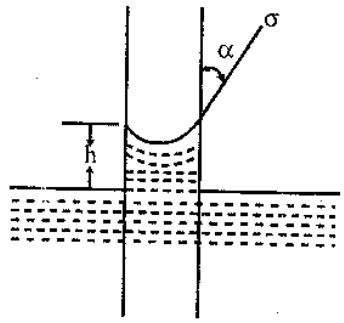
বা, $\omega h \times \frac{\pi}{4} \times d^2 = \sigma\pi d\cos\alpha$ বা $\therefore h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$ ..... (iii)

যেহেতু,

তরলে আঃ ওজন = আঃ গুরুত্ব × পানির আঃ ওজন

বা, $\omega = s\omega$

সুতরাং $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{s\omega d}$



চিত্র ঃ ১.২

যদি স্পর্শ কোণ 90° অপেক্ষা ছোট হয় তা হলে পৃষ্ঠটান নলের তরল পদার্থকে উপরের দিকে উঠায় এবং যদি 90° অপেক্ষা বড় হয় তবে পৃষ্ঠটান নলের তরল পদার্থকে নিচের দিকে নামায়। তরল পদার্থের প্রকৃতি এবং নলের ব্যাসের উপর তরলের উত্থান ও পতন নির্ভর করে।

সান্দ্রতা (Viscosity) ঃ একই তরলের বিভিন্ন স্তরের কণাগুলোর মধ্যকার সংশক্তি (Cohesion) যা প্রবাহের সময় প্রবাহের হারকে নিয়ন্ত্রণ করে, একেই সান্দ্রতা বলে। অর্থাৎ যে ধর্মের জন্য তরল এর অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাই সান্দ্রতা। যে কোন তরল পদার্থ অসংখ্য অণুর সমন্বয়ে গঠিত। এই সমস্ত অণু পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ আণবিক আকর্ষণ (Molecular attraction) নামে পরিচিত। যে তরল পদার্থে আণবিক আকর্ষণ যত বেশি, এর সান্দ্রতা তত বেশি এবং প্রবাহও সেই অনুপাতে মন্থর। যেমন ঃ আলকাতরা, চিটাগুড় ইত্যাদি। পক্ষান্তরে যে তরল পদার্থের আণবিক আকর্ষণ যত কম, এর সান্দ্রতাও তত কম এবং প্রবাহও সেই অনুপাতে দ্রুতগতি সম্পন্ন। যেমন ঃ পানির সান্দ্রতা তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কযুক্ত। তাপমাত্রা বাড়লে তরল পদার্থের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। অপরদিকে তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের সান্দ্রতা বাড়ে।

সান্দ্রতা দুই প্রকার। যথা ঃ

(ক) ডাইনামিক ভিসকোসিটি বা অ্যাবসলিউট ভিসকোসিটি।

(খ) কাইনামেটিক ভিসকোসিটি।

ডাইনামিক ভিসকোসিটি বা অ্যাবসলিউট ভিসকোসিটি (Dynamic or Absolute viscosity) ঃ একক ক্ষেত্র বিশিষ্ট একটি ফ্ল্যাট্টা তলকে একক গতিবেগে অপর একটি তলের সমান্তরালে একক দূরত্ব সরাইতে যে বলের প্রয়োজন হয় তাকে ডাইনামিক ভিসকোসিটি বা অ্যাবসলিউট ভিসকোসিটি বলে। একে μ (মিউ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

কাইনামেটিক সান্দ্রতা (Kinematic viscosity) ঃ কোন প্রবাহীর পরম সান্দ্রতার সাথে এর ঘনত্বের অনুপাতকে কাইনামেটিক সান্দ্রতা বলে। একে γ (নিউ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{কাইনামেটিক সান্দ্রতা} = \frac{\text{পরম সান্দ্রতা}}{\text{ঘনত্ব}}$$

বা, $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

* ওজন $W = mg$
* আপেক্ষিক গুরুত্ব $= \frac{\text{ঘনত্ব}}{\text{পানির ওজন}}$

$$S = \frac{\rho}{\omega}$$

* আপেক্ষিক ওজন = আঃ গুঃ × পানির আঃ ওজন

$$= S \times \omega$$

* আপেক্ষিক আয়তন $= \frac{১}{\text{বস্তুর আপেক্ষিক ওজন}}$
* $$h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

এখানে, h = ক্যাপিলারি আরোহণ উচ্চতা বা ক্যাপিলারি প্রভাব

α = পানির সংস্পর্শ কোণ

σ = পৃষ্ঠটান

d = টিউবের ব্যাস

ω = পানির আপেক্ষিক ওজন

$= 1 gm/cm^3, 0.001 kg/cm^3, 1000 kg/m^3, 9.81 kN/m^3$

* $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$

উদাহরণ-১.১। একটি পদার্থের ভর 4 gm এবং ঐ স্থানে মাধ্যাকর্ষণ জনিত ত্বরণ 981 cm/sec^2 হলে এর ওজন বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান: দেয়া আছে,

পদার্থের ভর $m = 4$ gm

ত্বরণ $g = 981$ cm/sec^2

ওজন $\omega = ?$

আমরা জানি, $\omega = mg$

$= 4 \times 981 = 39249$ gm.

$= \frac{3924}{1000} = 3.924$ kg **(Ans)**

উদাহরণ-১.২। 0.5cm ব্যাসের একটি কাচ নলের 59°C F তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ভেতরে পানির উচ্চতা কত হবে? পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-4} kg/cm এবং স্পর্শকোণ $\alpha = 45°$ [বাকাশিবো-৮৬]

সমাধান:

আমরা জানি,

কৈশিকতার ক্রিয়া $h = \frac{4\delta \cos\alpha}{\omega d}$

$= \frac{4 \times 7.46 \times 10^{-4} \times \cos 45°}{0.001 \times 0.5}$

$= 4.22$ cm **(উত্তর)**

দেওয়া আছে,

$d = 0.5$ cm

$\delta = 7.46 \times 10^{-4}$ kg/cm

$\alpha = 45°$

$\omega = 997$ kg/m^3

কৈশিকতার ক্রিয়া $h = ?$

উদাহরণ-১.৩। **5mm ব্যাসের একটি কৈশিক নল স্বাভাবিক তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ভিতরের পানির উচ্চতা কত হবে, যখন পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-5} kg/cm এবং স্পর্শ কোণ $\alpha = 5°$।** [বাকাশিবো-০৩]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$\sigma = 7.46 \times 10^{-5}$ kg/cm

$\omega = 0.001 kg/cm^3$

$d = 5mm$

$= 0.5cm$

$\alpha = 5°$

আমরা জানি,

$$\text{পানির উচ্চতা } h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 7.46 \times 10^{-5} \cos 5°}{0.001 \times 0.5}$$

$= 0.60$ cm **(Ans)**

উদাহরণ-১.৪। **0.6 cm ব্যাসের একটি কৈশিক নল 20°C তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হল। নলের ভিতরে পানির উচ্চতা কত হবে যদি পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-3} kg/m এবং স্পর্শ কোণ 40° হয়?** [বাকাশিবো-০৫ (পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$d = 0.6$ cm

$= 0.006m$

$\sigma = 7.46 \times 10^{-3}$ kg/m

$\alpha = 40°$

$\omega = 1000$ kg/m^3

আমরা জানি,

$$\text{পানির উচ্চতা } h = \frac{4\sigma\cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 7.46 \times 10^{-3} \cos 40°}{1000 \times 0.006}$$

$= 0.0038$ m

$= 3.8$ mm **(Ans)**

উদাহরণ-১.৫। **0.5 cm ব্যাসের একটি কাচ নলের কৈশিকতা ক্রিয়া নির্ণয় কর। যখন পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-3} Kg/m এবং স্পর্শ কোণ 40°.** [বাকাশিবো-২০০৭, ০৭(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\text{কৈশিকতা ক্রিয়া } h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 7.46 \times 10^{-3} \cos 40°}{1000 \times 0.005}$$

$= 0.00 46m$

$= 4.6$ mm **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$d = 0.5$ cm

$= 0.05m$

$\sigma = 7.45 \times 10^{-3}$ Kg/m

$\alpha = 40°$

$\omega = 1000$ Kg/m^3

কৈশিকতা ক্রিয়া $h = ?$

উদাহরণ-১.৬। কোন তরলের পরম সান্দ্রতা চার সেন্টিপয়েস এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.75 হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) এস আই. এককে এর পরম সান্দ্রতা (খ) কাইনিমেটিক সান্দ্রতা (গ) কাইনিমেটিক সান্দ্রতা স্টোক। [বাকাশিবো-০৭(পরি)]

সমাধান ঃ (ক) μ = 4 সেন্টিপয়েস

$= \frac{4}{100} = 0.04$ পয়েস

$= 0.04 \times 1$ gm/cm–sce

$= \frac{0.04}{1000}$ kg/cm – sce

$= \frac{0.04 \times 100}{1000}$ kg/ m–sec

= 0.004 kg/m - sce **Ans.**

১ পয়েস = ১ গ্রাম/সেমি – সেকেন্ড

(খ) $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$

$= \frac{0.004 \text{ kg/m-sec}}{750 \text{ kg/m}^3}$

$= 5.33 \times 10^{-6}$ m^2/sec

= 0.0533 cm^2 / sec **Ans.**

তরলের ঘনত্ব = ρ

ρ = তরলের আ. গু. × পানির ঘনত্ব

$= 0.75 \times 1000$

$= 750$ kg/m^3

(গ) $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$

$= \frac{0.04 \text{ gm}}{\text{cm–sec}} \times \frac{1\text{cm}^3}{0.75 \text{ gm}}$

= 0.0533 cm^2/sec

= 0.0533 stoke **Ans.**

stoke $= \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}}$

ρ = তরলের আ. গু. × পানির ঘনত্ব

$= 0.75 \times 1$

$= 0.75$ gm/cm^3

উদাহরণ-১.৭। **4mm ব্যাসের একটি কাচ নলের কৈশিকতার প্রভাব মিলিমিটারে নির্ণয় কর যখন (ক) একে পানিতে ডুবানো হয় (খ) একে পারদে ডুবানো হয়। পৃষ্ঠটানের পরিমাণ 20°C তাপমাত্রায় বায়ুর সংস্পর্শে পানির জন্য 0.007 kg/m এবং পারদের জন্য 0.05 kg/m। স্পর্শ কোণ পানি ও পারদের জন্য যথাক্রমে 0° এবং 130°। আপেক্ষিক ওজন পানি ও পারদের জন্য যথাক্রমে 998 kg/m^3 এবং 13550 kg/m^3.** [বাকাশিবো-৯১]

সমাধান ঃ কাচ নলের ব্যাস, $d = 4\text{mm} = \frac{4}{1000} = 0.004$ m

তাপমাত্রা = 20°C

আপেক্ষিক ওজন,

পানির জন্য = 998 kg/m^3

পারদের জন্য = 13550 kg/m^3

পৃষ্ঠটান, σ = 0.007 kg/m পানির জন্য

= 0.05 kg/m পারদের জন্য

স্পর্শ কোণ, α = 0° পানির জন্য

= 120° পারদের জন্য

ক্যাপিলারি প্রভাব বা উচ্চতা, h = ?

১। যখন পানিতে ডুবানো হয় ঃ

$$h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 0.007 \times \cos 0^\circ}{998 \times 0.004}$$

$$= 7.01 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 7.01 \times 10^{-3} \times 1000$$

$$= 7.01 \text{ mm (Ans)}$$

২। যখন পারদে ডুবানো হয় ঃ

$$h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 0.05 \times \cos 130^\circ}{13550 \times 0.004}$$

$$= -2.37 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$= -2.37$ mm $= 2.37$mm (নিম্নমুখী) **(Ans.)**

উদাহরণ-১.৮। একটি তরলের মাঝে 10mm ব্যাসের একটি কাচ নলকে খাড়াভাবে আংশিক ডুবালে ক্যাপিলারি উচ্চতা 15mm পাওয়া গেল। তরলের স্পর্শ কোন 85° এবং প্রতি ঘনমিটার তরলের ওজন 1200 kg হলে তার পৃষ্ঠটান কত? [বাকাশিবো-১৩]

সমাধান ঃ

আমরা জানি, $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$

বা, $\sigma = \frac{h\omega d}{4 \cos\alpha}$

বা, $\sigma = \frac{0.015 \times 1{,}200 \times .01}{4 \times \cos 85}$

$\therefore \sigma = 0.516$kg/m **Ans.**

দেওয়া আছে,

ব্যাস $d = 10$ mm

$= 0.01$ m

উচ্চতা $h = 15$ mm

$= 0.015$ m

$\alpha = 85^\circ$

$\omega = 1200$ kg/m^3

পৃষ্ঠটান $\delta = ?$

উদাহরণ-১.৯। একটি তরলের পরম সান্দ্রতা 0.05 পয়েস এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8 হলে SI এককে পরম সান্দ্রতা কত?

[বাকাশিবো-১২]

সমাধান ঃ

SI এককে পরম সান্দ্রতা

$\mu = 0.05$ pois

$= 0.05 \times 1$gm/cm.s

$= \frac{0.05}{1{,}000}$ kg/cm

$= \frac{0.05 \times 100}{1{,}000}$ kg/m.s

$= 0.005$ kg/m.s **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

সান্দ্রতা $= 0.05$ pois

$= 0.05 \times 1$gm/cm.s

উদাহরণ-১.১০। 6mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাচ নলের কৈশিতার ক্রিয়া মিলিমিটারে নির্ণয় কর। 30°C তপমাত্রার বাতাসের সংস্পর্শে পানির পৃষ্ঠটান 0.009 kg/m এবং পানির স্পর্শ কোণ $\alpha = 10°$, পানির আপেক্ষিক ওজন 997kg/m³ [বাকাশিবো-৯৬]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$h = \frac{4\,\delta\cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 0.009 \times \cos 10°}{997 \times 0.006}$$

$$= 0.0059m$$

$$= 5.93mm \text{ (উত্তর)}$$

দেওয়া আছে,

$d = 6mm = \frac{6}{1000} = 0.006$ m

$\delta = 0.009$ kg/m

$\alpha = 10°$

$\omega = 9997.$ kg/m3

$h = ?$

উদাহরণ-১.১১। 4mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাচ নলের কৈশিকতা ক্রিয়া মিলিমিটারে নির্ণয় কর। কাচনলটি পানিতে ডুবানো আছে। পৃষ্ঠটান 0.0072 kg/m স্পর্শ কোণ $\alpha = 10°$ পানিতে আপেক্ষিক ওজন 997.50° kg/m [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$h = \frac{4\,\delta\cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 0.0072 \times \cos 10°}{997.50 \times 0.004}$$

$$= 0.007108m$$

$$= 7.108 \text{ mm (উত্তর)}$$

দেওয়া আছে,

$d = 4mm = \frac{4}{1000} = 0.00\ 4$m

$\delta = 0.0072$ kg/m

$\alpha = 10°$

$\omega = 997.50$ kg/m3

$h = ?$

উদাহরণ-১.১২। 0.5cm ব্যাসের একটি কৈশিক নল পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ওপর পানির উচ্চতা কত হবে, যদি পানির পৃষ্ঠটান 7.39×10^{-3} kg/m এবং স্পর্শ কোণ $\alpha = 45°$ হয়। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$h = \frac{4\,\delta\cos\alpha}{\omega d}$$

$$= \frac{4 \times 7.39 \times 10^{-3} \times \cos 45°}{1000 \times 0.005}$$

$$= 0.00418m$$

$$= 4.18 \text{ mm (উত্তর)}$$

দেওয়া আছে,

$d = 0.5$ cm $= 0.005$ m

$\delta = 7.39 \times 10^{-3}$ kg/m

$\alpha = 45°$

$\omega = 1000$ kg/m3

$h = ?$

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হাইড্রলিক্স কাকে বলে? কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, হাইড্রলিক্স কাকে বলে?

উত্তর ঃ প্রকৌশল বিজ্ঞানের যে শাখায় স্থিতিশীল কিংবা গতিশীল অবস্থার পানি বা অন্য কোন তরল পদার্থের ধর্ম নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে হাইড্রলিক্স বলে।

হাইড্রলিক্স দুই প্রকার।

(i) হাইড্রোস্ট্যাটিক্স (Hydrostatic)

(ii) হাইড্রোডাইনামিক্স (Hydro-dynamics)

২। **প্রবাহী কী?**

অথবা, প্রবাহী বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬(পরি), ১২, ১৩ (পরি)]

উত্তর ঃ যে সকল পদার্থ এক স্থান হতে অন্যস্থানে সহজে প্রবাহিত হতে পারে এবং যার কোন আকৃতি নাই বা আকৃতি পরিবর্তনে বাধার সৃষ্টি করে না, সর্বোপরি অণুগুলো বিচ্ছিন্ন না হয়েও অনায়াসে স্থান পরিবর্তন করতে পারে সে সকল পদার্থই প্রবাহী।

প্রবাহীকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(i) তরল (Liquid)

(ii) গ্যাসীয় বা বায়বীয় (gas)

(iii) বাষ্পীয় (Vapour)

৩। **পানিকে আদর্শ ধরে তরল পদার্থের বিভিন্ন সমস্যা সমাধান করা হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, পানিকে আদর্শ তরল বলা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর ঃ পানির ক্ষেত্রে চাপ ও তাপমাত্রার তারতম্যের সঙ্গে পানির আপেক্ষিক ওজনের তারতম্য এত কম হয় যে, বাস্তব ক্ষেত্রে তা সাধারণত উপক্ষো করা হয়। 4° সে. গ্রে. তাপমাত্রার পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি হয়। তাই 4° সে. গ্রে. তাপমাত্রার পানিকে আদর্শ ধরে তরল পদার্থের বিভিন্ন সমস্যার সমাধান করা হয়।

৪। **পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১০, ১২ (পরি)]

অথবা, পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, তরলের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, পৃষ্ঠটান কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]]

উত্তর ঃ ভিন্ন ঘনত্বের দুইটি তরল পদার্থ অথবা একটি তরল পদার্থ ও একটি বায়বীয় পদার্থ পরস্পর পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে স্পর্শ তলটি একটি বক্র রেখা সৃষ্টি করে যা মেনিসকাস (Meniscus) নামে পরিচিত। আণবিক আকর্ষণের ফলেই উক্ত বক্র রেখা বা তলের সৃষ্টি হয়। তলটি একটি ইলাস্টিক স্কিনের (Elastic Skin) ন্যায় কাজ করে এবং এর উভয় দিকে টান থাকে। এই টানই **পৃষ্ঠটান** হিসাবে পরিচিত।

৫। **সান্দ্রতার সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ তাপমাত্রার সাথে সান্দ্রতা বা Viscosity সম্পর্কযুক্ত। তাপমাত্রা বাড়লে তরল পদার্থের Viscosity হ্রাস পায় কিন্তু তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের Viscosity বৃদ্ধি পায়।

৬। **হাইড্রলিক মেশিন কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ যে সকল যন্ত্রপাতি পানি বা অন্য কোন তরল পদার্থ দ্বারা পরিচালিত হয়ে কার্য সম্পন্ন করে এবং যে সকল যন্ত্রপাতি পানি বা তরল পদার্থকে চালিত করে কার্য সম্পন্ন করে সেই সকল যন্ত্রপাতিকে হাইড্রলিক মেশিন বলে।

৭। **তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর ঃ (ক) হাইড্রোলিক জ্যাক।
(খ) হাইড্রোলিক লিফট।
(গ) হাইড্রোলিক প্রেস।

৮। **কৈশিকতা কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬(পরি), ১১(পরি)]

উত্তর ঃ ছোট ব্যাসের কোন টিউবকে পানিতে খাড়াভাবে ডুবালে টিউবের ভিতরের পানি খানিকটা বেশ উপরে ওঠে এবং অবতল আকার ধারণ করে। Cohesion এর চাইতে Adhesion বেশি হওয়ায় এরূপ হয়।

আবার একই টিউব পারদের ভেতর ডুবালে উত্তল আকার ধারণ করে এবং তল কিছুটা নিচে চলে যায়।

এই ক্ষেত্রে Cohesion এর চেয়ে Adhesion কম হওয়ায় এরূপ ঘটে।

ছোট ব্যাসের টিউবে পানির এই উপরে ওঠার ঘটনাকে পানির কৈশিকতা (Capilary) বলে। কৈশিকতার সাহায্যে তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় করা যায়।

৯। **আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর ঃ কোন বস্তুর ওজন এবং 4°C তাপমাত্রায় তার সমআয়তন বিশুদ্ধ পানির ওজনের অনুপাতকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলে।

১০। **সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১২, ১৪(পরি)]

অথবা, ভিসকোসিটি বা সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, তরলের সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]

উত্তর ঃ একই তরলের বিভিন্ন স্তরের কণাগুলোর মধ্যকার সংশক্তি (cohesion) যা প্রবাহের সময় প্রবাহের হারকে নিয়ন্ত্রণ করে, একেই (viscosity) সান্দ্রতা বলে।

১১। **আপেক্ষিক ওজন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোন তরলের পদার্থের একক আয়তনের ওজনকে এর আপেক্ষিক ওজন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পানির প্রধান ধর্মগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১(পরি)]

উত্তর ঃ **পানির প্রধান ধর্মগুলো হল ঃ**

(ক) বাতাস দিয়ে প্রভাবিত না হলে স্থিতিশীল অবস্থায় পানির উপরিভাগ একই সমতলে বিরাজ করে।
(খ) পানির একই বিন্দুতে সর্বদিকে সমপরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে।
(গ) পানির গতিবেগ নালার (Channel) তলদেশের ঢালের (bed slope) সমানুপাতিক।
(ঘ) কোন নালার পানির গতিবেগ কিনারা অপেক্ষা কেন্দ্রে বেশি।
(ছ) শূন্য চাপে কোন তরল পদার্থই তরল অবস্থায় থাকতে পারে না।

২। **তরল পদার্থের সাধারণ গুণাবলি কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৭(পরি)]

উত্তর ঃ পদার্থের সাধারণ গুণাবলিগুলো হল ঃ

১। আপেক্ষিক গুরুত্ব। ২। আপেক্ষিক ওজন।
৩। সংকোচনশীলতা। ৪। পৃষ্ঠটান।
৫। কৈশিকতা। ৬। সান্দ্রতা।

৩। **আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন এবং আপেক্ষিক আয়তনের মধ্যে পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ

আপেক্ষিক গুরুত্ব	আপেক্ষিক ওজন	আপেক্ষিক আয়তন
১। কোন বস্তুর ওজন এবং 4°C তাপমাত্রায় তার সম-আয়তন বিশুদ্ধ পানির ওজনের অনুপাতকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলা হয়।	১। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোন তরল পদার্থের একক আয়তনের ওজনকে এর আপেক্ষিক ওজন বলে।	১। কোন বস্তুর আপেক্ষিক আয়তন হল বস্তুর আয়তনের সাথে এর ভরের অনুপাত।
২। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।	২। একে ω দ্বারা প্রকাশ করা হয়।	২। একে v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
৩। $S = \frac{\rho_L}{\rho_w}$	৩। $W = \frac{\omega}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$	৩। $v = \frac{1}{\rho}$
৪। এর কোন একক নেই।	৪। এর একক kg/cm^3, kg/m^3.	৪। এর একক $m^3 - cm^3$.

৪। **তরল ও গ্যাসের মধ্যে বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য লিখ।**
অথবা, **তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, **তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ তরল ও গ্যাসীয় অবস্থার কিছু গুণগত পার্থক্য আছে যা নিম্নে প্রদত্ত হল। একে ফ্লুইডের বৈশিষ্ট্যও বলা চলে।

তরল	বাষ্পীয়	গ্যাসীয়
১। এটা নিজস্ব আকৃতি পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।	১। এটাও নিজস্ব আকৃতি পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।	১। এটাও তার আকৃতি প্ররিবর্তনে বাধা প্রদান করে না।
২। একে সংকোচন করা যায় না।	২। এটা সহজে সংকোচনশীল।	২। এটা অতি সহজে সংকোচন সম্ভব।
৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার তেমন পরিবর্তন হয় না।	৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার পরিবর্তন হয়।	৩। তাপমাত্রার পরিবর্তনে অবস্থার খুবই পরিবর্তন লক্ষ করা যায়।
৪। স্বাভাবিক অবস্থায় এর স্থিতিস্থাপকতা লক্ষ করা যায় এবং কঠিন পদার্থের মতই শক্তি সংরক্ষণ করে।	৪। সংকোচিত অবস্থায় এর স্থিতি-স্থাপকতা কম এবং কম শক্তি সংরক্ষণ করে।	৪। সংকোচতি অবস্থায় এর স্থিতিস্থাপকতা খুবই কম এবং সেই কারণে শক্তি সংরক্ষণ কম।
৫। এর সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে কমে।	৫। সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে ধীরে ধীরে বাড়ে।	৫। সান্দ্রতা তাপমাত্রার বৃদ্ধির কারণে অতিদ্রুত বাড়ে।

৫। **তরল অবস্থায় প্রবাহীর বৈশিষ্ট্য কী?**

উত্তর ঃ তরল অবস্থায় প্রবাহীর বৈশিষ্ট্যাবলি হল ঃ

১। প্রবাহী স্থির অবস্থায় আনুভূমিক মুক্ত তলে অবস্থান করে।
২। কোন পাত্রে রাখলে সেই পাত্রের আকার ধারণ করে এবং পাত্রের সকল দিকে সমপরিমাণ লম্বচাপ প্রদান করে।
৩। একে সংকোচন করা যায় না এবং প্রসারণও নগণ্য।
৪। কঠিন পদার্থের মত শক্তি (Energy) সংরক্ষণ করে তবে আকৃতি পরিবর্তনে বাধা দেয় না।
৫। তাপ প্রয়োগ এর সান্দ্রতা (Viscosity) কমে।

৬। **প্রবাহীর ধর্মগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত ঃ ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **ক্যাপিলারিটি কী? চিত্রসহ বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর ঃ কৈশিকতা (Capillary) ঃ সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্র বিশিষ্ট একটি কাচ নলকে পানিতে ডুবালে দেখা যায়, যে পানি নলের ভিতরে কিছুটা উপরে উঠেছে। যে সকল তরলে কাচ নল ভিজে যায় সে সকল তরলের ক্ষেত্রে এরূপ অবস্থা ঘটবে, চিত্রঃ ১.১ (ক)। যে সকল পদার্থ কাচ নল সিক্ত হয় না যেমন পারদ অথবা অনুরূপ কোন তরল পদার্থের উপরিতল কিছুটা নিচে নেমে যায় চিত্র ঃ ১.১ (খ)। পানির বেলায় নলের ভিতর তরল পদার্থের উপরিতল অবতল থাকে পারদের ক্ষেত্রে উত্তল থাকে। সরু নলের ভিতর দিয়ে তরল পদার্থের এই উঠানামার প্রক্রিয়াকে কৈশিকতা (Capillary) বলে।

৮। তরলের সান্দ্রতা কী ব্যাখ্যা কর।

উত্তর ঃ একই তরলের বিভিন্ন স্তরের কণাগুলোর মধ্যকার সংযুক্তি (Cohesion) যা প্রবাহের সময় প্রবাহের হারকে নিয়ন্ত্রণ করে, একেই সান্দ্রতা বলে। অর্থাৎ যে ধর্মের জন্য তরল এর অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাই সান্দ্রতা। যে কোন তরল পদার্থ অসংখ্য অণুর সমন্বয়ে গঠিত। এই সমস্ত অণু পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ আণবিক আকর্ষণ (Molecular attraction) নামে পরিচিত। যে তরল পদার্থে আণবিক আকর্ষণ যত বেশি, এর সান্দ্রতা তত বেশি এবং প্রবাহও সেই অনুপাতে মন্থর। যেমন ঃ আলকাতরা, চিটাগুড় ইত্যাদি। পক্ষান্তরে যে তরল পদার্থের আণবিক আকর্ষণ যত কম, এর সান্দ্রতাও তত কম এবং প্রবাহও সেই অনুপাতে দ্রুতগতি সম্পন্ন। যেমন ঃ পানির তাপমাত্রার সাথে সান্দ্রতা সম্পর্কযুক্ত।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। তরল পদার্থের সাধারণ গুণাবলির নাম উল্লেখ করে বিশদভাবে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

অথবা, প্রমাণ কর যে কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া $h = \frac{4.\sigma \cos\alpha}{\omega d}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

[বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১২(পরি)]

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4.\delta \cos\alpha}{\omega d}$ [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

অথবা, দেখাও যে কৌশিকতা প্রতিক্রিয়া $h = \frac{4.\delta \cos\alpha}{\omega d}$ [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১১, ১২(পরি), ১৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4T \cos\alpha}{swd}$ (সংকেতগুলো যেখানে প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪ (পরি)]

অথবা, তরলের কৈশিকতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ এবং প্রমাণ কর।

অথবা, প্রমাণ কর যে, কৈশিকতা উচ্চতা, $h_1 = \frac{4\sigma \cos\theta}{\omega d}$, যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

অথবা, প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া, $h = \frac{4T \cos\alpha}{\omega d}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

সমস্যাবলি ঃ

১। কোন বস্তুর ভর 3 গ্রাম এবং ঐ স্থানে মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ 9.5 মি./সে^{2} হলে ঐ স্থানে তার ওজন কত?

২। পারদের ঘনত্ব $\rho = 13.6\ gm/cm^3$ হলে এর আপেক্ষিক গুরুত্ব এবং আপেক্ষিক ওজন নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** S = 13.6 W = 13.6 gm/cm^3]

৩। একটি কাচ নলের কৈশিকতা উচ্চতা 0.25 cm সীমাবদ্ধ রাখা দরকার। পানির আপেক্ষিক ওজন 0.01 নিউটন/cm^3 বাতাসের সংস্পর্শে পানির পৃষ্ঠটান 0.075 নিউটন / মিটার হলে, কাচ নলের ব্যাস কত হবে? [**উত্তর ঃ** d = 1.2 cm]

৪। 5 mm ব্যাসের একটি কাচ নলের কৈশিকতার প্রভাব মিলিমিটারে প্রকাশ করতে হবে। যখন একে ১। পানিতে ডুবানো হয় ২। পারদে ডুবানো হয়। 30°C তাপমাত্রায় বায়ুর সংস্পর্শে পৃষ্ঠটানের পরিমাণ পানি ও পারদের জন্য যথাক্রমে 0.0085 kg/m এবং 0.055 kg/m. পানি ও পারদের স্পর্শ কোণ যথাক্রমে $\alpha_1 = 5°$ এবং $\alpha_2 = 4°$। পানি ও পারদের আপেক্ষিক ওজন যথাক্রমে 997 kg/m^3 এবং 13540 kg/m^3 [**উত্তর ঃ** $h_1 = 6.8$ mm, $h_2 = -2.5$ mm]

৫। একটি তরলের পরম সান্দ্রতা 0.06 Poise এবং এর আঃ গুঃ 0.82 হলে– (ক) এস. আই এককে পরম সান্দ্রতা কত? (খ) কাইনামেটিক বা সান্দ্রতা কত? (গ) কাইনামেটিক বা সান্দ্রতা স্টোক্স এককে কত?

[**উত্তর ঃ** 0.006 kg/m sec, 0.80 cm^2/ sec, 0.80 stokes]

প্রবাহীর চাপ
(Pressure of Fluids)

২.০ চাপ (Pressure) ঃ

কোন তলের উপর তরল, গ্যাস বা বাষ্পের প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে। কোন পাত্রে পানি বা তরল পদার্থ রাখলে ঐ তরল পদার্থ পাত্রের তলদেশে ও অন্য সকল পার্শ্বের সকল বিন্দুতে যে বল প্রয়োগ করে তাকে চাপ বলে।

মনে করি,

P = মোট চাপ, কেজি (kg)

A = তলের মোট ক্ষেত্রফল বর্গসেন্টিমিটার (cm^2)

ρ = একক ক্ষেত্রে উপর চাপ, kg/cm^2

$\therefore \quad \rho = \frac{P}{A} kg/cm^2$

এখানে লক্ষণীয় বিষয় হল, মোট চাপ, P-কে কেজি বা গ্রামে এবং চাপের তীব্রতা ρ কে কেজি/মি.^{2} (kg/m^2) বা গ্রাম/ সেমি^{2} (gm/cm^2) এ প্রকাশ করা হয়।

২.১ চাপের তীব্রতা (Intensity of Pressure) ঃ

কোন পাত্রে কোন তরল পদার্থ রাখলে ঐ তরল পদার্থ পাত্রের তলদেশে ও সকল পার্শ্বে সকল বিন্দুতে চাপ প্রয়োগ করে। তরলের অভ্যন্তরে একক ক্ষেত্রের উপর প্রযুক্ত এই চাপকে চাপের তীব্রতা (Intensity of pressure) বলে। মূলত চাপ ও চাপের তীব্রতা একই। মোট চাপ ও চাপের তীব্রতার মধ্যে পার্থক্য হল কোন তলের মোট ক্ষেত্রফলের উপর যে চাপ কাজ করে ওটাই মোট চাপ এবং একক ক্ষেত্রের উপর যে চাপ কাজ করে তাকে চাপের তীব্রতা বলে।

চাপের তীব্রতা (Intensity of Pressure) কে ρ দিয়ে প্রকাশ করা যায়।

$$\text{চাপের তীব্রতা} = \frac{\text{মোট চাপ (P)}}{\text{ক্ষেত্রফল (A)}}$$

$$\therefore \rho = \frac{P}{A}$$

মোট চাপ P = চাপের তীব্রতা × ক্ষেত্রফল (A)

চাপের তীব্রতার ধর্ম (Properties of Intensity of Pressure) ঃ

(ক) যে কোন তরল পদার্থের উপরিতলে চাপের তীব্রতা শূন্য [০] এবং তলদেশে সর্বাধিক

(খ) চাপের তীব্রতা তরল পদার্থের উচ্চতা বা গভীরতার সমানুপাতিক অর্থাৎ তরল পদার্থের গভীরতা বাড়লে চাপের তীব্রতা বাড়ে, গভীরতা কমলে চাপের তীব্রতা কমে।

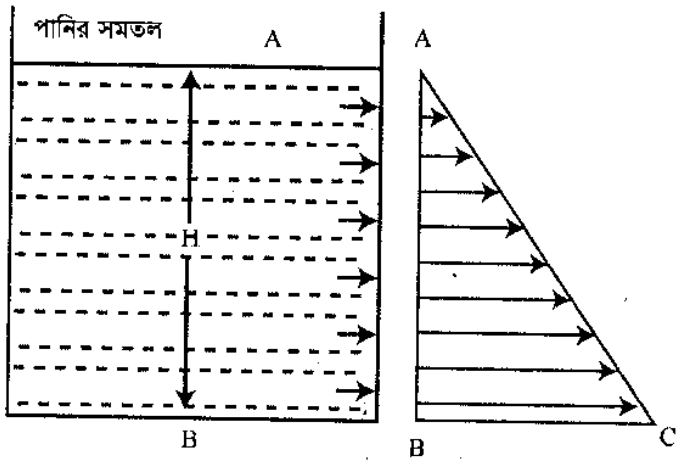
(গ) তরল পদার্থের যে কোন বিন্দুতে চাপের তীব্রতা সবদিকে সমভাবে কাজ করে

(ঘ) তরল পদার্থের একই আনুভূমিক সরল রেখার সকল বিন্দুতে চাপের তীব্রতা সমান।

চাপের একক ঃ M.K.S পদ্ধতিতে মোট চাপের একক কেজি, চাপের তীব্রতার একক কেজি/মি.^{2}

২.২ প্রবাহী স্থির অবস্থায় চাপের তীব্রতা (Intensity of pressure of any surface in a Fluid at rest) ঃ

আমরা জানি তরল আর নিজস্ব ওজনের জন্য পাত্রের তলদেশে চাপ প্রয়োগ করে এবং এই চাপের পরিমাণ তরলের গভীরতা বৃদ্ধির সঙ্গে বৃদ্ধি পায়। যে কোন গভীরতায় যে কোন বিন্দুতে সকল দিকে চাপ সমান এবং মুক্ত তলে এর মান শূন্য (০)। স্থির অবস্থায় তরল সবসময় সংলগ্ন তলের উপর উলম্বভাবে চাপ প্রয়োগ করে। তরলের নিজস্ব ওজন অথবা নিজস্ব ওজনসহ তার উপর বাহির দিক হতে আগত বলের কারণে এই চাপের সৃষ্টি হয়।



চিত্র ঃ ২.১

মনে করি, তরলের মুক্ততল হতে পাত্রের তলদেশ পর্যন্ত তরলের গভীরতা H। মুক্ত তলে A বিন্দুতে চাপ শূন্য (০) মুক্ততল হতে গভীরতা বৃদ্ধির সাথে সাথে চাপও বৃদ্ধি পায়। পাত্রের তলদেশে B বিন্দুতে এ চাপের পরিমাণ BC = ωH, ω হল তরলের আপেক্ষিক ওজন BC রেখার যে কোন বিন্দুতে চাপের তীব্রতা সমান, কারণ আপেক্ষিক ওজন ও গভীরতা সমান।

ফলে তরল পদার্থধারী পাত্রের যে কোন গভীরতা H চাপের তীব্রতার পরিমাণ ωH কেজি এবং ফ্রি সারফেসে চাপের পরিমাণ শূন্য [০] কেজি।

মনে করি,

ω = তরলের আপেক্ষিক ওজন

H = তরলের গভীরতা

পাত্রের তরলের আয়তন = $A \times H$

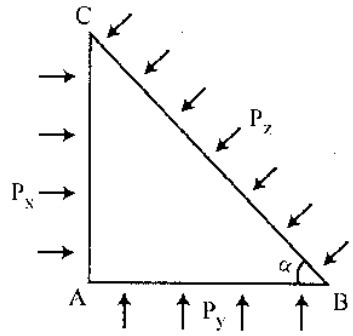
পাত্রের তরলের ওজন = $A \times H \times \omega$

$$\text{চাপের তীব্রতা, } \rho = \frac{\text{তরলের ওজন}}{\text{পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল}}$$

$$\rho = \frac{\omega AH}{A} = \omega H.\ Kg/m^2$$

২.৩ প্যাসকেলের সূত্র (Pascals Law) ঃ

পাত্রে আবদ্ধ স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোন অংশের উপর চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ অপরিবর্তিত থেকে তরল বা বায়বীয় পদার্থের মধ্য দিয়ে চারিদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থের সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।



চিত্র ঃ ২.২ প্যাসকেলের সূত্রের প্রয়োগ

প্রমাণ ঃ চিত্রানুযায়ী ABC সমকোণী ত্রিভুজ বিবেচনা করি যার উপর সকল দিক থেকে প্রবাহীর চাপ কাজ করছে।

মনে করি,

P_x = খাড়া তলে ক্রিয়াশীল আনুভূমিক চাপ।

Pz = হেলান তলের কর্ণের (Diagonal) উপর চাপ।

Py = আনুভূমিক তলে ক্রিয়াশীল উল্লম্ব চাপ।

যেহেতু সকল চাপের ফলে বস্তুটি সাম্যাবস্থায় আছে, অতএব বলগুলোকে আনুভূমিকভাবে বিশ্লেষণ করে পাই,

$\Sigma H = 0 \rightarrow (+)$

$P_x.\ AC - (P_z.\ BC)\ \text{Sin}\alpha = 0$

$P_x.\ AC - P_z.\ BC\ \text{Sin}\alpha = 0$

$P_x.\ AC - P_z.\ AC = 0$

$P_x.\ AC = P_z.\ AC$

$\therefore P_x = P_z$ -------- (i)

$\text{Sin}\ \alpha = \frac{AC}{BC}$

$\therefore AC = BC.\ \text{Sin}\alpha$

আবার,

$\Sigma V = 0 \uparrow (+)$

$P_y.\ AB - (P_z.\ BC)\ \text{Cos}\alpha = 0$

$P_y.\ AB - P_z.\ BC\ \text{Cos}\alpha = 0$

$P_y.\ AB - P_z.\ AB = 0$

$P_y.\ AB = P_z.\ AB$

$\therefore P_y = P_z$ ---------- (ii)

$\text{Cos}\alpha = \frac{AB}{BC}$

$\therefore AB = BC\ \text{Cos}\alpha$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই

$P_x = P_y = P_z$

(প্রমাণিত)

২.৪ প্রেসার হেড/স্টেটিক হেড (Pressure head/Static head) ঃ

তরল পদার্থের ওজনের কারণে চাপ সৃষ্টি হয়। সেজন্য তরল পদার্থের গভীরতা বৃদ্ধির সাথে সাথে চাপও বৃদ্ধি পায়। তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দুতে চাপের পরিমাণ ঐ বিন্দু হতে তরলের মুক্ততল পর্যন্ত খাড়া উচ্চতার (Height) উপর নির্ভরশীল। এজন্য চাপকে যে কোন বিন্দুতে মুক্ততল পর্যন্ত খাড়া গভীরতা দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

সুতরাং তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দু হতে ফ্রি সারফেস পর্যন্ত খাড়া উচ্চতা বা গভীরতাকে ঐ বিন্দুতে তরলের চাপজনিত উচ্চতা বা স্ট্যাটিক প্রেসার হেড (Pressure head & static Pressure head) বলে। একে H দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

২.৫ তরলের মুক্ততল, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ, ভ্যাকুয়াম চাপ এবং পরম চাপ (Free surface of liquid, Atmospheric pressure, gauge pressure, Vacuum pressure and absolute pressure) ঃ

তরলের মুক্ততল (Free surface of liquid) ঃ যে তরল পদার্থের উপরিতলের উপর কোন চাপই থাকে না, প্রকৃত অর্থে ঐ উপরিতলকেই তরল পদার্থের ফ্রি সারফেস বা মুক্ততল বলে। কিন্তু দেখা যায় যে, প্রত্যেক তরল পদার্থের উপরিতলের উপর কিছু না কিছু চাপ থাকে। বাস্তবক্ষেত্রে কোন পাত্রে রক্ষিত তরল পদার্থের উপরিতল যা পাত্রের ঢাকনা স্পর্শ করে নাই তাকে তরল পদার্থের ফ্রি সারফেস বলে।

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ (Atmospheric Pressure) ঃ বাতাসের ওজন আছে এবং এ ওজনের কারণেই এটা ভূপৃষ্ঠে চাপ প্রয়োগ করে. বাতাসের এ চাপকে বায়ুমণ্ডলের চাপ (Atmospheric Pressure) বলা হয়। যেহেতু বাতাস সংকোচনশীল পদার্থ সে কারণে বিভিন্ন উচ্চতায় বাতাসের ঘনত্ব বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে, তাছাড়া তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা পরিবর্তনের কারণেও বাতাসের ঘনত্ব পরিবর্তন হতে দেখা যায়। এ সকল অসুবিধার কারণে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করতে কিছুটা জটিলতা দেখা দেয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ তরল পদার্থের যতটুকু স্তম্ভের ভারবহন করতে পারে অর্থাৎ যতটুকু স্তম্ভকে ঠেস দিয়ে রাখতে পারে এ দিয়েই বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করা হয়।

যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করা হয় তাকে ব্যারোমিটার বলে। সমুদ্র পৃষ্ঠদেশে বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে 1.03 কি. গ্রাম, যা পানির 10.3 মিটার ও পারদের 76 সে. মি. উচ্চতার সমতুল্য।

গেজ চাপ (Gauge Pressure) ঃ চাপ মাপার যন্ত্রকে প্রেসার গেজ এবং প্রেসার গেজ হতে প্রাপ্ত রিডিং (Reading) কে গেজ প্রেসার বলে। গেজ প্রেসার বায়ুমণ্ডলীয় (atmospheric) প্রেসার অপেক্ষা বেশি অথবা কম হতে পারে। গেজ প্রেসার বায়ুমণ্ডলীয় (Atmospheric) প্রেসার অপেক্ষা বেশি হলে একে ধনাত্মক গেজ প্রেসার এবং কম হলে একে ঋণাত্মক গেজ প্রেসার বা ভ্যাকুয়াম প্রেসার বলা হয়। ভ্যাকুয়াম প্রেসারের ক্ষেত্রে গেজটিকে ভ্যাকুয়াম গেজ বলা হয়।

ভ্যাকুয়াম চাপ (Vacuum pressure) ঃ যে স্থানে কঠিন, তরল অথবা বায়বীয় অবস্থায় কোন পদার্থের অস্তিত্বই খুঁজে পাওয়া যায় না তাকে সম্পূর্ণ শূন্যস্থান (Perfect Vacuum) বলে। অর্থাৎ যে স্থান সম্পূর্ণ চাপহীন ওটাই সম্পূর্ণ শূন্যস্থান নামে পরিচিত। কিন্তু সম্পূর্ণ শূন্যস্থান পাওয়া দুষ্কর।

মূলত শূন্যস্থান বা ভ্যাকুয়াম শব্দ দিয়ে ঐ স্থানকেই বুঝানো হয়, যে স্থানে চাপের পরিমাণ বায়ুমণ্ডলের চাপ অপেক্ষা কম এবং শূন্যতার পরিমাণ এর অর্থ হল বিদ্যমান চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপ অপেক্ষা কী পরিমাণ কম। যেমন ঃ যদি একটি পাত্রের ভিতরে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে চাপের পরিমাণ 1 কি. গ্রা. হয় তাহলে পাত্রের ভিতর ভ্যাকুয়াম বা শূন্যতার পরিমাণ (1.03–1.00) = 0.03 কেজি/সে.মি.^{2}।

পরম চাপ (Absolute pressure) ঃ আদর্শ বায়ুর চাপ ও গেজ চাপের বীজগাণিতিক যোগফলকে পরম চাপ বলে। যদি কোন স্থানের চাপের তীব্রতা স্থানীয় বায়ুমণ্ডলীয় চাপ অপেক্ষা বেশি হয় তবে ঐ দুই চাপের পার্থক্যকে ধনাত্মক গেজ চাপ বলে এবং কম হলে ঋণাত্মক চাপ বলা হয়।

গাণিতিকভাবে নিম্নের সমীকরণ দিয়ে পরম চাপ প্রকাশ করা হয়।

(ক) পরম চাপ = গেজ চাপ + বায়ুমণ্ডলীয় চাপ।

(খ) পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ–ভ্যাকুয়াম চাপ।

বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ পারদ স্তম্ভের 76 সেন্টিমিটারের সমতুল্য। এক মিটার লম্বা একটি মোটা কাচ নল নিই। যার একমুখ বন্ধ এবং অপর মুখটি খোলা। এবার নলটি পারদে পূর্ণ করে খোলা মুখ বন্ধ অবস্থার একটি পারদ পাত্রে ডুবাই। দেখা যাবে যে, নলের পারদ কিছুটা নেমে (চিত্র ঃ ২.৩) নলের ভিতর পাত্রের পারদের মুক্ততল হতে h উচ্চতায় স্থির থাকবে। এ h উচ্চতা মাপলে 76 সে. মি. পাওয়া যাবে। অর্থাৎ বায়ুমণ্ডলের বাতাসের যে চাপ পারদ পাত্রের পারদে প্রয়োগ করেছে সে চাপের জন্য কাচ নলের ভিতর পারদ স্তম্ভ 76 সে. মি. উচ্চতায় স্থির অবস্থায় আছে। অতএব 76 সে. মি. পারদ স্তম্ভ বলতে বুঝায় ঐ স্থানে বাতাসের চাপ 76 সে. মি. যা পারদের উচ্চতার সমান। সাধারণত পারদ স্তম্ভের উচ্চতা বায়ুচাপ কমা ও বাড়ার উপরে নির্ভর করে।

মনে করি, h = পারদ স্তম্ভের উচ্চতা

s = পারদের আঃ গুঃ

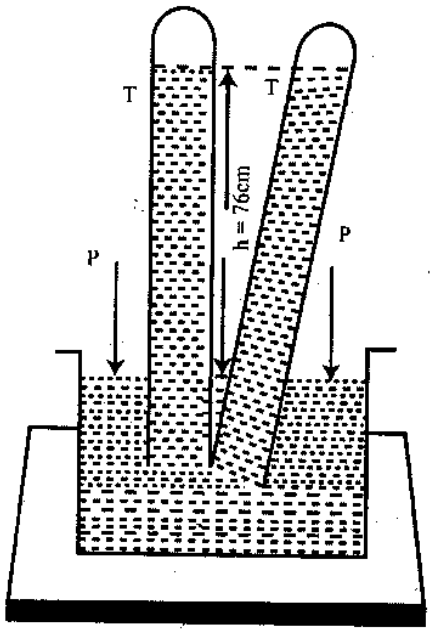
p = বায়ুর চাপ

ω = পানির আপেক্ষিক ওজন

$$h = \frac{P}{\omega \times s}$$

আমরা জানি, $h = \frac{1.033}{0.001 \times 13.6}$

$= 75.96$ বা 76 সে. মি.



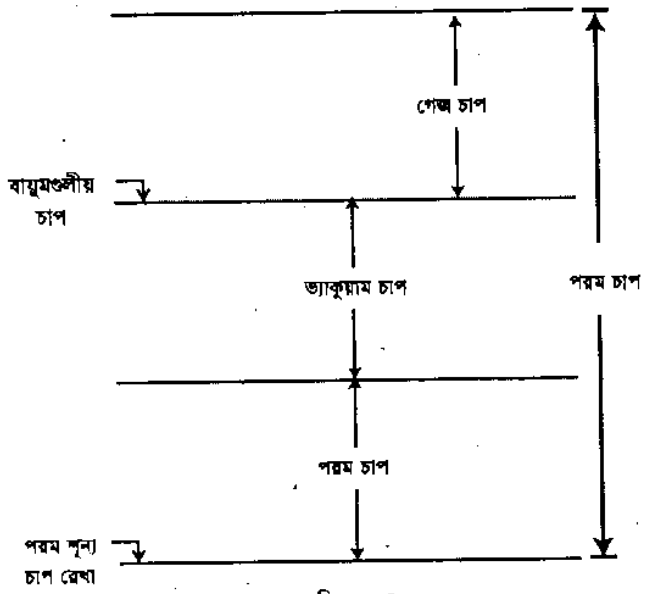
চিত্র ঃ ২.৩

২.৬ পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ এবং ভ্যাকুয়াম চাপের সম্পর্ক (Relation between the absolute pressure, atmospheric pressure, Vacuum Pressure) ঃ

আমরা জানি, পরম চাপ = গেজ চাপ + বায়ুর চাপ

পরম চাপ = বায়ুর চাপ − ভ্যাকুয়াম চাপ।

নিচের রেখা চিত্র দিয়ে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ। ভ্যাকুয়াম চাপ এর সম্পর্ক দেখানো হল।



চিত্র ঃ ২.৪

২.৬.১ পানিপূর্ণ পাত্রের সাহায্যে চাপের তীব্রতা ও মোট চাপ নির্ণয় (Compute the intensity of pressure and total pressure at the base of a tank full of water ঃ

আমরা জানি, প্রতি একক ক্ষেত্রের উপর যে চাপ কাজ করে তাকে চাপের তীব্রতা (Intensity of pressure) বলে। তলের সম্পূর্ণ ক্ষেত্রের উপর যে চাপ কাজ করে তাকে মোট চাপ বলে।

তরল পদার্থের ওজনের কারণে তরল ধারণকারী তলে উপর চাপ সৃষ্টি হয়ে থাকে। তরল পদার্থের গভীরতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে এই চাপও বৃদ্ধি পায়।

মনে করি, পার্শ্বের অংকিত পাত্রটি তরল পদার্থ দিয়ে পূর্ণ। পাত্রটির উচ্চতা H সে. মি., দৈর্ঘ্য 1 সে. মি., প্রস্থ 1 সে. মি.।

∴ পাত্রটির তলের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \times 1 = 1$ সে. মি.^{2} উক্ত পাত্রের 1 সে. মি. উচ্চতার পানির আয়তন $V = 1 \times 1 \times 1 = 1$ ঘন সে. মি.।

মনে করি, এই একক আয়তনের তরলের ওজন ω কেজি

∴ H উচ্চতায় ঐ তরলের ওজন = ωH

যেহেতু পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল 1 সে.মি.^{2}, সেহেতু তলদেশে চাপের তীব্রতা উক্ত পাত্রের মোট তরলের ওজনের সমান অর্থাৎ ωH কেজি/সে. মি.^{2}

∴ পাত্রের তলদেশের চাপের তীব্রতা $\rho = \omega H$ কেজি/ সে. মি.^{2}

উক্ত সূত্রকে নিম্নলিখিতভাবে দেখানো যায়।

ω = তরলের আপেক্ষিক ওজন, কেজি/সে. মি.^{3}

H = তরলের উচ্চতা, সে. মি.

A = পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল, সে.মি.^{2}

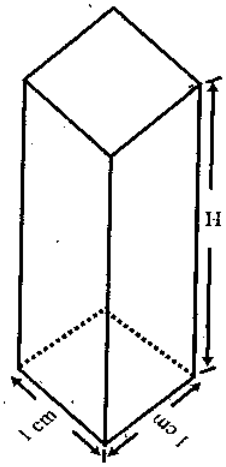
পাত্রে তরলের আয়তন = $A \times H$

∴ পাত্রের তলের মোট ওজন = $A \times H \times \omega$

$$\therefore \text{ চাপের তীব্রতা } = \frac{\text{পাত্রের তরলের ওজন}}{\text{পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল}}$$

$$\rho = \frac{\omega AH}{A}$$

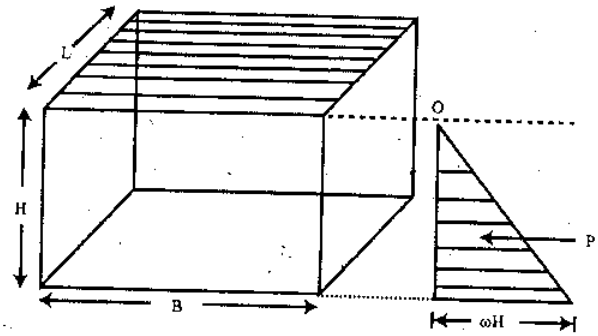
$$\rho = \omega H \text{ কেজি/সে.মি.}^2$$



চিত্র ঃ ২.৫

যেহেতু তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দুতে চাপের পরিমাণ ঐ বিন্দু হতে মুক্ততল পর্যন্ত উচ্চতার উপর নির্ভর করে সে কারণে মুক্ততলের উচ্চতা দিয়ে তরল পদার্থের চাপ প্রকাশ করা সুবিধাজনক।

২.৬.২ পানি দিয়ে পূর্ণপাত্রের পার্শ্ব/তলদেশের মোট চাপ নির্ণয় (Compute the total pressure on any side/end wall of a tank full of water) ঃ



চিত্র ঃ ২.৬

আমরা জানি, তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দুতে তরলের চাপ সব দিকে সমান এবং এই চাপ পাত্রের পার্শ্বদেশের সবদিকে সমভাবে কাজ করে। পানির চাপের তীব্রতা পাত্রের তলদেশে সবচেয়ে বেশি অর্থাৎ $P = \omega H$ এর সমান এবং ফ্রি সারফেসে চাপ শূন্য (০)। সুতরাং কোন পাত্রের পার্শ্ব দেশে তরলের মোট চাপ = পার্শ্ব দেশের গড় চাপ (চাপের তীব্রতা) এবং পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফলের গুণফলের সমান।

$$\therefore \text{ গড় চাপ } P = \frac{\omega H + 0}{2} = \frac{\omega H}{2}$$

$$\text{পার্শ্বদেশের মোট চাপ, } P = \frac{\omega H}{2} \times A$$

A = পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল।

২.৭ হাইড্রলিক র‍্যাম এবং প্লাঞ্জার (Identify hydraulic ram and plunger) ঃ

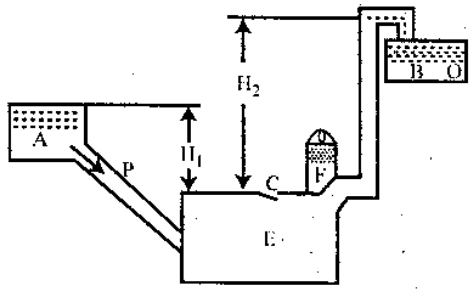
হাইড্রলিক র‍্যাম একটি স্বয়ংক্রিয় মেশিন যা অল্প পরিমাণ পানি অধিক উচ্চতায় উঠাতে পারে। যেখানে অল্প উচ্চতায় অধিক পরিমাণ পানি পাওয়া যায়।

হাইড্রলিক প্রেস তরল পদার্থের চাপে পরিচালিত একটি মেশিন। এই প্রেস দুইটি সিলিন্ডার নিয়ে গঠিত। বড় সিলিন্ডারটিতে একটি র‍্যাম (Ram) এবং ছোট সিলিন্ডারটিতে প্রযুক্ত বলের চাকা প্রয়োগ করার জন্য ব্যবহৃত দণ্ডটিই হল প্লাঞ্জার (Plunger)। প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল নিম্নমুখী ক্রিয়া করে।

২.৭.১ হাইড্রলিক র‍্যামের কার্যপ্রণালি (Working Principle of Hydraulic ram) ঃ

নিম্নের চিত্রে একটি হাইড্রলিক র‍্যামের ডায়াগ্রাম (Diagramatic View) দেখানো হয়েছে। এখানে A স্থানে h_1 উচ্চতায় পানির উৎস দেখানো হয়েছে। হাইড্রলিক র‍্যামের সাহায্যে H উচ্চতায় B ট্যাংকে অল্প পরিমাণ পানি উত্তোলন করা যাবে।

A ট্যাংকের পানি পাইপ P দিয়ে প্রবাহিত হয়ে E চেম্বারে যায় এখানে ওয়েস্ট ভালভ (Waste Valve) V খোলে পানি E চেম্বারে প্রবেশ করতে থাকে। অতঃপর P পাইপে পানির গতি বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং ওয়েস্ট V তে ডায়নামিক চাপ বৃদ্ধি পায় যতক্ষণ না ঢাকনার ওজন হতে চাপ বেশি হয়। চাপ বেশি হলে (Valve) হঠাৎ বন্ধ হয়ে যাওয়ায় পানি সংগ্রহ বেশি হবে এবং চেম্বারে পানির স্থির অবস্থার সৃষ্টি হবে। এতে চেম্বার E তে পানির চাপ বৃদ্ধি পাবে এবং চাপ বৃদ্ধির কারণে ভালভ উপরের দিকে উঠে যাওয়ায় এয়ার ভেসেল D তে কিছু পানি প্রবেশ করবে যা ভেসেলের বাতাসকে সংকোচিত করবে। ফলে এর চাপ বৃদ্ধি পাবে। আর ভেসেলের চাপ বৃদ্ধির কারণে ভালভ F বন্ধ হবে এবং পানির চাপ বৃদ্ধি হয়ে O পাইপ দিয়ে B ট্যাংকে প্রবেশ করবে। যখন E চেম্বারে পানির মোমেন্টাম থাকবে না তখন ওয়েস্ট ভালভ V খোলে গিয়ে A ট্যাংক হতে পুনরায় পানি প্রবেশ করবে। এভাবে অনবরত A ট্যাংক পানি E চেম্বারে প্রবেশ করে চাপ বৃদ্ধি এবং পরবর্তীতে B ট্যাংকে হতে পানির প্রবাহ অব্যাহত থাকবে।



চিত্র ঃ ২.৬

উদাহরণ-২.১। একটি হাইড্রোলিক র‍্যামে ব্যবহৃত পানির হেড 3m এবং কার্যকরী নির্গমন হেড 30m. যদি পানির উত্তোলন এবং ওয়েস্টের অনুপাত 1 ঃ 30 হয় তবে র‍্যামের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$h_1 = 3m$; $h_2 = 30$ m, $\frac{\text{উত্তোলিত পানি}}{\text{সরবরাহ পানি}} = \frac{1}{30}$

ধরি, উত্তোলিত পানির পরিমাণ $Qb = 1m^3$

$\therefore$ সরবরাহকৃত পানির পরিমাণ $Qa = 1 + 30 = 31m^3$

(i) অবশোষণ ক্ষমতা $\eta = \frac{Qbh_2}{Qah_1} = \frac{1 \times 30}{31 \times 3} = 0.322$ (Ans)

(ii) র‍্যাংকিং কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{Q_b (h_2 - h_1)}{Qa\, h_1}$

$= \frac{1 (30 - 3)}{31 \times 3}$

$= 0.2903$

$= 29.037\%$ **(Ans)**

উদাহরণ-২.২। একটি হাইড্রোলিক র‍্যামে সরবরাহ হেড 3m. মোট সরবরাহকৃত পানির পরিমাণ 1000 লিটার/মিনিট, নির্গমন 100 লিটার/মিনিট এবং হেডের উচ্চতা 10m হলে, র‍্যাংকিং এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

র‍্যাংকিং কর্মদক্ষতা $\eta = \frac{Q_b (h_2 - h_1)}{Qa\ h_1}$

$= \frac{100\ (10 - 3)}{1000 \times 3}$

$= 0.233$

$= 23.3\%$ (Ans)

দেওয়া আছে,

$h_1 = 3m$

$h_2 = 10m$

$Q_a = 1000$ লিটার/মিনিট

$Q_b = 100$ লিটার/মিনিট

ধরি,

W_a = A ট্যাংক হতে E চেম্বারে প্রবাহিত পানির ওজন।

W_b = চেম্বার E হতে ট্যাংক B তে প্রবেশকৃত পানির ওজন।

h_1 = ট্যাংক A এবং চেম্বার E এর পানির উচ্চতার পার্থক্য।

h_2 = চেম্বার E এবং ট্যাংক B পানির উচ্চতার পার্থক্য। ট্যাংকে

A কর্তৃক সরবরাহকৃত পানির শক্তি Wah_1..... (i)

ট্যাংক B তে প্রবেশকৃত পানির শক্তি Wbh_2 ..... (ii)

(i) নং এবং (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$Wah_1 = Wbh_2$

$\therefore \quad W_b = \frac{Wah_1}{h_2}$ ..... (iii)

যদি সরবরাহকৃত পানির কিছু অপচয় ধরা হয় তবে র‍্যামের কর্মক্ষমতা বা D অবশোষণ ক্ষমতা নামে পরিচিত।

$\eta = \frac{Wah_1}{Wbh_2}$

বা, $\eta = \frac{Qbh_2}{Qab_1}$

র‍্যামের র‍্যাংকিং কর্মক্ষমতা $\eta = \frac{Wb\ (h_2 - h1)}{Wah_2}$

বা, $\eta = \frac{Qbh_2}{Qah_1}$

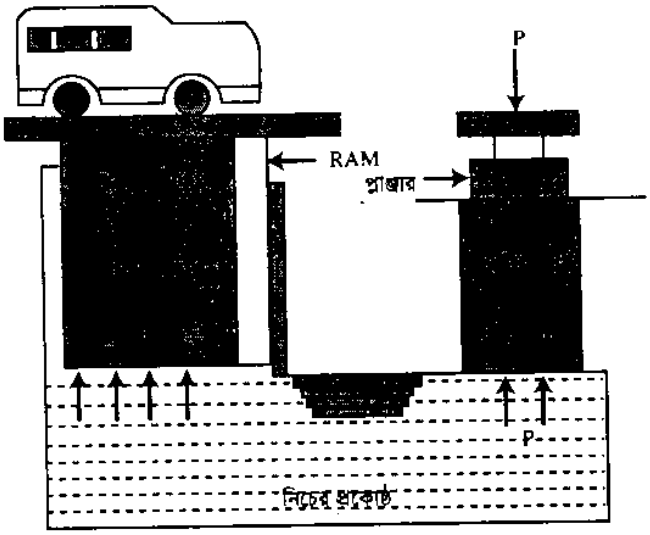
(এক্ষেত্রে পানি প্রাথমিক উচ্চতা h_1 এবং উত্তোলিত উচ্চতা $(h_2 - h_1)$ বিবেচনা করা হয়।)

২.৭.২ হাইড্রলিক প্রেসের কার্যনীতি (Working Principle of a hydraulic press) ঃ

হাইড্রলিক প্রেস (Hydraulic Press) ঃ যে সকল মেশিন তরল পদার্থের চাপে পরিচালিত হয়ে থাকে তাকে হাইড্রলিক মেশিন বলে। হাইড্রলিক প্রেস বা র‍্যাম একটি হাইড্রলিক মেশিন। এটা প্যাসকলের সূত্রের উপর নির্ভর করে কাজ করে। সুতরাং হাইড্রলিক র‍্যাম এমন একটি মেশিন যার সাহায্যে অতি অল্প বল প্রয়োগে অধিক পরিমাণ ওজন উত্তোলন করা বা অধিক চাপে কোন বস্তুকে সংকোচন করা হয়। এটা সাধারণত কোন বস্তু উত্তোলন করা, পাঠ, সুতা, তুলা ইত্যাদি জিনিসকে সংকুচিত করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

কার্যনীতিঃ এটা দুটি সিলিন্ডার নিয়ে গঠিত। একটি সিলিন্ডার বড় ও অন্যটি ছোট। সিলিন্ডার দুটি তরল পদার্থ দিয়ে পূর্ণ একটি চেম্বারের সাথে সংযুক্ত থাকে। বড় সিলিন্ডারে একটি র‍্যাম থাকে এবং ছোটটিতে একটি প্লাঞ্জার থাকে যা চিত্রে দেখানো হল।

লিভার L এর সাহায্যে প্লাঞ্জারের উপর অল্প বল P কাজ করার ফলে প্লাঞ্জার নিচের দিকে নামতে থাকে। যার ফলে ফ্লুইডের উপর চাপ সৃষ্টি হয়। প্যাসকেলের সূত্রানুযায়ী উক্ত চাপ তরলের মাধ্যমে সঞ্চারিত হয়ে র‍্যামের তলদেশের ক্ষেত্রফলের উপর কাজ করে তা বহুগুণে বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ র‍্যামের তলদেশের ক্ষেত্রফল প্লাঞ্জারের তলদেশের ক্ষেত্রফলের তুলনায় যতগুণ বেশি, র‍্যামে P বলের ক্রিয়াও ততগুণ বেশি হয়। এই P বলের ক্রিয়া র‍্যামকে W ওজন সহকারে উপরের দিকে উঠাতে এভাবে হাইড্রলিক র‍্যাম কাজ করে থাকে।



চিত্র ঃ ২.৮ হাইড্রলিক প্রেস

মনে করি,

A = র‍্যামের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল m^2

a = প্লাঞ্জারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, m^2

p = চাপের তীব্রতা kg/m^2

P = প্লাঞ্জারে উপর আরোপিত বল, kg

W = র‍্যাম কর্তৃক উত্তোলিত ওজন, kg

যেহেতু প্যাসকেলের সূত্রানুযায়ী চেম্বারের সবদিক হতে চাপের তীব্রতা সমানভাবে ছড়িয়ে পড়বে।

$\therefore \quad P = pa$

বা, $p = \frac{P}{a}$ ..... (1)

আবার, $W = pA$

বা, $p = \frac{W}{A}$ ..... (2)

(1) নং 3 (2) নং সমীকরণ হতে

$\frac{P}{a} = \frac{W}{A}$

বা, $W = \frac{PA}{a}$

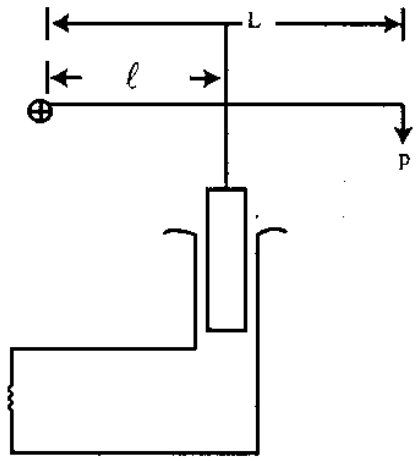
এবং $P = \frac{Wa}{A}$

যদি হাইড্রলিক র‍্যামের বিভিন্ন অপচয় ধরা না হয় তবে এর যান্ত্রিক দক্ষতা,

$$\mu = \frac{\frac{W}{A}}{\frac{P}{a}} = \frac{W}{P} \times \frac{a}{A} \quad \text{.....} (3)$$

হাইড্রলিক প্রেসের কর্তৃক উত্তোলিত ওজন এবং প্লাঞ্জার কর্তৃক প্রয়োগকৃত বলের অনুপাতকে হাইড্রলিক র‍্যামের যান্ত্রিক সুবিধা বলে। যদি র‍্যাম দিয়ে উত্তোলিত ওজন W এবং প্লাঞ্জার কর্তৃক প্রয়োগকৃত বল P হয়, তবে হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা $= \frac{W}{P}$।

হাইড্রলিক প্রেসের হাতলের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির মাধ্যমে যান্ত্রিক সুবিধা বৃদ্ধি করা যায়। $\frac{L}{e}$ এর অনুপাতকে হাতলের সুবিধা (Leaverage) বলে। অর্থাৎ হাতলের সুবিধা $= \frac{L}{e}$



চিত্র ঃ ২.৯ লিভারেজ

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- $\frac{P}{a} = \frac{W}{A}$
- $\frac{P}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{\ell}{L}$ [যদি লিভারেজ দেয়া থাকে]
- প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি $\frac{Wh}{75t}$

এখানে,

D = র‍্যামের ব্যাস

d = প্লাঞ্জারের ব্যাস

A = র‍্যামের ক্ষেত্রফল

a = প্লাঞ্জারের ক্ষেত্রফল

P = প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল।

W = র‍্যাম কর্তৃক উত্তোলিত ওজন

হাতলের সুবিধা বা লিভারেজ $= \frac{\ell}{L}$

উদাহরণ-২.৩। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 40 cm ও লিভারেজ 1 : 10 যদি 600kg ভার উত্তোলন করতে 0.5 kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত হবে? [বাকাশিবো-০৮]

সমাধান: দেওয়া আছে,

র‍্যামের ব্যাস D = 40 cm

র‍্যামের ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi}{4}(40)^2 \text{ cm}^2$

W = 600 kg, P = 0.5 kg. $\frac{l}{L} = \frac{1}{10}$

প্লাঞ্জারের ব্যাস d = ? $\therefore a = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ cm}^2$

আমরা জানি,

$$\frac{P}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{\ell}{L}$$

$$P = \frac{Wa}{A} \times \frac{\ell}{L}$$

বা, $0.5 = \dfrac{600 \times \frac{\pi}{4} d^2 \times 1}{\frac{\pi}{4}(40)^2 \times 10}$

বা, $0.5 = \dfrac{600\, d^2}{(40)^2 \times 10}$

বা, $d^2 = \dfrac{0.5 \times (40)^2 \times 10}{600}$

বা, $d^2 = 13.33$

$\therefore$ d = 3.65 cm **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৪। একটি হাইড্রলিক প্রেসের প্রস্থচ্ছেদের প্লাঞ্জারের ও র‍্যামের ব্যাস যথাক্রমে 20 cm ও 2m। র‍্যামের উপর 50,000 kg ওজন উঠাতে হলে প্লাঞ্জারের উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে,

র‍্যামের ব্যাস D = 2m = 200 cm

প্লাঞ্জারের ব্যাস d = 20 cm,

$A = \frac{\pi}{4}(200)^2 \text{ cm}^2$

W = 50,000 kg

$a = \frac{\pi}{4}(2)^2 \text{ cm}^2$

P = ?

আমরা জানি,

প্লাঞ্জার এর বল $P = \frac{Wa}{A}$

$$= \frac{50{,}000 \times \frac{\pi}{4}(2)^2}{\frac{\pi}{4}(200)^2}$$

= 500 kg **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৫। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 10cm এর প্লাঞ্জারের ব্যাস 1.5 cm। যদি প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল 80kg হয় তবে র‍্যামের ব্যাস দিয়ে কী পরিমাণ ওজন ওঠবে? যদি প্লাঞ্জারের স্ট্রোক 20 cm হয় এবং স্ট্রোকের সংখ্যা 350 হয় তবে বোঝাটি কতটুকু উপরে উঠবে? যদি বোঝা উঠতে 5 মিনিট সময় লাগে তাহলে প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য কত অশ্বশক্তির প্রয়োজন হয়?

[বাকাশিবো-০৬, ০৮]

সমাধান: দেওয়া আছে,

র‍্যামের ব্যাস D = 10 cm

প্লাঞ্জারের ব্যাস d = 1.5 cm

P = 80 kg

W = ?

আমরা জানি, $\frac{P}{a} = \frac{W}{A}$

$W = \frac{PA}{a}$

$= \frac{80 \times \frac{\pi}{4}(10)^2}{\frac{\pi}{4}(1.5)^2}$

= 3555.56 kg (Ans)

র‍্যামের ক্ষেত্রফল,

$A = \frac{\pi}{4}(10)^2 \text{ cm}^2$

প্লাঞ্জারের ক্ষেত্রফল, $a = \frac{\pi}{4}(1.5)^2 \text{ cm}^2$

মনে করি,

বোঝা উত্তোলনের উচ্চতা = h

প্লাঞ্জারের কাজ = র‍্যামের কাজ

PLN = Wh

$\Rightarrow 80 \times 0.2 \times 350$

$h = \frac{80 \times 0.2 \times 350}{3555.56}$

= 1.57m (Ans)

দেয়া আছে,

P = 80 kg

L = 20 cm = 0.2m

N = 350

W = 3555.56kg

প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি

$= \frac{Wh}{75t}$

$= \frac{3555.56 \times 1.57}{75 \times 300}$

= 0.25 h.p (Ans)

$\therefore$ t = 5 min

$= 5 \times 60$

= 300 sec

উদাহরণ-২.৬। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস প্লাঞ্জারের ব্যাসের 10 গুণ। র‍্যামের উপর 1 টন বল উত্তোলন করতে প্লাঞ্জারে কত বল প্রয়োগ করতে হবে।

[বাকাশিবো- ৯৭]

সমাধান: দেওয়া আছে,

র‍্যামের ব্যাস = D cm

প্লাঞ্জারের ব্যাস = d cm

শর্তানুসারে D = 10d ওজন W = 1ton = 1000 kg

প্লাঞ্জার P = ?

আমরা জানি, $P = W \times \frac{d^2}{D^2}$

$= 1000 \times \frac{d^2}{100\, d^2}$

= 10 kg (Ans)

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- চাপের তীব্রতা $P = \omega h$
- পানি স্তম্ভের উচ্চতা $H = \frac{P}{\omega}$
- পারদ, তেল দিয়ে চাপের তীব্রতা $P = \omega HS$
- পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল = 2 (দৈর্ঘ্য + প্রস্থ) × উচ্চতা = পরিসীমা × উচ্চতা
- পার্শ্বদেশে মোট চাপ = $\frac{\omega H}{2}$ × পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল
- পার্শ্বদেশে গড় চাপ $P_m = \frac{\omega H}{2}$
- তলদেশের মোট চাপ = ωH × ক্ষেত্রফল

পানির একক ওজন $\omega = 1 gm/cm^3$ (C.G.S পদ্ধতি)
$\omega = 0.001 kg/cm^3$ (C.G.S পদ্ধতি)
$\omega = 1000 kg/m^3$ (M.K.S পদ্ধতি)
$\omega = 9.81 kN/m^3$ (SI পদ্ধতি)
$\omega = 62.51 b/ft^3$ (F.P.S পদ্ধতি)

উদাহরণ-২.৭। প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার 0.8 kg চাপের সমতুল্য পানি স্তম্ভের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৭(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে,

$\rho = 0.80 \ kg/cm^2$
$\omega = 0.001 \ kg/cm^3$
$H = ?$

আমরা জানি,

$\rho = \omega H$

পানি স্তম্ভের উচ্চতা $H = \frac{\rho}{\omega}$

$= \frac{0.80}{0.001}$
$= 800 \ cm$
$= 8 \ m$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৮। পানির মুক্ততল হতে কত নিচে চাপের তীব্রতা বায়ুমণ্ডলের চাপের দ্বিগুণ হবে? বায়ুর চাপ 1.01 kg/cm^2। [বাকাশিবো-৯৩, ৯৪]

সমাধান: বায়ুমণ্ডলের চাপের দ্বিগুণ চাপ, ρ

$= 1.01 \times 2 = 2.02 \ kg/cm^2$
$\omega = 0.001 \ kg/cm^3$

আমরা জানি,

$\rho = \omega H$

বা, $H = \frac{\rho}{\omega}$

$= \frac{2.02}{0.001}$
$= 2020 \ cm$
$= 20.20 \ m$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৯। কোন পাত্রে রাখা তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.75 এবং গভীরতা 4 m। চাপের তীব্রতা kg/cm² এককে নির্ণয় কর।

সমাধান: আপেক্ষিক গুরুত্ব, S = 0.75

গভীরতা, h = 4m

চাপের তীব্রতা ρ = ?

আমরা জানি,

ρ = ωH, যেখানে, ω = তরলের আপেক্ষিক ওজন

এখন, তরলের আঃ গুরুত্ব = $\frac{\text{তরলের আঃ ওজন}}{4^\circ \text{ সেঃ তাপমাত্রায় পানির আঃ ওজন}}$

বা, তরলের আঃ ওজন = আঃ গুরুত্ব × পানির আঃ ওজন

বা, $\omega = 0.75 \times 1000 = 750 \text{ kg/m}^3$

$\therefore \rho = \omega H = 750 \times 4 = 3000 \text{ kg/m}^2$

$= 3000 \times 10^{-4} = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১০। একটি ব্যারোমিটারের পাঠ 76 cm পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। উক্ত চাপ পানি স্তম্ভ হিসাবে এবং kg/cm² এককে প্রকাশ কর। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13.6। [বাকাশিবো-১০]

অথবা, একটি ব্যারোমিটারে পাঠ 76cm পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসেবে এবং kg/cm² এককে প্রকাশ কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান:

(ক) 76 cm পারদ স্তম্ভ = 76 × 13.6 = 1033 cm পানি স্তম্ভ

= 10.33 m পানি স্তম্ভ (Ans)

(খ) $\rho = \omega H = 10^3 \times 10.33 \text{ kg/m}^2$

$= \frac{10^3 \times 10.33}{10^4}$

$= 1.033 \text{ kg/cm}^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১১। একটি 2m × 2m পাত্রের উচ্চতা 5m। তলদেশ হতে 2m উচ্চতা পর্যন্ত পারদ এবং বাকি অংশ পানি থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা kg/cm² এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

সমাধান: পারদের ক্ষেত্রে ঃ

H = 2m = 200 cm

$\omega = 0.001 \text{ kg/cm}^3$

S = 13.6

পারদের ক্ষেত্রে চাপের তীব্রতা, $\rho_1 = \omega HS$

$= 0.001 \times 200 \times 13.6$

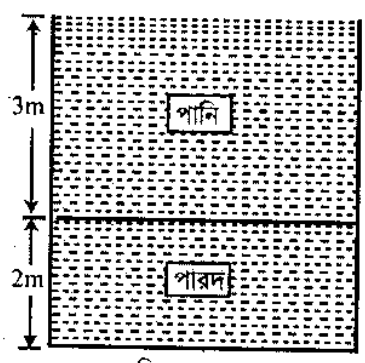
$= 2.72 \text{ kg/cm}^2$

পানির ক্ষেত্রে ঃ H = 3m = 300 cm

চাপের তীব্রতা, $\rho_2 = \omega HS$

$= 0.001 \times 300 \times 1$

$= 0.30 \text{ kg/cm}^2$



চিত্র ঃ ২.১০

∴ তলদেশে চাপের তীব্রতা, $\rho = \rho_1 + \rho_2$

$= 2.72 + 0.3 = 3.02 \text{ kg/cm}^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১২। একটি 6m × 4m × 3m মাপ বিশিষ্ট জলাধারে পানিতে ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ বের কর। [বাকাশিবো-০৬, ১২, ২০১২(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে, জলাধারের উচ্চতা, H = 3m

পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল $= 2$ (দৈর্ঘ্য + প্রস্থ) × উচ্চতা

$= 2(6 + 4) \times 3$

$= 60\ m^2$

∴ তলদেশে চাপের তীব্রতা, $P = \omega H$

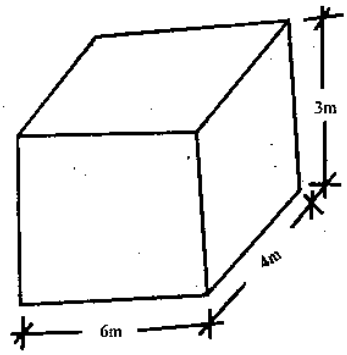
$= 1000 \times 3$

$= 3000\ kg/m^2$ (Ans)

∴ পার্শ্বদেশে মোট চাপ $= \frac{\omega H}{2} \times$ পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল

$= \frac{1000 \times 3}{2} \times 60$

$= 90{,}000$ kg **(Ans.)**



চিত্র ঃ ২.১১

উদাহরণ-২.১৩। ব্যারোমিটার পাঠ 76 cm মার্কারি হলে চাপের তীব্রতা নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৮]

সমাধান: পারদের আঃ গুঃ $S = 13.6$

$H = 76$ cm

$\omega = 0.001\ kg/cm^3$

আমরা জানি, চাপের তীব্রতা, $\rho = \omega HS$

$= 0.001 \times 76 \times 13.6$

$= 1.033\ kg/cm^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১৪। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার 5m × 4m × 3m। তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে,

জলাধারের উচ্চতা H = 3m

∴ তল দেশের চাপের তীব্রতা

$p = \omega H$

$= 1000 \times 5$

$= 5000\ kg/m^2$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

উদাহরণ-২.১৫। একটি পাত্রে 2m পর্যন্ত পারদ এবং উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা $3kg/cm^2$ হয়, তবে পাত্রের পানির গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-০৫(পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে, $\rho = 3kg/cm^2$

পারদের গভীরতা $H_1 = 2m$

$= 200$ cm

পানি গভীরতা $H_2 = ?$

পারদের ক্ষেত্রে,

চাপের তীব্রতা $\rho_1 = \omega H_1 S_1$

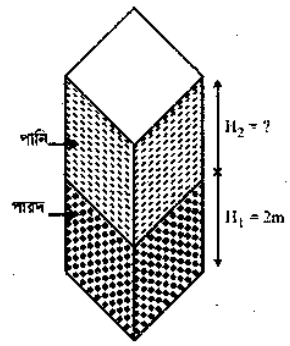
$= 0.001 \times 200 \times 13.6 = 2.72\ kg/cm^2$

পানির ক্ষেত্রে, চাপের তীব্রতা $p_2 = \omega H_2 S_2 = 0.001 \times H_2 \times 1$

$= 0.001 H_2\ kg/cm^2$

∴ তলদেশে চাপের তীব্রতা $\rho = \rho_1 + \rho_2$

$\Rightarrow 3 = 2.72 + 0.001 H_2$



চিত্র ঃ ২.১২

বা, $0.001 H_2 = 3 - 2.72$

$H_2 = \frac{0.28}{0.001} = 280$ cm $= 2.8$m **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১৬ । 5m × 2m × 3m মাপের একটি পাত্রে পানি পূর্ণ থাকলে নির্ণয় কর– [বাকাশিবো–০৬]

(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা (ii) তলদেশে মোট চাপ (iii) পার্শ্বদেশে গড় চাপ (iv) পার্শ্বদেশে মোট চাপ

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা

$\rho = \omega H$

$= 1000 \times 3$

$= 3000\ kg/m^2$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$H = 3\ m$

(ii) তলদেশে মোট চাপ = একক চাপ × ক্ষেত্রফল

$= \rho \times A_1$

$= 3000 \times 10$

$= 3 \times 10^4\ kg$ **(Ans.)**

∵ তলার ক্ষেত্রফল $A_1 = 5 \times 2$

$= 10\ m^2$

(iii) পার্শ্বদেশের গড় চাপ $P_m = \frac{\omega H}{2}$

$= \frac{1000 \times 3}{2}$

$= 1500\ kg/m^2$ (Ans)

(iv) পার্শ্বদেশের মোট চাপ Ps = গড়চাপ × ক্ষেত্রফল

$= P_m \times A_2$

$= 1500 \times 42$

$= 63000\ kg$ **(Ans.)**

পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল

$A_2 = 2\ (5 + 2) \times 3$

$= 42\ m^2$

উদাহরণ-২.১৭ । 6m × 4m × 5m মাপ বিশিষ্ট একটি জলাধার পানি পূর্ণ আছে এর তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৪(পরি)]

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

জলাধারের উচ্চতা H = 5 m

পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল = 2 (দৈর্ঘ্য + প্রস্থ) × উচ্চতা

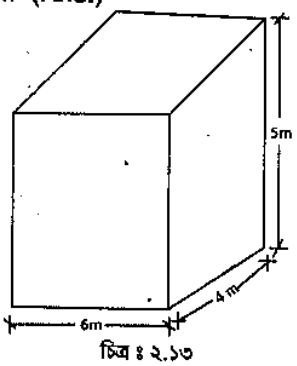
$= 2\ (6 + 4) \times 5 = 100\ m^2$

∴ তলদেশে চাপের তীব্রতা $\rho = \omega H$

$= 1000 \times 5$

$= 5000\ kg/m^2$ **(Ans.)**

$\omega = 1000\ kg/m^3$



চিত্র ঃ ২.১৩

∴ পার্শ্বদেশে মোট চাপ $= \frac{\omega H}{2} \times$ পার্শ্বদেশে মোট ক্ষেত্রফল

$= \frac{5000}{2} \times 100$

$= 250000\ kg$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.১৮। একটি পাত্রে 1m পর্যন্ত পারদ এবং তার উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা প্রতি বর্গসেন্টিমিটারে 1.76 kg তবে পানির উচ্চতা কত? [বাকাশিবো- ০৭(পরি)]

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

পারদের উচ্চতা, $H_1 = 1m$

$= 100$ cm

$\omega = 0.001$ kg/cm^3

পানির উচ্চতা, $H_2 = ?$

চাপের তীব্রতা $\rho = 1.76$ kg/ cm^2

পানির ক্ষেত্রে $\rho_2 = \omega h_2 s_2 = .001 \times h_2 \times 1$

$= 0.001h_2$

পারদের ক্ষেত্রে, $\rho_1 = \omega_1 h_1 s_1$

$= .001 \times 100 \times 13.6$

$= 1.36$ kg/cm^2

তলদেশে চাপের তীব্রতা $\rho = \rho_1 + \rho_2$

বা, $1.76 = 1.36 + 0.001h_2$

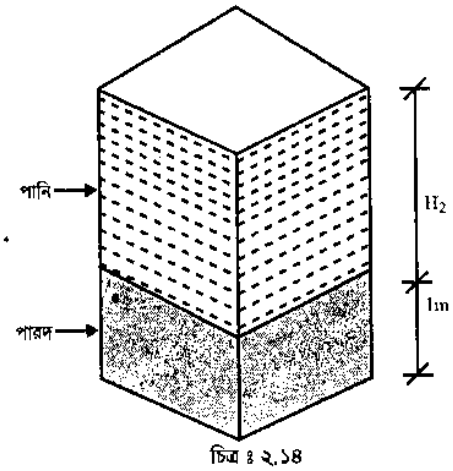
বা, $0.001h_2 = 1.76 - 1.36$

বা, $0.001\ H_2 = 0.4$

$h_2 = \frac{0.4}{0.001}$

$= 400$ cm

$\therefore h_2 = 4$m **(Ans.)**



চিত্র ঃ ২.১৪

উদাহরণ-২.১৯। একটি সিলিন্ডারের ব্যাস 250mm উচ্চতা 150 cm। যদি সিলিন্ডারটি 0.87 আঃ গুঃ সম্পন্ন তরল দ্বারা পূর্ণ থাকে তবে এর তলায় মোট কত চাপ পড়বে? [বাকাশিবো-১০ (পরি)]

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

ব্যাস = 250 mm = 25 cm

উচ্চতা h = 150 cm

S = 0.87

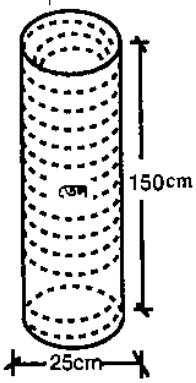
চাপের তীব্রতা $\rho = \omega hs$

$= 0.001 \times 150 \times 0.87$

$= 0.1305$ kg/cm^2

তলার ক্ষেত্রফল $= A = \frac{\pi}{4} \times (25)^2$

$= 490.87$ cm^2



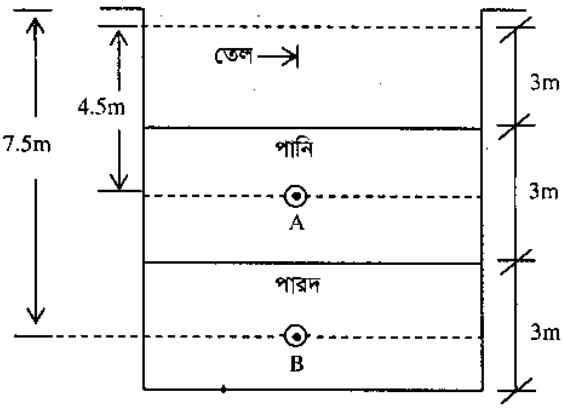
চিত্র ঃ ২.১৫

তলায় মোট চাপ = চাপের তীব্রতা × ক্ষেত্রফল

$\rho = 0.1305 \times 490.87$

$= 64.06$ kg **(Ans.)**

উদাহরণ-২.২০। নিচের চিত্রে প্রদর্শিত ট্যাংকটির A এবং B বিন্দুতে চাপ নির্ণয় কর। তৈলের আঃ গুঃ 0.87 এবং পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13.6। [বাকাশিবো-৯৬]



চিত্র ঃ ২.১৬

সমাধান ঃ

A বিন্দুতে,

তেলের জন্য চাপ, $P_0 = S\omega H = 0.87 \times 1000 \times 3$
$= 2610\ kg/m^2$

পানির জন্য চাপ, $P_w = S\omega H$
$= 1 \times 1000 \times 1.5$
$= 1500\ kg/m^2$

$H = 4.5 - 3$
$= 1.5\ m$

$\therefore$ A বিন্দুতে মোট চাপ, $P_A = P_0 + Pw$
$= 2610 + 1500$
$= 4110\ kg/m^2$ (Ans)

B বিন্দুতে,

তেলের জন্য চাপ, $P_0 = 2610\ kg/m^2$

পানির জন্য চাপ, $P_w = S\omega H$
$= 1 \times 1000 \times 3$
$= 3000\ kg/m^2$

পারদের জন্য চাপ, $P_{Hg} = S\omega H$
$= 13.6 \times 1000 \times 1.5$
$= 20400\ kg/m^2$

$H = 7.5 - 6$
$= 1.5\ m$

$\therefore$ B বিন্দুতে মোট চাপ, $P_B = P_0 + P_w + P_{Hg}$
$= 2610 + 3000 + 20400$
$= 26010\ kg/m^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.২১। 15m উচ্চতা এবং 6m ব্যাসের একটি পাত্র পানিতে পূর্ণ আছে। পাত্রের খাড়া দেওয়ালে গড় চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঃ

চাপের তীব্রতা $P = whs$
$= 1000 \times 15 \times 1$
$= 15000\ kg/m^2$

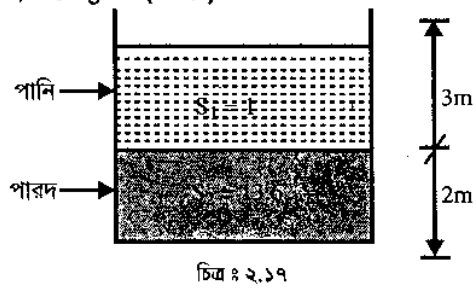
মোট চাপ $P = PA$
$= 15,000 \times 28.275$
$= 424125$ kg

$A = \pi \times \frac{d^2}{4}$
$= \pi \times \frac{62}{4}$
$= 28.275\ m^2$
$h = 15$ m
$S = 1$
$W = 1,000\ kg/m^3$

উদাহরণ-২.২২। দুই মিটার গভীর পারদের উপর তিন মিটার গভীর পানি থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান ঃ

তলদেশে চাপের তীব্রতা $= \omega h_1 s_1 + \omega h_2 s_2$
$= 1,000 \times 3 \times 1 + 1,000 \times 2 \times 13.6$
$= 30,200\ kg/m^2$ **(Ans.)**



চিত্র ঃ ২.১৭

উদাহরণ-২.২৩। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাসের অনুপাত 8 ঃ 1 এবং প্লাঞ্জারের প্রযুক্ত বল 93.75kg হলে র‍্যামে কত লোড উঠানো যাবে? [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$\frac{p}{a} = \frac{w}{A}$

বা, $\frac{p}{\frac{\pi}{4}d^2} = \frac{w}{\frac{\pi}{4}D^2}$

বা, $\frac{p}{d^2} = \frac{W}{D^2}$

বা, $P = \frac{w \times d^2}{D^2}$

বা, $W = \frac{PD^2}{d^2}$

বা, $W = \frac{93.75 \times (8)^2}{1^2}$

$\therefore W = 6,000$ kg. **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
র‍্যামের ব্যাস $D = 8$
প্লাঞ্জারের ব্যাস $d = 1$
প্লাঞ্জারের বল $P = 93.75$ kg
র‍্যামের বল $W = ?$

উদাহরণ-২.২৪। 200cm × 90cm × 40cm আকারের এবং 0.75 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার উপর সর্বনিম্ন কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান ঃ

কাঠের ওজন $= LBH \times \omega x S$
$= 200 \times 90 \times 40 \times 0.001 \times 0.75$
$= 540$kg

কাঠখণ্ড দ্বারা অপসারিত পানির ওজন $= 200 \times 90 \times 40 \times .001 = 720$ kg

দেওয়া আছে,
$L = 200$cm
$B = 90$cm
$H = 40$cm
$S = 0.75$

$\therefore$ কাঠের টুকরার উপর ওজন চাপাতে হবে $= 720 - 540$
$= 180$ kg-এর বেশি **(Ans.)**

উদাহরণ-২.২৫। একটি কাঠের টুকরার আকার 5cm × 10 cm × 30 cm এবং ওজন 200 gm। কাঠের টুকরার নিচে কত ওজন ঝুলিয়ে দিলে ওটা পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

সমাধান:

কাঠের টুকরা দ্বারা অপসারিত পানির ওজন

$= 5 \times 10 \times 30 \times 1$

$= 1500$ gm

দেওয়া আছে,

কাঠের টুকরা ওজন = 200gm

$\omega = 1 gm/cm^3$

∴ কাঠের নিচে আরোও = 1500 − 200 = 1300 gm ওজন ঝুলিয়ে রাখতে হবে। **(Ans)**

উদাহরণ-২.২৬। একটি পাত্রের 4m পর্যন্ত পারদ এবং উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা 5kg/cm² হয়। তবে পাত্রের পানির গভীরতা কত হবে?

সমাধান:

পারদের ক্ষেত্রে,

চাপের তীব্রতা $\rho_1 = wH_1s_1$

$= 0.001 \times 400 \times 13.6$

$= 5.44\ kg/cm^2$

পানির ক্ষেত্রে $\rho_2 = wH_2s_2$

$= 0.001 \times H_2 \times 1$

$= 0.001\ H_2\ kg/cm^2$

দেওয়া আছে,

$\rho = 5\ kg/mc^2$

$H_1 = 4\ m = 400\ cm$ (পারদ)

$H_2 = ?$ (পানি)

∴ তলদেশের চাপের তীব্রতা $p = p_1 + p_2$

$\Rightarrow 5 = 5.44 + 0.001H_2$

বা, $0.001H_2 = 5.44 - 5$

বা, $0.001H_2 = 0.44$

$H_2 = \frac{0.44}{0.001}$

$= 440\ cm$

$= 4.40m$ **(Ans)**

উদাহরণ-২.২৭। একটি ব্যারোমিটারের পাঠ 67 সেমি. পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসেবে এবং kg/cm² এককে প্রকাশ কর। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13.6। [বাকাশিবো-১০]

সমাধান:

(ক) 67cm পারদ স্তম্ভ $= 67 \times 13.6 = 911.2$cm of water

$= 9.112$ m of water **(Ans.)**

(খ) $P = \omega h$ $= 1,000 \times 9.112$

$= 9112\ kg/m^2$

$= 0.9112\ kg/cm^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-২.২৮। একটি 2m × 2m পাত্রের উচ্চতা 5m। তলদেশে হতে 2m উচ্চতা পর্যন্ত পারদ এবং বাকি অংশে পানি থাকলে পাত্রের তলদেশের তীব্রতা kg/cm²-এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

সমাধান:

আমরা জানি, $P = \omega s_1h_1 + \omega s_2h_2$

$= 1,000 \times 13.6 \times 2 + 1,000 \times 1 \times 3$

$= 30200\ kg/m^2$

$= 3.02\ kg/cm^2$ **(Ans.)**

মোট তরলের গভীরতা = 5 m

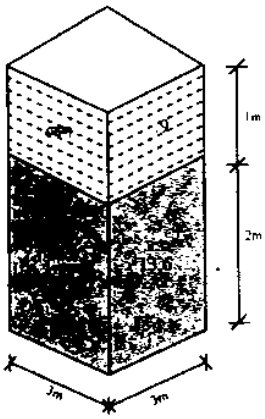
পারদের গভীরতা $h_1 = 2$ m

∴ পানির গভীরতা $h_2 = 5 - 2 = 3$ m

উদাহরণ-২.২৯। 3m × 3m একটি পাত্রের 3m গভীরতা পর্যন্ত তেল এর নীচে 2m পর্যন্ত পারদ থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব = .9। [বাকাশিবো-২০১০]

সমাধানঃ আমরা জানি,

$$P = \omega s_1 h_1 + \omega s_2 h_2$$
$$= 1,000 \times 13.6 + 1,000 \times .9 \times 1$$
$$= 28100\ kg/m^2$$
$$= 2.81\ kg/cm^2\ \textbf{(Ans.)}$$



চিত্র ঃ ২.১৮

উদাহরণ-২.৩০। 200cm × 100cm × 5cm আকারের এবং 0.70 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার ওপর কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-১১]

সমাধানঃ আমরা জানি,

কাঠের ওজন $= L \times B \times H \times \omega.s$

$$= 200 \times 100 \times 5 \times 0.001 \times 0.70$$
$$= 70\ kg.$$

উর্ধ্বমুখী বল = প্লবতা $= 200 \times 90 \times 5 \times .001 = 90$ kg [উর্ধ্বমুখী বল = অপসারিত পানির ওজন]

∴ কাঠের টুকরার উপর আরোও $= 90 - 70$

= 20kg-এর বেশি ওজন চাপাতে হবে।

উদাহরণ-২.৩১। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 60cm লিভারের 1 : 8 হয়। যদি 1000kg বল উত্তোলন করতে 0.6kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত? [বাকাশিবো-১১]

সমাধানঃ

আমরা জানি, $\frac{P}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{1}{L}$

বা, $a = \frac{PAL}{W \times \ell}$

বা, $a = \frac{0.6 \times 2827.43 \times 8}{1000 \times 1}$

$= 13.57$

$\therefore d^2 = \frac{13.57}{\frac{\pi}{4}}$

$\therefore d = 4.16cm$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$D = 60cm \therefore A = \frac{\pi}{4} \times 60^2 = 2827.43\ cm^2$

$d = ?$

$\frac{\ell}{L} = \frac{1}{8}$

$W = 1000kg$

$P = 0.6kg$

উদাহরণ-২.৩২। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 50 সেমি. লিভারেজ 1 : 10। যদি 1000 kg লোড উত্তোলন করতে 1 kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত? [বাকাশিবো-১২]

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{P}{d^2} = \frac{W}{D^2} \times \frac{1}{L}$

$\Rightarrow d^2 = \frac{PD^2L}{W}$

$\Rightarrow d^2 = \frac{1 \times (50)^2 \times 10}{1000}$

$\therefore d = 5cm$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে

$P = 1$ kg

$W = 1000$kg

$\frac{1}{L} = \frac{1}{10}$

$D = 50$cm

$d = ?$

উদাহরণ-২.৩৩। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 60cm ও 6cm হলে 50,000 kg ওজন উঠাতে প্লাঞ্জারের কত বল প্রয়োগ করতে হবে? লিভারেজ 1 : 10। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{P}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{1}{L}$

$\Rightarrow \frac{P}{d^2} = \frac{W}{D^2} \times \frac{1}{L}$

$\Rightarrow P = \frac{W \times d^2 \times 1}{D^2 \times L}$

$\Rightarrow P = \frac{50,000 \times 6^2 \times 1}{(60)^2 \times 10}$

$\therefore P = 50$kg **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$D = 60$cm

$d = 6$ cm

$W = 50,000$kg

$P = ?$

$\frac{1}{L} = \frac{1}{10}$

উদাহরণ-২.৩৪। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 40cm ও 10cm। প্লাঞ্জারের 20cm স্ট্রোকে প্রেসটি 25 মিনিটে 3500kg ওজনকে 3.5m উচ্চতায় উত্তোলন করে। প্লাঞ্জারের বল ও প্লাঞ্জারের পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৩, ১৩(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{P}{d^2} = \frac{W}{D^2}$

$\Rightarrow P = \frac{w \times d^2}{D^2}$

$\Rightarrow P = \frac{3500 \times (10)^2}{(40)^2}$

$\Rightarrow P = 218.75$kg **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$D = 40$cm

$d = 10$cm

$t = 25 \times 60$

$= 1500$s

$W = 3500$kg

$h = 3.5$m

$P = ?$

$P = ?$

আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় শক্তি $P = \frac{wh}{75t}$

$= \frac{3,500 \times 3.5}{75 \times 1500}$

$= 0.108$hp **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৩৫। নিচের চিত্রে A পাত্রের চাপ 2kg/cm2 এবং এতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড $S_a = 1.6$ আছে। B পাত্রের চাপ **2.5kg/cm^2. SB = .8** পারদের উচ্চতায় পাত্র দুটির চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৫]

সমাধান:

আমরা জানি,

বাম দণ্ডের চাপ = ডান দণ্ডের চাপ

$\Rightarrow 2,000 + 3 \times 1.6 + h \times 13.6 = h \times .8 + 2500$

$\Rightarrow (13.6 - .8)h = 2500 - 2000 - 4.8$

$\Rightarrow h = 38.68$ cm **Ans.**

$P_a = 2kg/cm^2$

$H_A = \frac{P}{W} = \frac{2}{.001}$

$= 2,000$ cm

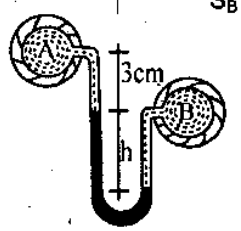
$P_B = 2.5kg/cm^2$

$H_B = \frac{2.5}{.001} = 2500$ cm

$h = ?$

$S_a = 1.6$

$S_B = .8$



চিত্র ঃ ২.১৯

উদাহরণ-২.৩৬। ব্যারোমিটার পাঠ 76 সে.মি. মার্কারি, গেজ চাপ 0.50 কেজি/সে.মি.^{2} হলে পরম চাপ কত হবে? [বাকাশিবো-০৯]

সমাধান:

আমরা জানি,

$P = \omega HS$

$= 0.001 \times 76 \times 13.6$

$= 1.0336$ kj/cm^2

পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীর চাপ + গেজ চাপ

$= 1.0337 + 0.5 = 1.5336$ kj/cm^2 **(উত্তর)**।

$H = 76$ cm

গেজ চাপ $= 0.5$ kg/cm^2

$= 0.5$ kg/cm^2

$\omega = 0.01$ kj/cm^3

উদাহরণ-২.৩৭। যদি একটি হাইড্রলিক প্রেসের হাতলের লিভারেজ 1:10 র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 33cm এবং 5cm হয়। তবে পরিচালনা হাতলের প্রান্তে কত বল প্রয়োগ করলে র‍্যাম দ্বারা 2000 kg বোঝা উত্তোলন করা সম্ভব হবে? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$\frac{p}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{1}{L}$

$\Rightarrow \frac{p}{d^2} = \frac{W}{D^2} \times \frac{1}{L}$

$\Rightarrow P = \frac{W \times d^2 \times 1}{D^2 \times L}$

$= \frac{2,000 \times 5^2 \times 1}{(33)^2 \times 10}$

$\therefore P = 4.6$ kg **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$D = 33$ cm

$d = 5$ cm

$w = 2000$ kg

$P = ?$

$\frac{1}{L} = \frac{1}{10}$

উদাহরণ-২.৩৮। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 10 সে.মি. এবং 1.5 সে.মি.। প্লাঞ্জারের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ 50 কেজি হলে র‍্যাম দিয়ে কী পরিমাণ ওজন ওঠানো যাবে? [বাকাশিবো-৯৯, ২০১৪(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
র‍্যামের ব্যাসার্ধ D = 10 cm
প্লাঞ্জারের ব্যাস d = 1.5 cm

$A = \frac{\pi}{4}(10)^2 = 78.5 cm^2$

$a = \frac{\pi}{4}(1.5)^2 = 1.77 cm^2$

w = 50 kg

ρ = ?

আমরা জানি, প্লাঞ্জারের বল $\rho = \frac{wa}{A}$

$\rho = \frac{50 \times 1.77}{78.5}$

= 1.13 kg (Ans.)

উদাহরণ-২.৩৯। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 40 cm এবং 5 cm। র‍্যামের উপর 2000 kg বল উত্তোলন করতে প্লাঞ্জারের কী পরিমাণ বলের প্রয়োজন হবে? লিভারেজ 1 : 10। [বাকাশিবো-৯৯]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
D = 40 cm
d = 5 cm
w = 2000 kg
$\frac{1}{L} = \frac{1}{10}$
ρ = ?

আমরা জানি,

$\frac{\rho}{a} = \frac{W}{A} \times \frac{1}{L}$

$\rho = \frac{W a \times 1}{A \times L}$

$= \frac{w \times d^2 \times 1}{D^2 \times L}$

$= \frac{2000 \times (5)^2 \times 1}{(40)^2 \times 10}$

= 3.125 kg **(Ans.)**

উদাহরণ-২.৪০। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 15 cm এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস 2.5 cm। যদি প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল 100 kg হয়, তবে র‍্যামে কী পরিমাণ ওজন উঠবে এবং প্লাঞ্জারের স্ট্রোক 30 cm এবং স্ট্রোক সংখ্যা 300 হলে বোঝাটি কতটুকু উপরে উঠবে? [বাকাশিবো-৯৭]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
র‍্যামের ব্যাস D = 15 cm
প্ল্যাঞ্জারের ব্যাস d = 2.5 cm
P = 100 kg

র‍্যামের ক্ষেত্রফল, $A = \frac{\pi}{4} \times (15)^2 cm^2$

$= 176.626 cm^2$

প্লাঞ্জারের ক্ষেত্রফল, $a = \frac{\pi}{4}(2.5)^2 = 4.91 cm^2$

আমরা জানি, $\frac{P}{a} = \frac{W}{A}$

$w = \frac{PA}{a}$

$= \frac{100 \times 176.625}{4.91}$

= 3597.25 kg (Ans.)

আবার,

দেওয়া আছে,
P = 100 kg
L = 30 cm = 0.3m
N = 300
W = 3597.25 kg

মনে করি, বোঝা উত্তোলনের উচ্চতা = h

প্লাঞ্জারের কাজ = র‍্যামের কাজ

PLN = wh

$\Rightarrow 100 \times 0.3 \times 300 = 3597.25 \times h$

h = 2.50 m **(Ans)**

উদাহরণ-২.৪১। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্ল্যাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 20 cm এবং 5 cm হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের উপর আরোপিত 1500 kg লোড উত্তোলন করতে প্ল্যাঞ্জারের উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [বাকাশিবো-৯৫]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
র‍্যামের ব্যাস = 20 cm
প্ল্যাঞ্জারের ব্যাস = 5 cm
$w = 1500$ kg
$A = \frac{\pi}{4} \times (20)^2$
$= 314\ cm^2$
$a = \frac{\pi}{4} \times (5)^2$
$= 19.625\ cm^2$

আমরা জানি,
$\frac{p}{a} = \frac{w}{A}$
$p = \frac{w \times a}{A}$
$= 93.75$ kg (Ans)

উদাহরণ-২.৪২। একটি পুকুরের উপরি ভাগ হতে 2m নিচে পানির চাপ কত? [বাকাশিবো-৯৪]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$H = 2m$
$\omega = 1000\ kg/m^3$
$\rho = ?$

আমরা জানি,
$\rho = wH$
$= 1000 \times 2$
$= 2000\ kg/m^2$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৪৩। 3m গভীরতা বিশিষ্ট একটি পানির ট্যাংকের পানির মুক্ততলে এবং ট্যাংকের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত হবে? পানির আপেক্ষিক ওজন 0.001 kg/cm³। [বাকাশিবো-৯৫]

সমাধান:

পাত্রের মুক্ততলের, $h = 0$
পাত্রের তলদেশে, $h = 3m$
$= 300$ cm
$w = 0.001\ kg/cm^3$

আমরা জানি,
পাত্রের মুক্ততলে চাপের তীব্রতা
$\rho = hw$
$= .001 \times 0$
$= 0$

পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা
$\rho = wh$
$= 0.001 \times 300$
$= 0.3\ kg/cm^2$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৪৪। 4m ব্যাস এবং 3m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি পাত্রে পানি ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-৯৬]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
ব্যাস $d = 4m$
উচ্চতা $h = 3m$
$w = 1000\ kg/m^3$

আমরা জানি,
চাপের তীব্রতা $\rho = wh$
$= 1000 \times 3$
$= 3000\ kg/m^2$

মোট চাপ = চাপের তীব্রতা × ক্ষেত্রফল
$= 3000 \times \frac{\pi}{4} \times d^2$
$= 3000 \times \frac{\pi}{4} \times (4)^2$
$= 37680$ kg **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৪৫। সমুদ্রের পানির গভীরতা 8.05 km হলে সমুদ্রের তলদেশে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে কত কেজি চাপ হবে? প্রতি ঘনমিটার পানির ওজন 1048 kg.

[বাকাশিবো-৮৬]

সমাধান:

আমরা জানি,

তলদেশে চাপের তীব্রতা $\rho = wh$

$= 1048 \times 8050$

$= 8436400\ kg/m^2$

$= \frac{8436400}{(100)^2}\ kg/cm^2$

$= 843.64\ kg/cm^2$ **(উত্তর)**

দেওয়া আছে,

$w = 1048\ kg/m^3$

$h = 8.05\ km$

$= 8050\ m.$

উদাহরণ-২.৪৬। একটি পাত্রের তলদেশে মোট বলের পরিমাণ 175 kg এবং তলদেশের দৈর্ঘ্য 3m এবং প্রস্থ 2m উক্ত পাত্রের তলদেশে চাপে তীব্রতা কত?

[বাকাশিবো-৯২]

সমাধান:

আমরা জানি, চাপের তীব্রতা, $\rho = \frac{p}{A}$

$= \frac{175}{6 \times (100)^2}$

$= 0.0029\ kg/cm^2$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$p = 175\ kg$

$A = (3 \times 2) = 6m^2$

$= 6 \times (100)^2\ cm^2$

উদাহরণ-২.৪৭। একটি 4m × 3m × 2.5m আকারের পানিপূর্ণ পাত্রের তলদেশের চাপের তীব্রতা এবং 4m পাশের মোট চাপ কত হবে?

[বাকাশিবো-৯৩]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

(i) পাত্রে পানির উচ্চতা = 2.5m

$= 1000 \times 2.5$

$= 2500\ kg/m^2$ (উত্তর)

(ii) পার্শ্বদেশের গড় চাপ $\rho_m = \frac{wH}{2}$

$= \frac{1000 \times 2.5}{2}$

$= 1250\ kg/m^2$

∴ 4m পাশের মোট চাপ = 2 × গড় চাপ × 4m পাশের ক্ষেত্রফল

$= 2 \times 1250 \times (4 \times 2.5)$

$= 25000\ kg$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৪৮। 10m ব্যাস এবং 15m উচ্চতা বিশিষ্ট আকৃতির একটি পানির ট্যাংকের নিম্নোক্ত চাপ নির্ণয় কর।

১। ট্যাংকের তলদেশের চাপের তীব্রতা

২। সিলিন্ডারের পার্শ্বে সর্বনিম্ন এবং গড় চাপের তীব্রতা [বাকাশিবো-৯৩]

সমাধানঃ

(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা,

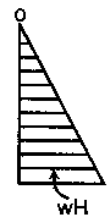
$$\rho = wH$$
$$= 100 \times 15$$
$$= 15000\ kg/m^2$$ **(উত্তর)**

(ii) সিলিন্ডারের পার্শ্বের সর্বনিম্ন চাপের তীব্রতা,

$$\rho = \frac{wH}{2}$$

$\rho = 1000 \times 0/2$

$H = 0$



চিত্র ঃ ২.২০

$\rho = 0$ (উত্তর)

পার্শ্বদেশে গড় চাপের তীব্রতা,

$$\rho = \frac{wH + o}{2}$$
$$= \frac{\omega H}{2}$$
$$= \frac{1000 \times 15}{2}$$
$$= \frac{15000}{2}$$
$$= 7500\ kg/m^2$$
$$= 0.75\ kg/cm^2$$

উদাহরণ-২.৪৯। 5 মিটার × 3 মিটার × 2.5 মিটার আকারের একটি জলাধার পানিপূর্ণ থাকলে ইহার তলদেশে চাপের তীব্রতা এবং পার্শ্বদেশে মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-২০০১]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

দেওয়া আছে,
জলাধারের উচ্চতা
$H = 2.5\ m$
$\omega = 1000\ kg/m^3$

(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা

$$\rho = \omega H$$
$$= 1000 \times 2.5$$
$$= 2500\ kg/m^2$$ **(উত্তর)**

(ii) পাত্রের পার্শ্বদেশে গড় চাপ,

$$P_m = \frac{\omega H}{2}$$
$$= \frac{1000 \times 2.5}{2}$$
$$= 1250\ kg/m^2$$

∴ পার্শ্বদেশে মোট চাপ = গড় চাপ × পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল

$$Ps = 1250 \times 40$$
$$= 50000\ kg.$$ **(উত্তর)**

পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল, $= 2 \times (5 + 3) \times 2.5$
$= 40\ m^2$

উদাহরণ-২.৫০। একটি আয়তাকার ট্যাংকের মাপ 4m × 3m × 2.5m । উক্ত ট্যাংকে পানির উচ্চতা 2m হলে ট্যাংকের তলদেশে মোট চাপ কত? পার্শ্বদেশের মোট চাপই বা কত? [বাকাশিবো-৮৭]

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

পানির উচ্চতা $H = 2m$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা,

$$\rho = \omega H$$
$$= 1000 \times 2$$
$$= 2000\ kg/m^2$$

তলদেশের মোট চাপ = চাপের তীব্রতা × ক্ষেত্রফল

$$= 2000 \times (4 \times 3)$$
$$= 24000\ kg$$
$$= 24\ ton$$ **(উত্তর)**

(ii) পার্শ্বদেশের গড় চাপ $= \frac{\omega H}{2}$

$$= \frac{1000 \times 2}{2}$$
$$= 1000\ kg/m^2$$

পার্শ্বদেশের মোট চাপ = গড় চাপ × পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল

পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল $= 2 \times (4 + 3) \times 2$

$$= 1000 \times 2 \times (4 + 3) \times 2$$
$$= 28000\ kg$$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৫১। একটি চৌবাচ্চার দৈর্ঘ্য 10m, প্রস্থ 5m এবং এর মধ্যে পানির উচ্চতা 3m, উক্ত চৌবাচ্চার মধ্যে মোট পানির ওজন ও পার্শ্বদেশের মোট চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯১]

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

$W = 1000\ kg/m^3$

$L = 10\ m$

$B = 5m$

$H = 3m$

(i) মোট পানির ওজন, $W = LBH \times \omega$

$$= 10 \times 5 \times 3 \times 1000$$
$$= 150000\ kg$$
$$= 150\ Ton$$ **(উত্তর)**

(ii) পার্শ্বদেশের গড় চাপ $= \frac{\omega H}{2}$

$$= \frac{1000 \times 3}{2}$$
$$= 1500\ kg/m^2$$

∴ পার্শ্বদেশের মোট চাপ = গড় চাপ × ক্ষেত্রফল

পার্শ্বদেশের ক্ষেত্রফল

$$= 2 \times (10 + 5) \times 3$$
$$= 90\ m^2$$

$$= 1500 \times 90$$
$$= 135000\ kg$$
$$= 135\ Ton$$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-২.৫২। একটি পাত্রে 1.5 মিটার পর্যন্ত পারদ এবং তার উপর 0.85 আঃ গুঃ এর তরল আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা 2.5kg/cm² হয়, তবে পারদের উপরস্থ তরলের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

$\rho = \omega h_1 s_1 + \omega h_2 s_2$

$2.5 = 0.001 \times 1.5 \times 100 \times 13.6 + 0.001 \times h_2 \times 0.85$

$0.00085\ h_2 = 2.5 - 2.04$

$0.00085 h_2 = 0.46$

$h_2 = 541.18$ cm

$= 5.41$m **(উত্তর)**

দেওয়া আছে,

$\omega = 0.001$ kg/m³

$h_1 = 1.5$ m (Height of Hg)

$s_1 = 13.6$

$h_2 = ?$ (Height of Hg)

$s_2 = 0.85$

উদাহরণ-২.৫৩। একটি পাত্রের তলদেশে মোট বলের পরিমাণ 175 kg এবং তলদেশের দৈর্ঘ্য 3m এবং প্রস্থ 2m উক্ত পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? [বাকাশিবো-৯২]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

চাপের তীব্রতা, $\rho = P/4 = \frac{175}{6 \times (100)^2}$

$= 0.0029$ kg/cm² **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$P = 175$ kg

$A = (3 \times 2) = 6$m²

$= 6 \times (100)^2$ cm²

উদাহরণ-২.৫৪। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস ১২ সে.মি এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস ১.৭৫ সে.মি। যদি প্লাঞ্জারের ওপর প্রযুক্ত বল ৮২ কেজি হয়, তবে র‍্যাম দিয়ে কী পরিমাণ বোঝা ওপরে উঠবে? যদি বোঝা উঠাতে ৫ মিনিট সময় লাগে, তাহলে প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য কত অশ্বশক্তির প্রয়োজন হবে।

সমাধানঃ

আমরা জানি,

$\frac{P}{a} = \frac{W}{A}$

$W = \frac{PA}{a}$

$= \frac{82 \times 113.04}{2.40}$

$= 3862.2$ kg **(Ans.)**

প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি,

$= \frac{wh}{75t}$

$= \frac{3862.2 \times h}{75 \times 300}$

$= 0.172$ h H.P **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

র‍্যামের ব্যাস $D = 12$ cm

প্লাঞ্জারের ব্যাস $d = 1.75$ cm

$P = 82$ kg

$W = ?$

র‍্যামের ক্ষেত্রফল,

$A = \frac{\pi}{4} \times (12)^2$ cm²

$= 113.04$ cm²

$a = \frac{\pi}{4} \times (1.75)^2$ cm²

$= 2.40$ cm²

$\therefore t = 5$ min

$= 5 \times 60$

$= 300$ sec

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **চাপের তীব্রতা কী?**
অথবা, চাপের তীব্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো–২০০৮, ১১, ১২, ১২(পরি)]

উত্তর: একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বলকে চাপের তীব্রতা বলে। একে ρ (রো) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক কেজি/মি^{2}।

২। **"প্যাসকেলের" সূত্রটি উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১১]
অথবা, প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১(পরি), ১২, ১৪]

উত্তর: পাত্রে আবদ্ধ স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোন অংশের উপর চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ অপরিবর্তিত থেকে তরল বা বায়বীয় পদার্থের মধ্য দিয়ে চারিদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থের সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

৩। **বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কী?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯]

উত্তর: বাতাসের ওজন আছে এবং এ ওজনের কারণেই এটা ভূ-পৃষ্ঠে চাপ প্রয়োগ করে। বাতাসের এ চাপকে বায়ুমণ্ডলের চাপ বলে। যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করা হয় তাকে ব্যারোমিটার বলে। সমুদ্র পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ = 1.033 kg/cm^2

৪। **প্রেসার হেড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
অথবা, প্রেসার হেড কী? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর: তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দু হতে ফ্রি সারফেস পর্যন্ত খাড়া উচ্চতা বা গভীরতাকে ঐ বিন্দুতে তরলের চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড বলে। একে H দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\therefore$ প্রেসার হেড $H = \frac{P}{\omega}$

৫। **গেজ চাপ কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১২, ১২(পরি)]
অথবা, গেজ চাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর: চাপ পরিমাপ করার যন্ত্রকে প্রেসার গেজ এবং প্রেসার গেজ হতে প্রাপ্ত রিডিং (Reading) কে গেজ প্রেসার বলে।
গাণিতিকভাবে, গেজ চাপ = পরম চাপ–বায়ুমণ্ডলের চাপ।

৬। **পরম চাপ বা অ্যাবসলিউট প্রেসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬,]
অথবা, পরম চাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, পরম চাপ কী? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর: আদর্শ বায়ুর চাপ ও গেজ চাপের বীজ গাণিতিক যোগফলকে পরম চাপ বলে।
গাণিতিকভাবে,
পরম চাপ = গেজ চাপ + বায়ুমণ্ডলীয় চাপ
পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ – ভ্যাকুয়াম চাপ

৭। **চাপ কী?**

উত্তর: কোন পাত্রে পানি বা তরল পদার্থ পাত্রের তলদেশে ও অন্যান্য পাশের সকল বিন্দুতে যে বল প্রয়োগ করে তাকে চাপ বলে।

৮। **চাপের তীব্রতা কোথায় বেশি হয়।**

উত্তর: তরলে পূর্ণপাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা বেশি হয়।

৯। **প্যাসকেলের সূত্রের প্রধান তিনটি দিক লিখ।**

উত্তর: প্যাসকেলের সূত্রের প্রধান তিনটি দিক হল ঃ

১। তরলের চাপ চারিদিকে সঞ্চালিত হয়।

২। চাপ সমানভাবে সঞ্চালিত হয়।

৩। চাপ তরল সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

১০। **হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৬, ০৮, ১০, ১২]

অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী, লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬ (পরি), ০৭, ১০ (পরি)]

অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: হাইড্রলিক প্রেস কর্তৃক উত্তোলিত ওজন এবং প্লাঞ্জার কর্তৃক প্রয়োগকৃত বলের অনুপাতকে হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলে।

অর্থাৎ যান্ত্রিক সুবিধা $= \frac{\text{উত্তোলিত ওজন}}{\text{প্রযুক্ত বল}}$

$= \frac{W}{p}$

১১। **প্লাঞ্জারের স্ট্রোক সংখ্যা কী?**

উত্তর: ওজনকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠানোর জন্য প্রেসের ছোট সিলিন্ডারে প্লাঞ্জারকে যতবার উঠানামা করতে হয় তাকে প্লাঞ্জারের স্ট্রোক সংখ্যা বলে। ছোট সিলিন্ডারের ভিতর প্লাঞ্জার এর যাওয়া আসায় যে দূরত্ব বা দৈর্ঘ্য অতিক্রম করে তাকে প্লাঞ্জারের স্ট্রোক দৈর্ঘ্য (L) বা সংক্ষেপে স্ট্রোক সংখ্যা (N) বলে।

১২। **হাইড্রোলিক র‍্যাম কী?**

উত্তর: হাইড্রোলিক র‍্যাম হল একটি স্বয়ংক্রিয় মেশিন। যে মেশিনের সাহায্যে অতি সহজে অল্প পরিমাণ পানি অধিক উচ্চতায় উত্তোলন করা সম্ভব।

১৩। **হাইড্রোলিক প্রেস কী?**

উত্তর: হাইড্রলিক প্রেস এমন একটি যন্ত্র যার সাহায্যে অপেক্ষাকৃত কম বল প্রয়োগ করে ভারী লোডকে উত্তোলন করে বা অধিক চাপে কোন বস্তু সংকোচন করতে ব্যবহার করা হয়। এই মেশিনে তরল পদার্থ ব্যবহার করে এক পাশে ছোট পিস্টন বা প্লাঞ্জার দ্বারা বল প্রয়োগে অপর প্রান্তে বড় পিস্টন বা র‍্যামের উপর ওজন বা বস্তু রেখে উত্তোলন বা সংকোচন করা হয়।

১৪। **তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম হচ্ছে

১। হাইড্রোলিক প্রেস

২। জ্যাক

৩। ক্রেন।

১৫। **ভ্যাকুয়াম চাপ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: বায়ুশূন্য স্থানের চাপকে ভ্যাকুয়াম চাপ বলে।

১৬। **সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলে গড় চাপ কত?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: 1.033 kg/cm^2।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১১, ১৩, ১৪(পরি)]

অথবা, তরল পদার্থের চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩ (পরি)]

উত্তর ঃ (ক) যে কোন তরল পদার্থের উপরিতলে চাপের তীব্রতা শূন্য [0] এবং তলদেশে সর্বাধিক।

(খ) চাপের তীব্রতা তরল পদার্থের উচ্চতা বা গভীরতার সমানুপাতিক।

(গ) তরল পদার্থের যে কোন বিন্দুতে চাপের তীব্রতা সবদিকে সমভাবে কাজ করে।

(ঘ) তরল পদার্থের একই আনুভূমিক সরল রেখার সকল বিন্দুতে চাপের তীব্রতা সমান।

২। **একটি রেখাচিত্রের সাহায্যে পরম চাপ, বায়ুচাপ ও গেজ চাপের সম্পর্ক দেখাও।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯, ১০, ১২]

অথবা, পরম চাপ, গেজ চাপ এবং শূন্যচাপ রেখা-চিত্রের সাহায্যে দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ১৪(পরি)]

অথবা, পরম চাপ, গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের মাঝে সম্পর্ক রেখা চিত্রের সাহায্যে দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, চিত্রের মাধ্যমে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও শূন্যচাপের সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি), ১৪]

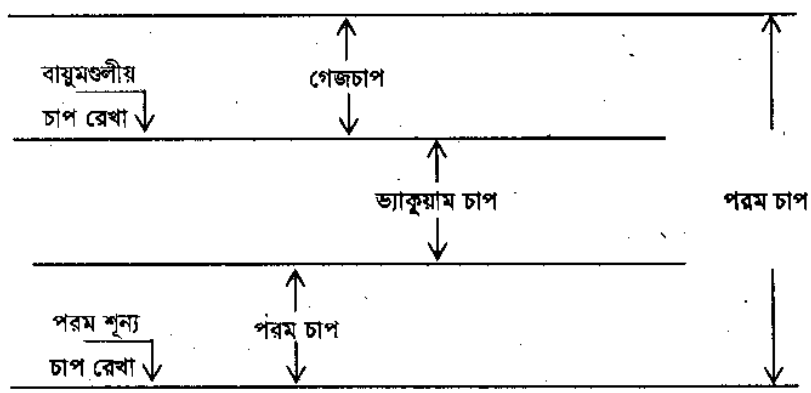
অথবা, রেখা চিত্রের সাহায্যে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও ভ্যাকুয়াম চাপের সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর ঃ আমরা জানি,

পরমচাপ = গেজ চাপ + বায়ুর চাপ

পরম চাপ = বায়ুচাপ = ভ্যাকুয়াম চাপ

নিচের চিত্রের সাহায্যে সম্পর্ক দেখানো হল ঃ



৩। **চাপের তীব্রতা এবং চাপজনিত উচ্চতার সম্পর্ক নিরূপণ কর।** [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪]

উত্তর ঃ **চাপের তীব্রতা ঃ** তরলের অভ্যন্তরে একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বলকেই চাপের তীব্রতা বলে। মূলত চাপ ও চাপের তীব্রতা একই। চাপের তীব্রতা ρ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চাপের তীব্রতা $P\ \omega H$।

চাপজনিত উচ্চতা ঃ তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দু হতে ফ্রি সায়ফেস পর্যন্ত খাড়া উচ্চতা বা গভীরতাকে ঐ বিন্দুতে তরলের চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড বলে। একে H দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চাপজনিত উচ্চতা $H = \frac{\rho}{\omega}$

৪। **প্রমাণ কর যে চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{\omega}$** [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, প্রমাণ কর যে, চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{\omega}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ মনে করি,

একটি সুষম ব্যাসের গ্লাসের তলার ক্ষেত্রফল এবং উচ্চতা পর্যন্ত পানি ভর্তি করা হলো। গ্লাসের ভিতর কতটুকু পানি আছে তার ওজন তলায় চাপ দিবে।

$$\text{তলায় চাপ} = \frac{\text{গ্লাসের পানির ওজন}}{\text{তলার ক্ষেত্রফল}}$$

$$= \frac{\text{তরলের আয়তন} \times \text{আঃ ওজন}}{\text{তলার ক্ষেত্রফল}}$$

$$P = \frac{(A \times H) \times \omega}{A}$$

$$P = \omega H$$

$$\therefore H = \frac{P}{\omega} \text{ (প্রমাণিত)}$$

৫। **পানিপূর্ণ পাত্রের সাহায্যে কিভাবে চাপের তীব্রতা ও মোট চাপ নির্ণয় করা হয়?**

উত্তর ঃ মনে করি, একটি পাত্রে সম্পূর্ণ পানি ভর্তি আছে। পাত্রটির দৈর্ঘ্য L cm, প্রস্থ B cm এবং উচ্চতা H cm.

ধরি, পানির একক আয়তনের ওজন = w kg/ m^3

পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল = $(L \times B)$ cm^2

পাত্রের পানির আয়তন = $(L \times B \times H)$ cm^3

পাত্রের পানির ওজন = $(L \times B \times H) \times w$ kg/cm^3

$$\text{চাপের তীব্রতা} = \frac{\text{পাত্রের তরলের ওজন}}{\text{পাত্রের তলদেশের ক্ষেত্রফল}}$$

$$P = \frac{L \times B \times H}{L \times B} \times W$$

$$= \omega H \text{ kg/ cm}^2$$

পাত্রের তলদেশের মোট চাপ = তলদেশে চাপের তীব্রতা × তলদেশের ক্ষেত্রফল

$$= \omega H \times (L \times B)$$

৬। **হাইপ্রেসের ক্ষেত্রে লিভারেজ (হাতলের সুবিধা) কাকে বলে।**

উত্তর ঃ প্রেসের হাতলের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির মাধ্যমে যান্ত্রিক সুবিধা বৃদ্ধি করা যায়। $\frac{L}{l}$ এর অনুপাতকে হাতলের সুবিধা বা লিভারেজ বলে।

৭। **হাইড্রলিক প্রেস কী কী কাজে ব্যবহার হয়?**

উত্তর ঃ হাইড্রলিক প্রেসের সাহায্যে কোন বস্তুকে উপরে উত্তোলন করা বা আলগা জাতীয় দ্রব্য যেমন– পাট, সুতা ইত্যাদি স্তুপকে চাপ প্রয়োগে সংকোচিত করে গাইট তৈরি কাজে ব্যবহৃত হয়।

৮। **র‍্যামের র‍্যাংকিং কর্মক্ষমতার সূত্রটি লিখ।**

উত্তর ঃ র‍্যাংকিং কর্মক্ষমতা $\eta = \frac{W_b (h_2 - h_1)}{W_a h_2}$

এখানে, h_1 = চেম্বার এবং ট্যাংক হতে পানির উচ্চতার পার্থক্য h_2 = ট্যাংক এবং চেম্বার পার্থক্য (যদিও ভিন্ন ভিন্ন নামকরণ করার জন্য Wa = ট্যাংক হতে চেম্বারে প্রবাহিত পানির ওজন।

W_b = চেম্বার হতে ট্যাংকে প্রবেশকৃত পানির ওজন।

৯। **একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার 4 মি × 3 মি × 2 মি.। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ

আমরা জানি,

তলদেশে চাপের তীব্রতা $\rho = wH$

$\rho = 1000 \times 2$

$= 2000\ kg/m^2$ (Ans.)

জলাধারের উচ্চতা

$H = 2$ মি

$\omega = 1000\ kg/m^3$

১১। **"বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ পারদ স্তম্ভের 76 cm-এর সমতুল" ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ পারদ স্তম্ভের 76 সেন্টিমিটারের সমতুল্য। এক মিটার লম্বা একটি মোটা কাচ নল নিই। যার একমুখ বন্ধ এবং অপর মুখটি খোলা। এবার নলটি পারদে পূর্ণ করে খোলা মুখ বন্ধ অবস্থার একটি পারদ পাত্রে ডুবাই। দেখা যাবে যে, নলের পারদ কিছুটা নেমে (চিত্র ঃ ২.৩) নলের ভিতর পাত্রের পারদের মুক্ততল হতে h উচ্চতায় স্থির থাকবে। এ h উচ্চতা মাপলে 76 সে. মি. পাওয়া যাবে। অর্থাৎ বায়ুমণ্ডলের বাতাসের যে চাপ পারদ পাত্রের পারদে প্রয়োগ করেছে সে চাপের জন্য কাচ নলের ভিতর পারদ স্তম্ভ 76 সে. মি. উচ্চতায় স্থির অবস্থায় আছে। অতএব 76 সে. মি. পারদ স্তম্ভ বলতে বুঝায় ঐ স্থানে বাতাসের চাপ 76 সে. মি. মা পারদের উচ্চতার সমান।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **প্যাসকেলের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

অথবা, প্যাসকেলের সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর যে, Px = Py = Pz.

উত্তর সংকেত ঃ ২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **বায়ুমণ্ডলীর চাপ, গেজ চাপ, ভ্যাকুয়াম চাপ এবং পরম চাপ বলতে কী বুঝ। রেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **হাইড্রলিক প্রেসের কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ ২.৬.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 15cm ও 2.5 cm। যদি প্লাঞ্জারে প্রয়োগকৃত বল 27.75 kg হয়, তবে প্রেসটি 25 মিনিটে কত কেজি ওজন 1.5m উচ্চতায় উঠাতে সক্ষম হবে এবং এর অশ্বশক্তি কত হবে?**

উত্তর ঃ W = 999 kg, HP = 0.0133

৫। **চিত্রসহ হাইড্রলিক র‍্যামের কার্যনীতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ২.৬.২ নং অনুচ্ছেদ অংশ দেখ।

সমস্যাবলি ঃ

১। প্রমাণ কর যে, একটি পানির ট্যাংক পূর্ণ থাকলে ট্যাঙ্কের তলদেশে চাপের তীব্রতা পার্শ্ব দেওয়ালের তুলনায় দ্বিগুণ হবে।

২। একটি চৌবাচ্চার উচ্চতা 6 মিটার এর তলার দিক হতে এক চতুর্থাংশ পারদ এক চতুর্থাংশ পানি এবং অবশিষ্ট অংশ কেরোসিন দ্বারা পূর্ণ। এর তলার দিক হতে 1.5 মিটার উপরে B একটি বিন্দু। উপর দিক হতে 2.5 মিটার নিচে A একটি বিন্দু। A ও B বিন্দুতে তরলের চাপ কত? [**উত্তর ঃ** $P_A = 2kg/cm^2$, $P_B = 3.9kg/cm^2$]

৩। 6 মিটার ব্যাসের একটি গোলাকার ট্যাংকে 7 মিটার উচ্চতার মবিল (আঃ গুঃ 5) আছে। ট্যাংকের তলদেশে ও পার্শ্বদেশে চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** $P_B = 35000\ kg/m^2$, $P_5 = 1700\ kg/m^2$, $P = 2.309 \times 10^3\ kg$]

অধ্যায় ৩

প্রবাহীর চাপ মাপার কলাকৌশল
(Technique of Measuring the Fluid Pressure)

৩.০ চাপের পরিমাপ (Measurement of Pressure) ঃ

প্রবাহীর স্থিতিশীল বা গতিশীল অবস্থায় যেসব যন্ত্রের সাহায্যে তার চাপ মাপা হয় তাকে প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র বলে। এ চাপমান যন্ত্রগুলো দু'ধরনের প্রবাহীর চাপ পরিমাপ করে থাকে। যথা ঃ

(ক) তরল প্রবাহী যেমন ঃ পানি, তেল, পারদ ইত্যাদির চাপ পরিমাপক যন্ত্র।

(খ) বায়বীয় প্রবাহী যেমন ঃ বাতাস, বাষ্প ইত্যাদির চাপ পরিমাপক যন্ত্র।

৩.১ বিভিন্ন প্রকার প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Various types of measuring device use for measuring the fluid pressure) ঃ

প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র প্রধানত দু'প্রকার। যথা ঃ

(ক) বায়বীয় প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Gasious fluid Pressure measuring device)

(খ) তরল প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Liquid fluid pressure measuring device)

বায়বীয় প্রবাহীর চাপ পরিমাপের জন্য সাধারণত যে যন্ত্র ব্যবহার হয়ে থাকে তাকে ব্যারোমিটার বলে।

তরল প্রবাহীর চাপ পরিমাপের জন্য দু'ধরনের গেজ ব্যবহার হয়ে থাকে। যথা ঃ

১। টিউব গেজ (tube gauge) → Piezometer tube, → Manometer

২। মেকানিক্যাল গেজ (Mechanical gauge)

টিউব গেজ (Tube gauge) ঃ টিউব আকৃতির গেজকে টিউব গেজ বলে। এটি দু'ধরনের। যথা ঃ

১। পিজোমিটার টিউব (Piezometer tube)

২। ম্যানোমিটার (Manometer)।

ম্যানোমিটার আবার চার প্রকার। যথা ঃ

১। ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটার (U tube বা simple manometer)

২। ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার (Differential manometer)

৩। ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার (Inverted differential manometer)

৪। মাইক্রো ম্যানোমিটার (Micro manometer)।

মেকানিক্যাল গেজ তিন প্রকার। যথা ঃ

১। বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Bardon tube pressure gauge)

২। ডায়াফ্রাম প্রেসার গেজ (Diaphram pressure gauge)

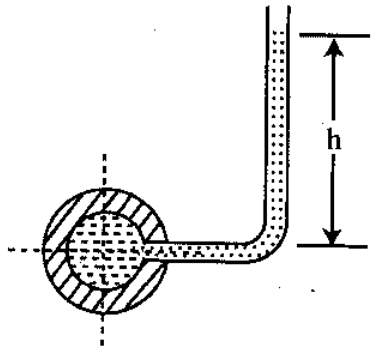
৩। ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ (Dead weight pressure gauge)।

৩.১.১ পিজোমিটার, ম্যানোমিটার, ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার এবং ইনভার্টেড ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার (Define piezometer, menometer, defferential manometer and inverted differential manometer) ঃ

পিজোমিটার টিউব (Piezometer Tube) ঃ এটা একটি সহজ ধরনের প্রেসার গেজ বা চাপমান যন্ত্র যা তরল পদার্থ পূর্ণ পাইপ অথবা পাত্রের চাপ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়।

এটা একটি কাচনল যার এক প্রান্ত বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা থাকে এবং অপর প্রান্তে পাইপ বা পাত্রের সঙ্গে খাড়া করে এমনভাবে সংযুক্ত করা হয় যাতে নলের প্রান্ত পাইপ বা পাত্রের ভিতরে তরল পদার্থের তল অতিক্রম না করে। তরল পদার্থ নলের ভিতরে যে উচ্চতা পর্যন্ত উঠবে তা পাইপ বা পাত্রের তরল পদার্থের চাপের সমতুল্য স্টেটিক হেডের সমান।

পিজোমিটার টিউব দিয়ে গেজ প্রেসার নির্ণয় করা হয়, কিন্তু এর সাহায্যে নেগেটিভ প্রেসার নির্ণয় করা অসুবিধাজনক। কারণ নেগেটিভ প্রেসার মাপার সময় বাতাস টিউবের মধ্যে প্রবেশ করে, ফলে প্রেসার নির্ণয়ে অসুবিধার সৃষ্টি হয়।



চিত্র ঃ ৩.১ পিজোমিটার

মনে করি, পাইপের কেন্দ্রে চাপ = P

$\therefore P = \omega H$ এবং $P = -\omega H$

হালকা তরল পদার্থ বেশি প্রেসার মাপতে হলে লম্বা টিউবের প্রয়োজন হয়। পিজোমিটার ব্যবহার ফলে সেক্ষেত্রে অসুবিধাজনক। তাছাড়া যেহেতু গ্যাসের ফ্রী সারফেস নেই, সে জন্য পিজোমিটারের সাহায্যে গ্যাসের প্রেসার মাপা যায় না।

ম্যানোমিটার (Manometer) ঃ ম্যানোমিটার হলো পিজোমিটার টিউবের উন্নত রূপ। এটি তরলের চাপ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। ম্যানোমিটার উচ্চচাপ এবং নেগেটিভ চাপ বা ভ্যাকুয়াম চাপ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। গঠনের দিক হতে এটি U আকৃতির যার এক প্রান্ত বাতাসের দিকে খোলা থাকে এবং অপর প্রান্ত পাইপের সাথে সংযুক্ত থাকে। U আকৃতির সাধারণ ম্যানোমিটারের ভিতর যে তরল ব্যবহৃত হয় তা হলো পারদ যা পানি অপেক্ষা 13.6 গুণ ভারি।

ম্যানোমিটার চার প্রকার। যথা (1) ইউ-টিউব বা সরল ম্যানোমিটার, (2) ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার, (3) ইনভার্টের ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার, (4) মাইক্রো-ম্যানোমিটার।

ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার (Differential Manometer) ঃ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার দিয়ে একই পাইপের দুই বিন্দুর মধ্যে অথবা দুইটি ভিন্ন পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়। একটি পাইপের চাপের পরিমাণ জানা থাকলে অন্য পাইপের চাপের পরিমাণ জানতে সাহায্যে করে। যে দুই পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে U নলের দুই প্রান্তকে সে দুই পাইপে সংযুক্ত করা হয়। ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার ভারি তরল পদার্থ ধারী একটি u নল দিয়ে গঠিত।

ইনভার্টেড ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার (Inverted Differential Manometer) ঃ যে দুটি চাপের পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে ইনভার্টেড ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার u টিউবকে উক্ত দুটি বিন্দুতে সংযোগ করতে হবে।

এটা বিশেষ ধরনের ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার যাতে u টিউবকে উল্টো (inverted) অবস্থায় ব্যবহার করা হয়। উল্টানো u টিউবের এ প্রকার চাপমান যন্ত্র দ্বারা অতি সূক্ষ্মভাবে নিম্নচাপের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। ইনভার্টেড ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারের u টিউবে হালকা তরল ব্যবহৃত হয় যাতে উল্টানো অবস্থায় তরলটি উপরে বাঁকা অংশে ভাবে।

৩.২ প্রবাহীর চাপমান যন্ত্রের ব্যবহার ও অসুবিধা (The uses and limitation of fluid pressure measuring device) ঃ

(ক) **পিজোমিটার (Piezometer)** ঃ এটা মডারেট প্রেসার নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। পিজোমিটার দিয়ে নেগেটিভ চাপ মাপা অসুবিধা। কারণ টিউবের ভিতর বাতাস প্রবেশ করলে চাপ নিরূপণ খুবই অসুবিধা হয়।

(খ) **ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটার (U-tube or simple manometer)** ঃ এটা পজেটিভ ও নেগেটিভ প্রেসার মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়। সাধারণত পিজোমিটার টিউব হতে অধিক চাপ নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

(গ) **ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার (Differential manometer)** ঃ এটা একই পাইপের দু'বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া দু'ভিন্ন পাইপের চাপ মাপার জন্যও ব্যবহৃত হয়ে থাকে। একটি বিন্দুর চাপ জানা থাকলে বা একটি পাইপের চাপ জানা থাকলে অন্য বিন্দু বা পাইপের চাপ জানতে সাহায্য করে।

(ঘ) **ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার (Inverted differential manometer)** ঃ এটা অল্প চাপ সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) **মাইক্রোম্যানোমিটার (Micro manometer)** ঃ এর সাহায্যে নিম্নমানের চাপ মাপা হয়। যেখানে সূক্ষ্ম ও সঠিক চাপ মাপের গুরুত্ব বেশি সেখানে এ ধরনের ম্যানোমিটার ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(চ) **অয়েল প্রেসার গেজ (Oil pressure gauge)** ঃ বায়ুমণ্ডলের চাপ কম বা বায়বীয় পদার্থের চাপ কম হলে এটা নিরূপণের জন্য সাধারণত অয়েল গেজ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ছ) **বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Bardon tube pressure gauge)** ঃ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ হতে কম বা বেশি চাপ এর মাধ্যমে মাপা হয়।

(জ) **ডায়াফ্রাম প্রেসার গেজ (Diaphram pressure gauge)** ঃ যেখানে বার্ডন টিউব দিয়ে কম চাপ নির্ণয় করা যায় না, সেখানে ডায়াগ্রাম প্রেসার গেজ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ঝ) **ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ (Dead weight pressure gauge)** ঃ ওটা সূক্ষ্মভাবে চাপ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়া পরীক্ষাগারে বিভিন্ন চাপমান যন্ত্র ক্যালিব্রেশনের জন্য বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।)

৩.৩ প্রেসার মেজারমেন্ট পদ্ধতি (Pressure measurement technique) ঃ

(ক) পিজোমিটার টিউব (Piezometer tube) ঃ

১। প্রথমে যে ফ্লুইড্রের প্রেসার হেড নির্ণয় করতে হবে তার পাইপের সাথে পিজোমিটার টিউব সংযুক্ত করি। কোন error থাকলে ঝাঁকুনি দিয়ে সঠিক করি।

২। যাতে সংযোগ স্থল লিক না করে ভালভাবে টাইট করি।

৩। $P = \omega H$ সূত্র ব্যবহার করে H এর মান নির্ণয় করতে হয়।

(খ) ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার (Differential manometer) ঃ

১। প্রথমে দেখতে হবে U টিউবে পারদ কমন সারফেসে আছে কিনা? না থাকলে কমন সারফেসে আনতে হবে।

২। যে দুটি বিন্দু বা পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় করব তা এমনভাবে সংযোগ করি যাতে লিক না করে।

৩। $h_A - h_B = hS_2 - hS_1$ সূত্র দিয়ে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করি।

(গ) বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Bardon tube pressure gauge) ঃ

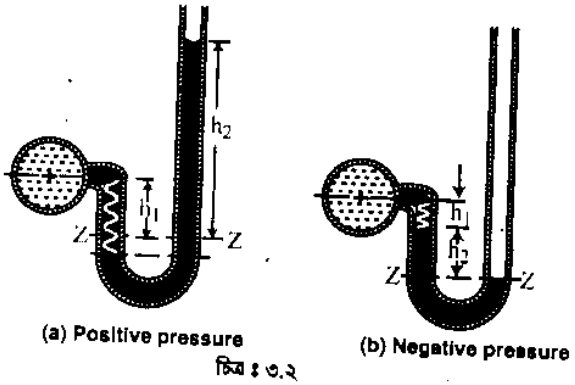
১। প্রথমে গেজটি ঠিক আছে কিনা ভিজুয়ালি চেক করি।

২। তারপর কোন error আছে কিনা দেখি। যদি থাকে সঠিককরণ নবের সাহায্যে কাঁটাকে শূন্য পজিশনে আনি।

৩। তারপর ওটাকে যে বিন্দু বা পাইপের চাপ নির্ণয় করব তা এড্জাস্টেবল রেঞ্জ এর সাহায্যে ভালভাবে সংযোগ করি, ডায়াল হতে পাঠ নেই।

৩.৪ ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটার ব্যবহার করে চাপ নির্ণয় (Compute fluid pressure using simple manometer) ঃ

সরল ম্যানোমিটার হল পিজোমিটার টিউবের একটু উন্নত রূপ। এটা উচ্চ চাপ এবং নেগেটিভ চাপ বা ভ্যাকুয়াম চাপ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। গঠনের দিক হতে এটা U আকৃতির কাচনল বিশেষ, যার এক প্রান্ত বাতাসের দিকে খোলা থাকে এবং অপর প্রান্তকে গেজ পয়েন্টে (যে বিন্দুতে অন্য তরলের চাপ মাপতে হবে) যুক্ত করা হয়। U আকৃতির সাধারণ ম্যানোমিটারের ভিতর যে তরল ব্যবহৃত হয় তা হল পারদ (Mercury) যা পানি অপেক্ষা 13.6 গুণ ভারী।



(a) Positive pressure (b) Negative pressure

চিত্র ঃ ৩.২

(ক) পজিটিভ চাপ (Positive Pressure) ঃ ৩.১ (ক) নং চিত্রে কালো অংশ পারদ এবং সাদা অংশ অন্য তরল যার চাপ মাপা দরকার। হালকা তরল এবং ভারী তরলের মিলনস্তর বরাবর তলকে সাধারণ তল (Common surface) বা ডেটাম লাইন (Datumline) বলে।

ধরি,

h_1 = বামের বাহুতে ডেটাম লাইনের উপরে হালকা তরলের উচ্চতা (cm)

h_2 = ডানের বাহুতে ডেটাম লাইনের উপরে ভারী তরলের উচ্চতা (cm)

h = পানির প্রেসার হেড হিসাবে প্রকাশিত পাইপের তরলের চাপ (cm)

S_1 = হালকা তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

S_2 = ভারী তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

একথা সত্য যে ডেটাম লাইনের বা সাধারণ তলের উপরে বামের এবং ডানের বাহুতে চাপ সমান হবে।

এখন, ডেটাম লাইনের উপরে বামের বাহুতে চাপ = $h + s_1h_1$ cm (পানি স্তম্ভ) ..... (i)

একইভাবে, ডেটাম লাইনের উপরে ডানের বাহুতে চাপ = $s_2 h_2$ cm (পানি স্তম্ভ) ..... (ii)

আমরা জানি, বাম বাহুতে চাপ = ডানের বাহুতে চাপ $h + h_1 s_1 = s_2 h_2$

বা, $h = (s_2 h_2 - s_1 h_1)$ cm পানি স্তম্ভ।..... (iii)

(iii) নং সমীকরণের সাহায্যে তরলের পজিটিভ চাপ নির্ণয় করা যায়।

(খ) নেগেটিভ চাপ (Negative pressure) ঃ পাইপের চাপ পারদ অপেক্ষাও বাম হলে পাইপে U-টিউব সংযোগের সাথে সাথেই পারদকে উপরের দিকে টেনে নিবে। তখন সাধারণ তল (Common surface) বা ডেটাম লাইন ডানের ৩.২ (খ) নং চিত্রের অনুরূপ হবে।

এক্ষেত্রে, বাম বাহুতে চাপ, $h + S_1h_1 + S_2h_2$ ..... (iv)

Z – Z এর উপরে ডান বাহুতে চাপ, O .... (v)

$\therefore h + s_1h_1 + s_2h_2 = 0$

বা, $h = -s_1h_1 - s_2h_2$

বা, $h = -(s_1h_1 + s_2h_2)$

$= -(s_1h_1 + s_2h_2)$ .....(vi)

(vi) সমীকরণের সাহায্যে তরলের নেগেটিভ চাপ নির্ণয় করা যায়।

৩.৪.১ পিজোমিটারের ব্যবহার (Compute fluid pressure using piezometer) ঃ

মনে করি, পিজোমিটারকে প্রবাহী প্রবহমান অবস্থায় একটি পাইপের সাথে সংযোগ করি।

মনে করি,

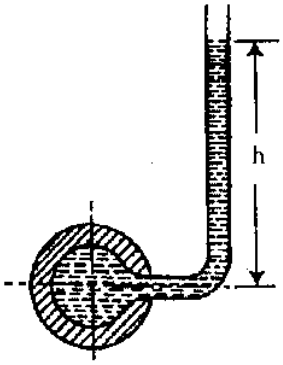
পাইপের কেন্দ্রের চাপের তীব্রতা = ρ কেজি/সে.মি^{2}

পানির আপেক্ষিক ওজন = ω কেজি/সে.মি.^{3}

স্ট্যাটিক প্রেসার হেড = H সে.মি.

$\therefore\ \rho = \omega H$

$\therefore\ H = \frac{\omega}{\rho}$ cm (পানির উচ্চতায়)



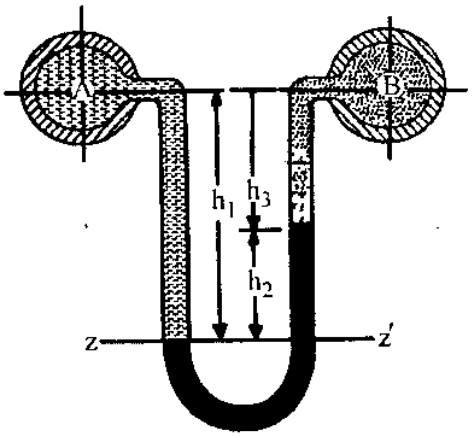
চিত্র ঃ ৩.৩ পিজোমিটার

৩.৫ ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় (Compute difference of fluid pressure between two section's of a pipe line from given differential manometer) ঃ

যে ম্যানোমিটারের সাহায্যে একই পাইপের দুটি বিন্দুতে কিংবা দুটি ভিন্ন পাইপের মধ্যে চাপ নির্ণয় করা হয়, তাকে ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার বলে।

ভারী তরলবাহী একটি U টিউব দ্বারা ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার গঠিত। এর U আকৃতির দুই প্রান্তকে দুই দিকে দুটি বিন্দুর সাথে বা দুটি পাইপের সাথে যুক্ত করা হয় যাদের মধ্যকার চাপ পার্থক্য নির্ণয় করা দরকার। U টিউবের দুই প্রান্ত একই লেভেলে (চিত্র-ক) কিংবা ভিন্ন লেভেলে (চিত্র-খ) হতে পারে।

যখন সমান লেভেল (চিত্র-ক) ঃ



চিত্র ঃ ৩.৪ (ক) পার্থক্যমূলক ম্যানোমিটার

মনে করি, একই উচ্চতায় অবস্থিত A এবং B দুটি পাইপ, যাদের চাপের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য একটি U কাচের নল ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্রানুযায়ী A পাইপের চাপ বেশি থাকার জন্য ম্যানোমিটার তরল বাম বাহুতে নিচের দিকে নেমে এসেছে এবং ডান বাহুতে উপরের দিকে উঠেছে।

ধরি, বাম বাহুতে হালকা তরল এবং ভারী তরলের মিলন তল বরাবর Z - Z সাধারণ তল বা ডেটাম বলে। A এবং B একই পাইপের দুটি বিন্দু হলে প্রবাহিত তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব $S_1 = S_3$ হবে। যদি ম্যানোমিটার তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব S_2 হয় তখন A এবং B বিন্দুর চাপের পার্থক্য ঃ

ধরি, A এবং B পাইপের চাপ পানির উচ্চতায় যথাক্রমে h_A এবং h_B

Z – Z তল বরাবর বাম বাহুর চাপ = ডান বাহুর চাপ

$$h_A + h_1s_1 = h_B + h_2s_2 + h_3s_3 \; [\, h_1 = h_2 + h_3]$$

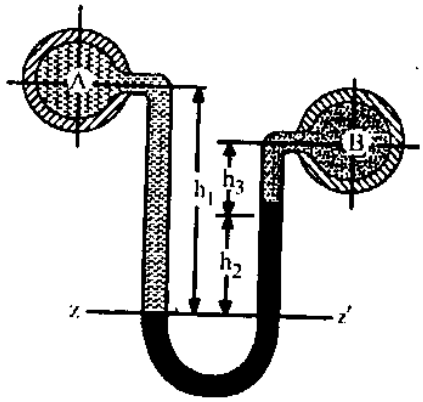
বা, $(h_A - hB) = h_2s_2 + h_3s_3 - h_1s_1 \; [\, s_1 = s_3]$

$= h_2 s_2 + h_3s_1 - (h_2 + h_3)\, s_1$

$= h_2s_2 + h_3s_1 - h_2s_1 - h_3s_1$

$= h_2\,(s_2 - s_1)$ পানির উচ্চতায়।)

যখন লেভেল ভিন্ন (খ-চিত্র) ঃ



চিত্র ঃ ৩.৪ (খ)

কোন কোন সময় A এবং B পাইপ একই সমতলে না থেকে দুটি সমতলে বা ভিন্ন উচ্চতায় অবস্থান করলে চিত্র (খ) হতে পাওয়া যাবে। A পাইপের চাপ বেশি বিধায় ম্যানোমিটার তরল বাম বাহুতে নিচের দিকে ঠেলে দিয়েছে এবং ডান বাহুতে উপরের দিকে উঠে এসেছে। বাম বাহুর হালকা তরল এবং ভারী তরলের মিলন তল বরাবর ডেটাম তল Z - Z কল্পনা করি।

h_1 = ডেটাম হতে বাম বাহুর তরলের উচ্চতা, সেমি

s_1 = ডেটাম হতে বাম বাহুর তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব (A পাইপের)

h_A = A পাইপের চাপ, তরলের উচ্চতায়, cm

h_2 = ভারী তরলের উচ্চতার পার্থক্য, cm একই ম্যানোমিটারের পাঠ বলে।

s_2 = ভারী তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব (ম্যানোমিটার তরলের)

h_B = B পাইপের তরলের চাপ, তরলের উচ্চতায়, সেমি

h_3 = পাইপ হতে ডান বাহুতে তরলের উচ্চতা, সেমি

S_3 = ডান বাহুতে তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব (B পাইপের)

আমরা জানি, Z - Z তল বরাবর বাম বাহুর চাপ = ডান বাহুর চাপ

বা, $h_A + h_1s_1 = h_B + h_2s_2 + h_3s_3$ পানির উচ্চতায়

$(h_A - h_B) = h_2s_2 + h_3s_3 - h_1s_1$. (পানির উচ্চতায়।)

৩.৬ ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে পাইপের দুটি বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় (Compute the difference of fluid pressure between two section of a pipe line using the inverted differential manometer) ঃ

যে দুটি বিন্দুর মধ্যে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের ইউ-টিউবকে উক্ত দু'বিন্দুতে সংযোগ করতে হবে।

মনে করি, X – X ডেটাম লাইন

h_1 = বাম বাহুতে ডেটাম লাইনের নিচে তরল পদার্থের উচ্চতা, cm

h_2 = ডান ও বাম বাহুতে হালকা তরল পদার্থের লেভেলের পার্থক্য, cm

h_3 = ডান বাহুতে হালকা তরলের লেভেল ও পাইপ কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বর cm

h_A = পাইপ A তে চাপ, তরল পদার্থের উচ্চতা।

h_B = পাইপ B তে চাপ, তরল পদার্থের উচ্চতা।

s_1 = বাম বাহুতে তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব

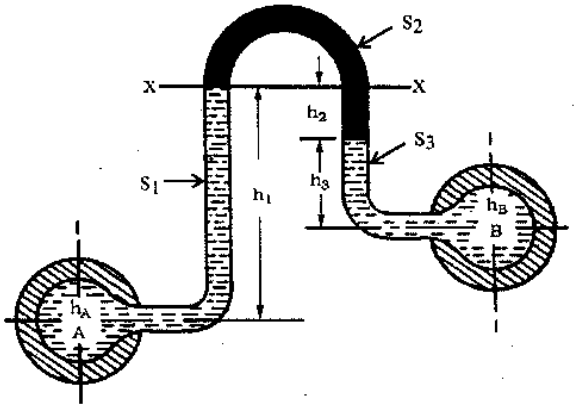
s_2 = ভারী তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

s_3 = ডান বাহুতে তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

যেহেতু ডেটাম লাইনের নিচে ডান ও বাম বাহুতে চাপের পরিমাণ সমান।

$\therefore h_A - s_1h_1 = h_B - s_2 h_2 - s_3 h_3$

এ সূত্র হতে h_A ও h_B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।



চিত্র ঃ ৩.৫

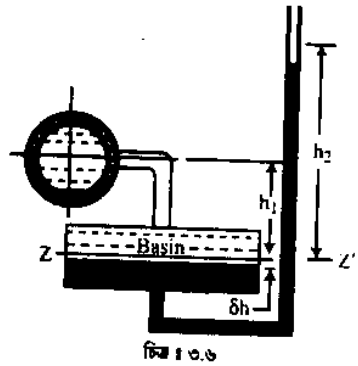
❑ **মাইক্রোম্যানোমিটার (Micromanometer) ঃ** এর সাহায্যে নিম্ন মাত্রার চাপ সূক্ষ্মতার সাথে পরিমাপ করা হয়। সাধারণত দু'ধরনের মাইক্রোম্যানোমিটার চাপ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

১। খাড়া টিউব মাইক্রোম্যানোমিটার (Vertical tube micromanometer) ঃ

২। হেলানো টিউব মাইক্রোম্যানোমিটার (Inclind tube micromanometer)

খাড়া টিউব মাইক্রোম্যানোমিটার (Vertical tube micromanometer) ঃ এটা ডাবল কলাম ম্যানোমিটারের উন্নত সংস্করণ মাত্র। এর যে কোন একটি লিম্ব (Limb) এর ক্ষেত্রফল সংযুক্ত বেসিনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অপর লিম্বের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বহুগুণ বেশি থাকে। (প্রায় ১০০ গুণ)

চিত্রানুযায়ী ভারী পদার্থ বিশিষ্ট একটি মাইক্রোম্যানোমিটারের বেসিনকে চাপযুক্ত তরলবাহী একটি পাইপের সাথে এডপটারের মাধ্যমে সংযুক্ত করা আছে। পাইপের চাপযুক্ত হালকা তরল এসে বেসিনের ভারী তরলকে চাপ প্রদান করবে। এর ফলে বৃহৎ প্রস্থচ্ছেদের বেসিনে যখন ভারী তরল কিঞ্চিৎ নেমে আসবে তখন অপরদিকে ক্ষুদ্র প্রস্থচ্ছেদের নিম্নে ভারী তরল উল্লেখযোগ্য পরিমাণ উপরে উঠে আসবে, যতক্ষণ না উভয় চাপ সমান অবস্থায় না আসে।



চিত্র ঃ ৩.৬

Z – Z অনুভূমিক রেখাকে ডেটাম লাইন হিসাবে ধরা হয়। δh বেসিনের ভারী তরল পদার্থ পতনের পরিমাণ, cm

h_1 = Z – Z ডেটাম লাইন হতে লেফট্ লিম্ব (left limb) এর সঙ্গে সংযুক্ত পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত হালকা তরলের উচ্চতা, cm

h_2 = পরীক্ষার পর ডান লিম্ব

h = পাইপের ভিতর তরলের প্রেসার হেড, cm

A = বেসিনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, cm^2

a = ডান লিম্ব এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, cm^2

s_1 = হালকা তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

s_2 = ভারী তরলের (পারদ) আপেক্ষিক গুরুত্ব।

আমরা জানি বেসিনে ভারী তরলের লেভেল নামার কারণে ডান লিম্বের তরলের লেভেল উপরে উঠেছে এর পরিমাণ।

$\therefore A\delta h = ah_2$

বা, $\delta h = \frac{ah_2}{A}$ cm ..... (i)

হালকা ও ভারী তরলের মিলিত স্থান কমন সারফেসকে ডেটাম ধরি,

আমরা জানি,

উক্ত ডেটাম লাইনের উপর বাম লিম্বে (Limb) চাপ = ডান নিম্নে চাপ

বা, $(h + s_1h_1 + s_1\delta h)$ cm of water = $(s_2h_2 + s_2\delta h)$ cm of water

বা, $h = s_2h_2 + s_2\delta h - s_1h_1 - s_1\delta h$

বা, $h = \{s_2h_2 - s_1h_1 + \delta h\,(s_2 - s_1)\}$ cm of water

বা, $h = \{s_2h_2 - s_1h_1 + \frac{a}{A}\,h_2\,(s_2 - s_1)\}$ cm of water ..... (ii)

বা, $h = (s_2h_2 - s_1h_2 + \frac{d_2}{D_2}\,h_2\,(s_2 - s_1)$ cm of water

Where,

d = ডান দণ্ডের ব্যাস

D = বাম বা বেসিনের ব্যাস

অনেক ক্ষেত্রে দেখা যায় $(\frac{a}{A})$ মান এত কম যে যাকে শূন্য হিসাবে ধরা হয়। তখন $\frac{a}{A}\,h_2\,(s_2 - s_1)$ এর মানও শূন্য হয়। ঐ অবস্থায় সমীকরণটি নিম্নরূপ ঃ

$$h = s_2h_2 - s_1h_1$$

এক্ষেত্রে এ ধরনের মাইক্রোম্যানোমিটারকে এক কলাম বিশিষ্ট ম্যানোমিটার বলা হয়।

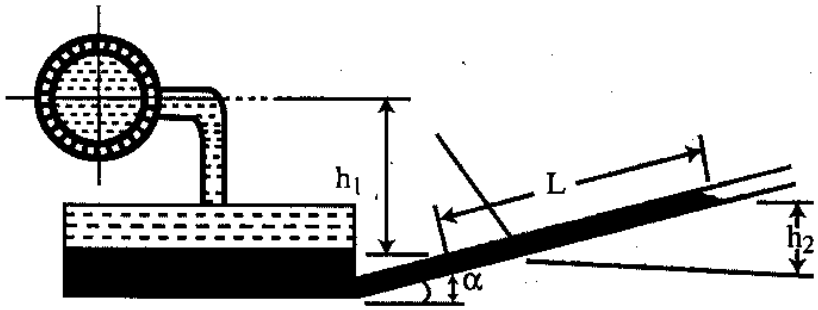
❑ **হেলান টিউব মাক্রোম্যানোমিটার (Inclined tube micro manometer) ঃ** এটা খাড়া মাক্রোম্যানোমিটার অপেক্ষা অধিক সূক্ষ্মমাপ নেয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়। হেলান থাকার কারণে অল্প চাপেই ভারী তরলের অতিক্রান্ত দূরত্ব টিউবে তুলনামূলকভাবে অধিক পরিমাণে দৃষ্ট হয়।

মনে করি, চিত্রানুযায়ী টিউবটি ভূমির সাথে a কোণে হেলানো থাকে L = ডেটাম লাইন হতে পারদের মুক্ততল পর্যন্ত টিউবের দৈর্ঘ্য। ডেটাম লাইন হতে পারদের স্তম্ভের উচ্চতা $h_2 = L \sin \alpha$

খাড়া টিউব মাক্রোম্যানোমিটার হতে প্রাপ্ত পাইপের তরলের চাপজনিত উচ্চতা h বের করবার সমীকরণে h_2 এর উপরে বর্ণিত মান বসালে সমীকরণটি নিম্নরূপ হবে।

পাইপে হালকা তরলের চাপজনিত উচ্চতা

$$h = s_2h_2 - s_1h_1$$
$$= s_2L \sin \alpha - s_1h_1 \text{ cm of water}$$



চিত্র ঃ ৩.৭

❑ **পারদ বা ভারী তরলের পরিবর্তে পানি ব্যবহারে অসুবিধা ঃ**

১। পানি অপেক্ষা পারদ 13.6 গুণ ভারী, যদি ইউ টিউবে পারদের পরিবর্তে পানি ব্যবহার করা হয়, তবে ইউ টিউবটি 13.6 গুণ বড় হওয়ার প্রয়োজন হবে।

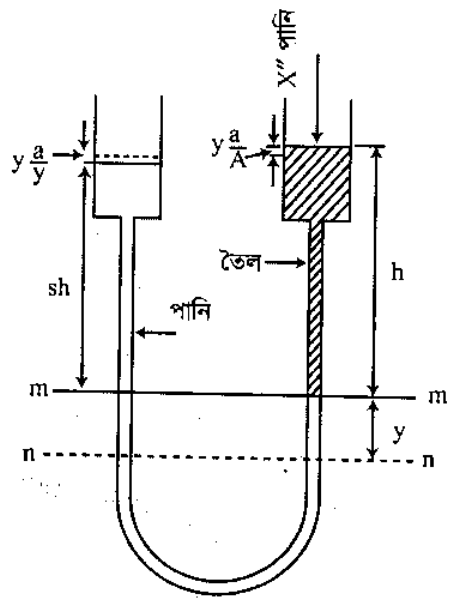
২। যদি ভারী পদার্থ হিসাবে পারদের পরিবর্তে পানি ব্যবহার করা হয়, তবে ইউ টিউবটি নিশ্চিত ভাবেই বড়। ফলে রক্ষণাবেক্ষণ ও ব্যবহারে অসুবিধার সৃষ্টি হবে।

৩। যেহেতু পানি অন্য তরলের সাথে তাড়াতাড়ি মিশে যায়। সুতরাং ভারী তরল হিসাবে পানি ব্যবহার করলে অন্য তরলের সাথে পৃথক অবস্থান নির্ণয় করা যাবে না। ফলে চাপ পরিমাপ করা সম্ভব নয়।

সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের মধ্যে পার্থক্য ঃ সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের মধ্যে পার্থক্য নিম্নে প্রদত্ত হল ঃ

সরল ম্যানোমিটার	ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার
(ক) এর এক প্রান্তকে পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়।	(ক) এর দু প্রান্তই পাইপের সাথে বা দু'ভিন্ন বিন্দুর সাথে সংযুক্ত করা হয়।
(খ) এর এক প্রান্ত বাতাসে খোলা থাকে।	(খ) এর কোন প্রান্তই বাতাসে খোলা থাকে না।
(গ) শুধু একটি পাইপের তরলের চাপ নির্ণয় করা যায়।	(গ) একই সময়ের দু' ভিন্ন পাইপ বা পাইপের একই দুটি বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।
(ঘ) একই সময়ে মাত্র পাইপের এক অংশের চাপ পরিমাপ করা যায়।	(ঘ) একই সময়ে পাইপের দু'ভিন্ন অংশে চাপ পরিমাপ করা যায়।

❑ **অয়েল গেজ (Oil gauge with enlarged end) ঃ** যে অয়েল গেজ ও এই টিউবের দু'প্রান্তের আকার বা আয়তন বৃদ্ধি করে সুবেদীভাবে নির্মাণ করা হয় তাকে সম্প্রসারিত প্রান্ত ভাগ বিশিষ্ট অয়েল গেজ বলা হয়। সাধারণত বায়বীয় পদার্থের চাপের তারতম্য নির্ণয়ের জন্য সম্প্রসারিত প্রান্তভাগ বিশিষ্ট অয়েল গেজ ব্যবহার করা হয়, যদিও বায়বীয় পদার্থের চাপ মাত্রার তারতম্য অল্প হয়ে থাকে।



চিত্র ঃ ৩.৮

চিত্রে একটি সম্প্রসারিত প্রান্তভাগ বিশিষ্ট একটি ওয়েল গেজ দেখানো হল। এ গেজের ইউটিউবের দু'মুখ এককটি আকারে বা আয়তনে এমনভাবে বৃদ্ধি করা হয়েছে। মনে হয় একেকটি পাত্রের মত। এটা এক মুখ দিয়ে পানি ও অন্য মুখ দিয়ে তেল ঢেলে পূর্ণ করা হয়। চিত্রে দেখা যাবে বাম মুখে পানি এবং ডান মুখে তৈল দিয়ে পূর্ণ করা হয়েছে। এ পানি ও তৈল বামে ও ডানে মুক্ততল নিয়ে অবস্থান করছে।

মনে করি, ইউ টিউবের মুখ দুটি খোলা এবং উভয় টিউবের চাপ সমান।

A = সম্প্রসারিত প্রান্তের ক্ষেত্রফল m^2

a = টিউবের ক্ষেত্রফল m^2

s = ব্যবহৃত তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব

mm = উভয় টিউবে অবস্থিত তরল পদার্থের সাধারণ তল।

h = mm সাধারণ তল হতে মুক্ততল পর্যন্ত তৈলের উচ্চতা m

sh = mm সাধারণত এল হতে মুক্ততল পর্যন্ত পানির উচ্চতা m

মনে করি, তৈলের মুক্ততলের উপর কিছু অতিরিক্ত চাপ প্রয়োগ করি যা x মিটার পানির সমান। এ অতিরিক্ত চাপের ফলে সাধারণত y cm নিচে নেমে nn লেভেলে পৌছল। ফলে সম্প্রসারিত প্রান্তে তৈলের লেভেল $y\frac{a}{A}$ নিচে নামবে। অন্য বাহুতে পানির লেভেল ($y\frac{a}{A}$) সমান পরিমাণ উপরে উঠবে।

নতুন সাধারণ তল nn এ ইউ টিউবের উভয় বাহুতে মোট চাপ বিবেচনা করি।

$\therefore$ nn এর উপর হতে তৈলের তলের উচ্চতা $= h + y - y\frac{a}{A} = h + y\left(1 - \frac{a}{A}\right)$

nn এর উপর হতে পানি তলের উচ্চতা $= sh + y + y\frac{a}{A} = sh + y(1 + \frac{a}{A})$

যেহেতু nn উপর তল হতে ইউ টিউবের উভয় বাহুর চাপ সমান

∴ বাম বাহুর চাপ = ডান বাহুর চাপ

$$sh + y(1 + \frac{a}{A}) = s[h + y(1 - \frac{a}{A})] + x$$

$$sh + y(1 + \frac{a}{A}) = sh + sy(1 - \frac{a}{A}) + x$$

$$y(1 + \frac{a}{A}) = sy(1 - \frac{a}{A}) + x$$

$$sy(1 - \frac{a}{A}) + x = y(1 + \frac{a}{A})$$

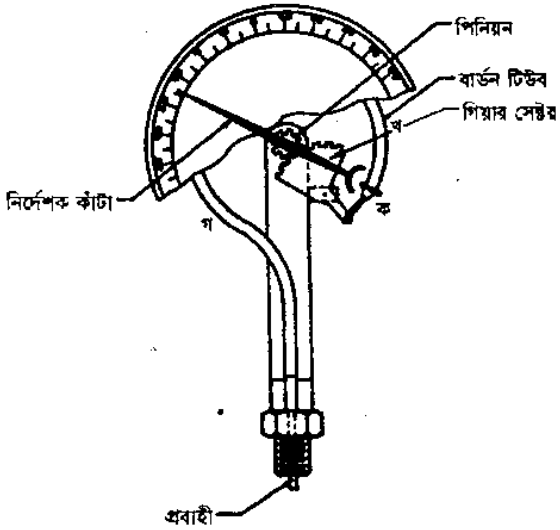
$$x = y(1 + \frac{a}{A})y - sy(1 - \frac{a}{A})$$

$$x = y[(1 + \frac{a}{A}) - s(1 - \frac{a}{A})]$$

x = প্রয়োগকৃত অতিরিক্ত চাপের পরিমাণ মিঃ (পানির উচ্চতায়)

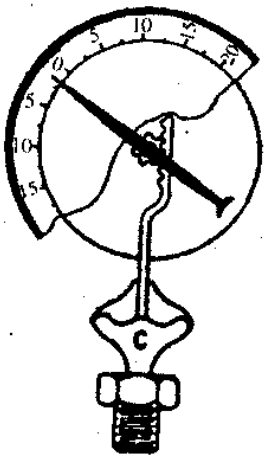
❑ **মেকানিক্যাল গেজ (Mechanical gauge) ঃ** প্রবাহীর অতি উচ্চ চাপ মাপার জন্য সাধারণত যে গেজ ব্যবহার করা হয়, তাকে মেকানিক্যাল গেজ বলে। যে সকল স্থানে (বয়লার বা পাইপে) উচ্চ চাপের কারণে ম্যানোমিটার ব্যবহার করা অসুবিধা, সে সকল স্থানে এটা ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

❑ **(ক) বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Burdon tube pressure gauge) ঃ** বাতাসের চাপ হতে কম বা বেশি চাপ ওটা দিয়ে মাপা যায়। উপবৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ একটি বাঁকা টিউব নিয়ে ওটা গঠিত। বাঁকা টিউবটিকে বারডন টিউব বলে। বাঁকা টিউবটি একটি গোলাকার আধার আবৃত থাকে। টিউবের এক প্রান্ত চাপযুক্ত প্রবাহীর সাথে সংযোগ দেয়া হয়। অপর বন্ধ প্রান্ত চিত্রে প্রদর্শিত অবস্থায় পরস্পর সংযোগ করা একটি ছোট পিনিয়ন ও সেক্টরের সাথে লিংকের মাধ্যমে আটকানো হয়। পিনিয়নের সাথে চাপ নির্দেশক একটি কাঁটা সংযুক্ত থাকে। কাঁটাটি একটি দাগাঙ্কিত স্কেলের উপর ডানে বামে সরাতে পারে, প্রবাহীর চাপ বার্ডন টিউবে ঢুকে টিউবকে সোজা করার চেষ্টা করে। ফলে সেক্টর ও পিনিয়নের মাধ্যমে কাঁটাটি ঘুরে অয়েলের উপর সরাসরি চাপ নির্দেশ করে।



চিত্র ঃ ৩.৯

(খ) ডায়াফ্রাম প্রেসার গেজ (Diapharam Pressure gauge) ঃ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ হতে কম বা বেশি চাপ পরিমাপের জন্য এটা ব্যবহার হয়, তবে অপেক্ষাকৃত কম চাপ মাপার জন্য বহুলভাবে পরিচিত। এর মধ্যে একটি ডায়াফ্রাম আবদ্ধ প্রকোষ্ট থাকে ডায়াফ্রামের সাথে একটি লিঙ্কেজ রড সংযুক্ত যার অন্যপ্রান্ত দাঁত কাঁটা এবং একটি পিনিয়নের সাথে পরস্পর সংযোগ করা থাকে পিনিয়নের সাথে একটি নির্দেশক কাঁটা সংযোগ করা থাকে। প্রথমে প্রবাহীর চাপ ডায়াফ্রামের উপর পড়ে। স্থিতিস্থাপক বিকৃতির জন্য ডায়াফ্রামটি লিঙ্ক রডকে ধাক্কা দিয়ে (শূন্যতা হলে টান দেয়) থাকে। ফলে পিনিয়নটি ঘুরে দাগাঙ্কিত স্কেলের উপর কাঁটাটি ডানে বা বামে সরে সরাসরি চাপ নির্দেশ করে।



চিত্র ঃ ৩.১০

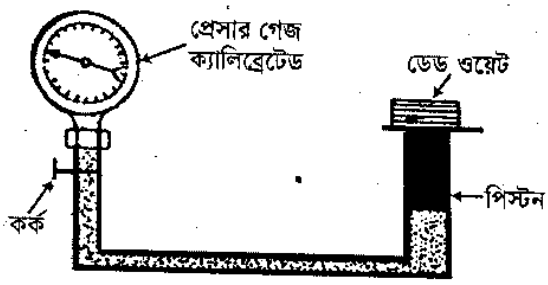
ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ (Dead weight pressure gauge) ঃ সূক্ষ্মভাবে চাপ মাপার জন্য অন্য প্রেসার গেজের সঠিকতা নিরূপণের কাজে এটা ব্যবহার করা হয়। উক্ত গেজের গঠন খুবই সহজ। জানা ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পিস্টন ও একটি সিলিন্ডার নিয়ে গঠিত কোন প্রবাহীর চাপ মাপার জন্য চিত্রে প্রদর্শিত অবস্থার পাইপ দিয়ে একে প্রবাহীর সাথ সংযোগ করতে হয়। এরপর পাইপে প্রবাহীর চাপ নিম্নের সূত্রের সাহায্যে বের করা হয়।

P (চাপ) (Pressure kg(cm^2)

$$= \frac{\text{পিস্টনের ওজন (কেজি) (weight on the piston in kg)}}{\text{পিস্টনের ওজন (কেজি) (cross sectional area of AC Piston in cm}^2\text{)}}$$

$$\text{চাপ} = \frac{\text{ওজন}}{\text{পিস্টনের ক্ষেত্রফল}} \text{ kg /cm}^2$$

$$P = \frac{W}{A}$$



চিত্র ঃ ৩.১১

সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solved Problems) ঃ

উদাহরণ-৩.১। তেলধারী একটি আনুভূমিক পাইপের দুইটি বিন্দুর সাথে সংযুক্ত ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারে পারদ লেভেলের পার্থক্য 22 সেমি। তেলের আঃ গুরুত্ব 0.85 হলে উক্ত দুই বিন্দুতে চাপের পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-২০০১]

সমাধান ঃ তেলের আঃ গুঃ $s_1 = 0.85$

পারদের আঃ গুঃ, $s_2 = 13.6$

পারদ লেভেলের পার্থক্য, $h = 22$ cm

চাপের পার্থক্য,

$P_A - P_B = h(s_2 - s_1)$

$= 22(13.6 - 0.85)$

$= 280.50$ cm of water

$\therefore P = \omega h = 0.001 \times 280.50 = 0.2805$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.২। ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে দুটি তরলবাহী নলের প্রেসার হেডের তারতম্য পাওয়া গেল পানি স্তম্ভের উচ্চতায় 100 সেমি। নল দুটির তরল পদার্থের চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০০]

সমাধান ঃ আমরা জানি

চাপের পার্থক্য, $P = \omega h$

এখানে,

ω = পানি আপেক্ষিক ওজন।

h = পানির স্তম্ভের উচ্চতা

$\therefore p = \omega h = 0.001 \times 100 = 1$kg / cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.৩। চিত্রানুযায়ী পারদপূর্ণ একটি ম্যানোমিটার, তেলবাহী একটি পাইপের সাথে সংযোগ দেয়া হল। ম্যানোমিটারের ডান প্রান্তটি বায়ুমণ্ডলে খোলা। তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.80 হয়, তবে পাইপের তেলের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫(পরি)]

সমাধান ঃ মনে করি,

h = প্রবহমান তেলের চাপ পানির উচ্চতা, cm

আমরা জানি, বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ

$\Rightarrow h + h_1 s_1 = h_2 s_2$

$\Rightarrow h = h_2 s_2 - h_1 s_1$

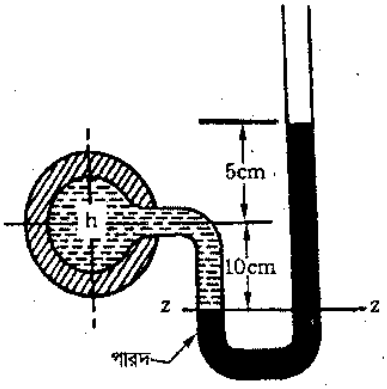
$\Rightarrow h = 15 \times 13.6 - 10 \times 0.80$ [পারদের আপেক্ষিক গুঃ = 13.6]

$\Rightarrow h = 196$ cm of water

$\therefore$ পাইপের ভিতর তেলের চাপ, $p = \omega h$

$= 0.001 \times 196$

$= 0.196$ kg/ cm^2



চিত্র ঃ ৩.১২

উপরে তেলের গেজ প্রেসার পানির উচ্চতা হতে বের করা হয়েছে। কিন্তু তেলের উচ্চতা হতেও বের করা যায়।

$\therefore h = \frac{196}{0.8} = 245$ cm of oil

পাইপের ভিতর তেলের চাপ, $p = whs$

$= 0.001 \times 0.8 \times 145$

$= 0.196$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.৪। একটি পাইপের মধ্য দিয়ে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তরল প্রবাহিত হচ্ছে। উক্ত পাইপের চাপ সাধারণ ম্যানোমিটারের সাহায্যে নির্ণয় করতে গিয়ে চিত্রানুযায়ী পাঠ পাওয়া গেল। যদি ম্যানোমিটারের ভারী তরলটি পারদ হয় তবে পাইপের তরলের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯১]

সমাধানঃ

$s_1 = 0.8$

$s_2 = 13.6$

$h_1 = 50$ cm

$h_2 = 25$ cm

আমরা জানি,

বাম দণ্ডে চাপ = ডান দণ্ডে চাপ

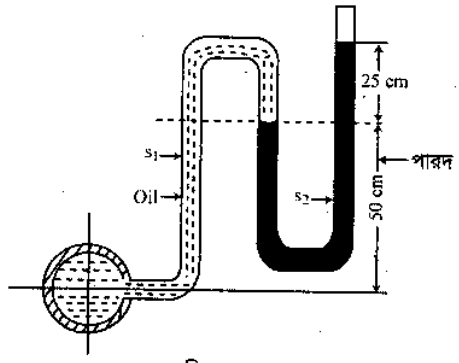
$\Rightarrow h - s_1h_1 = h_2s_2$

$\Rightarrow h = h_2s_2 + s_1h_1$

$\Rightarrow h = 25 \times 13.6 + 0.8 \times 50$

$= 380$ cm of water

$= 0.38$ kg/cm^2 (Ans)



চিত্র ঃ ৩.১৩

[দ্রষ্টব্য ঃ s_1h_1 এর অংশ নিচের দিকে থাকলে (+) হত।]

উদাহরণ-৩.৫। চিত্রানুযায়ী পাইপ লাইনের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কেরোসিনের চাপ মাপার জন্য একটি ইউটিউব যুক্ত করা হয়। ইউ টিউবে ভারী তরল পদার্থ হিসাবে মবিল ব্যবহার করা হয়েছে। পাইপ লাইনে কেরোসিনের পরম চাপ কত kg/cm^2 হবে? মবিলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 5 এবং কেরোসিনের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8। ব্যারোমটারের পাঠ 76 cm (পারদ)।

সমাধানঃ দেয়া আছে,

মবিলের উচ্চতা, $h_2 = 5 + 10 = 16$ cm

$h_3 = 76$ cm

$s_3 = 12.6$

কেরোসিনের উচ্চতা, $h_1 = 5$cm

কেরোসিনের আঃ গুঃ $s_1 = 0.80$

মবিলের আঃ গুঃ, $s_2 = 5$

বের করতে হবে পাইপের পরম চাপ = P_{ab}

আমরা জানি,

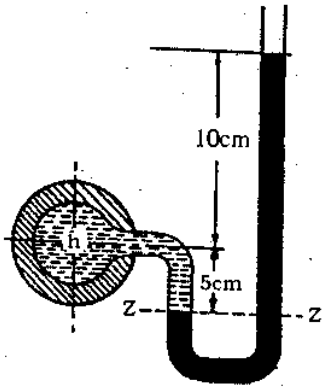
বাম দণ্ডের চাপ = ডান দণ্ডের চাপ

বা, $h + h_1s_1 = h_2s_2$

বা, $h = h_2s_2 - h_1s_1$

বা, $h = 15 \times 5 - 5 \times 0.8$

$= 71$ cm of water



চিত্র ঃ ৩.১৪

গেজ চাপ, $Pg = \omega h = 0.001 \times 71 = 0.071$ kg/cm^2

ব্যারোমিটারের পাঠ বা বায়মণ্ডলী চাপ, $Pa = \omega h_3s_3 = 0.001 \times 76 \times 13.6$

$= 1.033$ kg/ cm^2

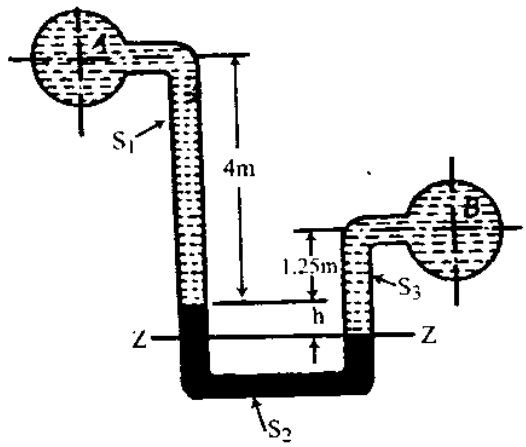
আমরা জানি,

পরম চাপ = গেজচাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ

$= 0.0.71 + 1.033$

$= 1.104$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.৬। চিত্রে A পাইপের তরলের আঃ গুঃ 1.6 এবং B পাইপের তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.75। যদি দুটি পাইপের মাঝে চাপের পার্থক্য 13500 kg/m² হয়, তবে ম্যানোমিটার টিউবে পারদ লেভেলের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২ (পরি)]



চিত্র ঃ ৩.১৫

সমাধান ঃ A পাইপের তরলের আপেক্ষিক গুঃ, $s_1 = 1.6$

B পাইপের তরলের আঃ গুঃ, $S_2 = 0.75$

দুইটি পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য, $P_B - P_A$

$= 13500\ kg/m^2$

দুইটি পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য প্রেসার হেড হিসাবে,

$$h_B - h_A = \frac{P_B - P_A}{\omega} = \frac{13500}{1000} = 13.5\ m$$

আমরা জানি,

বাম দণ্ডে চাপ = ডান দণ্ডে চাপ

$\Rightarrow h_A + h_1s_1 + s_2h = h_B + s_2h_2$

$\Rightarrow h_A + (1.6 \times 4) + (13.6 \times h) = h_B + 0.75 \times (2 + h)$

$\Rightarrow h_B + 0.75 \times (2 + h) = h_A + (1.6 \times 4) + (13.6 \times h)$

$\Rightarrow h_B - h_A = 6.4 + 13.6h - 0.75 \times (2 + h)$

$\Rightarrow 13.5 = 6.4 + 13.6h - 1.5 - 0.75h$

$\Rightarrow 13.5 = 6.4 + 12.85h - 1.5$

$\Rightarrow 12.85h = -6.4 + 1.5 + 13.5$

$\Rightarrow 12.85h = 8.6$

$\Rightarrow h = \frac{8.6}{12.85} = 0.669\ m$ **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.৭। একটি ইউটিউবে ডান বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা এবং বাম বাহু পানিপূর্ণ পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত আছে। ইউটিউবটি পারদ দিয়ে পূর্ণ। যদি ইউটিউবের ডান ও বাম বাহুর পার্থক্য 12.7 cm এবং ডান বাহুর পারদ স্তম্ভের উপরিভাগ হতে পানি পূর্ণ পাইপের কেন্দ্রের উচ্চতা 7.62 cm হয় তবে উক্ত পাইপে পানি চাপ kg/cm² নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬]

সমাধান ঃ দেয়া আছে, পাইপের কেন্দ্র হতে পারদ লেভেলের মিলিত উচ্চতা

$h_1 = 7.62$ cm.

পারদ স্তম্ভের পার্থক্য = $h_2 = 12.7$ cm

ধরি, h = পাইপের পানির চাপ cm

বের করতে হবে,

পাইপের পানির চাপ kg/cm²

আমরা জানি, বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ

$h + h_1s_1 = h_2s_2$

$h = h_2s_2 - h_1s_1$

$= 12.7 \times 13.6 - 7.62 \times 1$

$= 165cm$

$P = \omega h = 0.001 \times 1.65$

$= 0.165\ kg/cm^2$ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৩.৮। চিত্রানুযায়ী পারদ ব্যবহৃত একটি ম্যানোমিটার তরলে চাপ নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়েছে। বেসিন ও বাহুর ক্ষেত্রফলের অনুপাত 1 : 50, h_1 = 10 cm, h_2 = 20 cm এবং তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8 হলে পাইপের চাপ kg/cm^2 এ বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব $S_1 = 0.8$

বেসিন ও লিম্বের ক্ষেত্রফলের অনুপাত = 50

$h_1 = 10$ cm, $h_2 = 20$cm, $s_2 = 13.6$

h = পাইপের চাপ পানির উচ্চতায়

p = পাইপের চাপ kg/cm^2

আমরা জানি,

$$h = s_2h_2 - s_1h_1 + \frac{a}{A}(s_2 - s_1)\ h_2$$

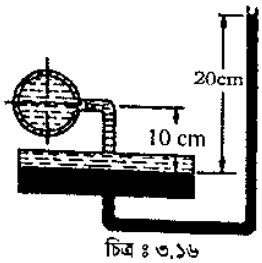
$$= (13.6 \times 20) - (0.8 \times 10) + \frac{1}{50}(13.6 - 0.8)\ 20$$

= 269.12 cm of Water

$$P = \omega H$$

$$= 0.001 \times 269.12$$

= 0.269 kg/cm^2 **(উত্তর)**



চিত্র : ৩.১৬

উদাহরণ-৩.৯। চিত্রে একটি আবদ্ধ ভেসেলস দেয়া আছে যা দু'ভাগে বাতাস ও পানি এবং তৈল নিয়ে বিভক্ত। যদি চিত্র অনুযায়ী গেজ পাঠ হয় তবে h এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেয়া আছে,

গেজ পাঠ

A = 0.34 kg/cm^2

B = 0.15 kg/cm^2

তেলের গভীরতা h_2 = 4 মিটার

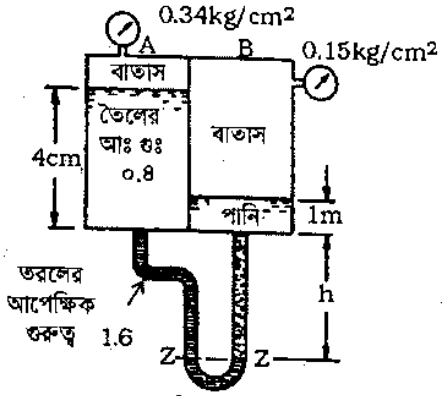
তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব $s_2 = 0.8$

পানির গভীরতা h_1 = 1 মিটার

তলের আপেক্ষিক গুরুত্ব s = 1.6

বের করতে হবে,

h = ম্যানোমিটার পাঠ। যেহেতু ট্যাঙ্ক A এবং B এর উপরে বাতাস দিয়ে পূর্ণ। সুতরাং গেজ পাঠে দেখা যাবে বাতাসের চাপ সমান। অপরদিকে 1.6 আঃ গুঃ তরল ম্যানোমিটারের ডান প্রান্তে উচ্চতা বাম প্রান্ত হতে কম। সুতরাং ট্যাংক A এর চাপ ঋণাত্মক।



চিত্র : ৩.১৭

এখন

$$h_2 = 0.34\ \text{kg/cm}^2 = \frac{(0.34 \times 100 \times 100)}{1000} = -3.4\ \text{m}$$ অনুরূপভাবে $$h_b = \frac{0.15 \times 100 \times 100}{100} = 1.5\ \text{m}$$

ডেটাম লাইনের উপরে বাম প্রান্তের চাপ $= -ha + h_1s_1 + hs$

$= (-3.4 + 4 \times 0.8 + h \times 1.6)$m of water

= 16.h – 02m of water

ডেটাম লাইনের উপরে ডান প্রান্তে চাপ

$h_b + h_1s_1 + hs_1 = 1.5 + (1 \times 1) + h \times 1$

$= (h + 2.5)$ m. of water.

আমরা জানি,

প্রান্ত = প্রান্তের চাপ

ডান প্রান্ত = বাম প্রান্ত

$h + 2.5 = 1.6h - 0.2$

h = 4.5 m **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৩.১০। একটি 15m লম্বা পাইপ লাইনের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। উক্ত পাইপটি অনুভূমিকের সাথে 20° কোণে হেলে আছে। যদি পাইপের দুই মাথার সাথে একটি ম্যানোমিটার সংযুক্ত করা হয় এবং ম্যানোমিটারের দুই ডানার পারদ স্তম্ভের উচ্চতার পার্থক্য 30 cm হয় তবে চাপের পার্থক্য kg/cm² এ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬, ৯৪]

সমাধান ঃ AC $= 15 \sin 20°$

$= 5.13$ m

সুতরাং, $= 513$ cm

$h_A + 5\ 13 \times 1 + 30 \times 13.6 - 30 \times 1 = h_B$

$\therefore h_B - h_A = 891$ cm of water

আবার,

$P_B - P_A = (h_B - h_A)\ \omega S$

$= 891 \times 0.001 \times 1$

$= 0.891$ kg/cm² **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.১১। যদি ব্যারোমিটার চাপ 28.5″ পারদ মাত্রা হয় তাহলে 0.88 আঃ গুরুত্ব বিশিষ্ট একটি খোলামুখ তেলের ট্যাংকের 30 ft তলায় পারদ পরম চাপ প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে কত পাউন্ড হবে?

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

বায়ুর চাপ = 28.5″ = 2.375 feet of Hg

আমরা পাই,

বায়ুর চাপ $= 2.375 \times 62.5 \times 13.6 = 2018.75$ lb/ft²

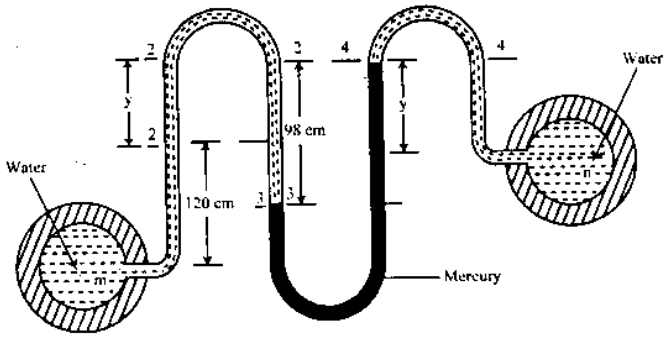
ট্যাঙ্কের তলায় গেজ চাপ $= h\omega s = 30 \times 62.5 \times 13.6 \times 0.88 = 1650$ lb/ft²

সুতরাং ট্যাংকের তলায় পরম চাপ = বায়ুর চাপ + গেজ চাপ

$= 2018.75 + 1650 = 3668.75$ lb/ft²

$= 25.47$ lb/ in² **(Ans)**

উদাহরণ-৩.১২। চিত্রের অবলম্বনে m এবং n বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ৩.১৮

সমাধান ঃ চিত্রে চিহ্নিত 1, 2, 3, 4 ক্রমিক অনুসরণ করে অজানা প্রেসার হেড hm হতে শুরু করে n বিন্দুতে প্রেসার হেড hn এর সমান ধরে পাই।

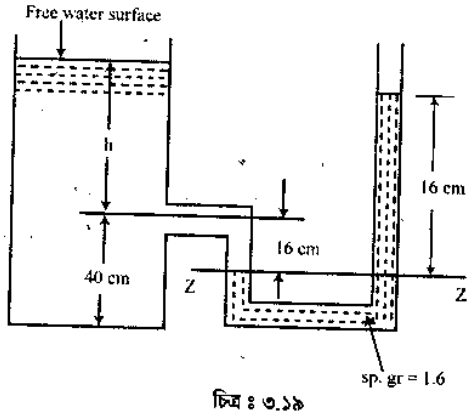
$hm - (120 \times 1) - y + (98 \times 1) - (98 \times 13.6) + y = hn$

$hm - hn = 13.548$ m of water

$Pm - Pn = (9.81 \times 10^3) \times 13.548$

$= 132.906 \times 10^3$ N/m² **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.১৩। চিত্রে পানি ভর্তি একটি পাত্রে সংযোজিত একটি ইউ টিউব এবং প্রেসার গেজ দেখানো হয়েছে। এটি হতে **h** এর মান এবং প্রেশার গেজের পাঠ নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ৩.১৯

সমাধান ঃ সাধারণ তল z – z এ ইউ টিউব এর দুই বাহুর চাপ যেহেতু বাম বাহুর (h + 16) cm পানি স্তম্ভ এবং ডান বাহুর 60 cm তরল (আঃ গুঃ 1.6) কর্তৃক স্থির থাকে বা ভারসাম্য বজায় রাখে।

অতএব উভয়কে সমীকরণ করে,

$h + 16 = 60 \times 1.6$

$h = 96 - 16 = 80$ cm

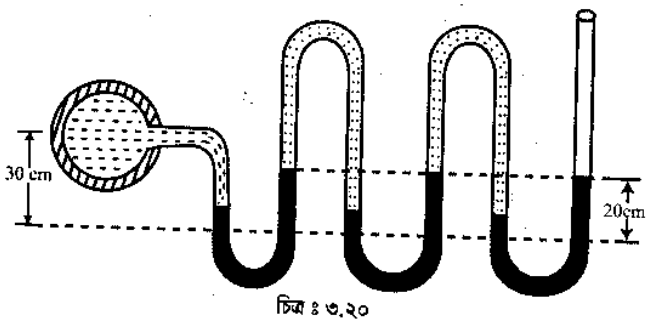
পাত্রের তলার মোট চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেশার হেড

$= 80 + 40 = 120$ cm পানি স্তম্ভ,

চাপের তীব্রতা, $P = \omega h = 0.001 \times 120$

$= 0.12$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.১৪। একটি পাইপ লাইনে প্রবাহিত পানির চাপ মাপার জন্য তিনটি U টিউব বিশিষ্ট একটি যৌগিক ম্যানোমিটার ব্যবহৃত হল। পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত প্রবাহী হল পারদ এবং বিভিন্ন U টিউবের পারদ কলামসমূহের মধ্যে পানির কলাম আবদ্ধ আছে। সর্বশেষে টিউবটি বাতাসের দিকে খোলা। এটা হতে পাইপ লাইনের পানির চাপ প্রেসার হেড হিসাবে এবং **kg/cm^2** এককে নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ৩.২০

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$s_1 = 1$, $s_2 = 13.6$

মোট U টিউবের সংখ্যা = 3

প্রথম U টিউবের জন্য, $h_1 = 30$ cm

দ্বিতীয় U টিউবের জন্য, $h_1 = 20$ cm

তৃতীয় U টিউবের জন্য, $h_1 = 20$ cm

পারদের উচ্চতা, $h_2 = 20$ cm

পাইপের চাপসহ প্রথম টিউব ও পরবর্তী দুটি টিউবের মোট পানির চাপ।

$= h + s_1 (30) + s_1 (20) \times 2$

$= h + s_1 (70)$ ..... (i)

তিনটি টিউবের পারদের চাপ $= (s_2 h_2) \times 3$

$= s_2 (20) (3) = s_2 (60)$ ..... (ii)

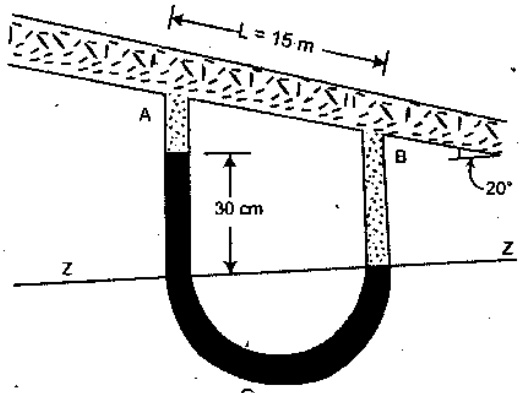
(i) এবং (ii) হতে $h + s_1 (70) = s_2 (60)$

বা, $h = s_2 (60) - s_1 (70) = (13.6) (60) - (1) (70)$

$= 746$ cm of water (উত্তর)

উদাহরণ-৩.১৫। পানি প্রবাহিত একটি পাইপের 15 মিটার ব্যবধানে একটি পারদ ব্যবহৃত ম্যানোমিটার সংযোগ দেওয়া হচ্ছে। পাইপটি সোজা এবং 20° কোণে আনত। যদি ম্যানোমিটার পাঠ 30 cm হয় তবে পাইপের দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য নিরূপণ কর।

[বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬, ৯৪]



চিত্র ঃ ৩.২১

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

$L = 15$ m

পাইপের আনত কোন $a = 20°$

ম্যানোমিটার পাঠ,

$h = 30$ cm

ধরি, পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব = 13.6 ;

পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.00

$h_A - h_B$ = দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য পানির উচ্চতায়।

$P_A - P_B$ = দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য।

আমরা জানি,

$h_A - h_B = h (s_2 - s_1)$

$= 300 (13.6 - 1) = 3780$ mm $= 3.78$ m

পাইপ আনত থাকার জন্য A এবং B বিন্দুর উচ্চতায় পার্থক্য

$= 15 \sin 20° = 5.13$ m

∴ দুই বিন্দুর প্রকৃত পার্থক্য $= 5.13 - 3.78 = 1.35$ m. of water

দুই বিন্দুর প্রকৃত পার্থক্য $= 1.35 \times 9.81 = 13.24$ KN/m^2 (উত্তর)

অথবা, $h_A + 5.13 + 0.30 = 0.30 \times 13.6 + h_B$

$\therefore (h_A - h_B) = 0.30 \times 13.6 - (5.13 + 0.30) = -1.35$m

∴ B পাইপের চাপ বেশি।

$(P_A - P_B) = 1.35 \times 1000$

$= 1350$ kg/m^2

$= 0.135$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.১৬। পারদপূর্ণ একটি ইউ টিউবের ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা। বাম বাহু 0.8 আঃ গুরুত্বের তেলবাহী পাইপের সাথে যুক্ত। পাইপের কেন্দ্র হতে পারদের মুক্ততল ও সাধারণ তল যথাক্রমে 50 cm ও 30 cm নিচে অবস্থিত। পাইপ দ্বারা প্রবাহিত তেলের পরমচাপ প্যাসকেলে বের কর। [বাকাশিবো-৯৪]

সমাধান: দেয়া আছে,

$h_1 = 50$ cm

$h_2 = 30$ cm

$s_1 = 0.80$

$s_2 = 13.6$

আমরা জানি,

বাম দণ্ডের চাপ = ডান দণ্ডের চাপ

$h_A + h_1 s_1 = h_2 s_2$

$\Rightarrow h_A + 50 \times 0.80 = 30 \times 13.6$

$\Rightarrow h_A = 30 \times 13.6 - 50 \times 0.80$

$\Rightarrow h_A = 368$ cm of water

$= 3.68$ m of water

$\therefore$ তলের গেজ চাপ, $P_A = \omega h_A = 1000 \times 3.68$

$= 3680$ kg/m^2

আমরা জানি,

বায়ুর চাপ $= 1.033$ kg/cm^2 $= 1.033 \times 10^4$ kg/m^2

সুতরাং পাইপের ভিতর পরমচাপ = বায়ুর চাপ + পাইপের ভিতর তরলের গেজ চাপ

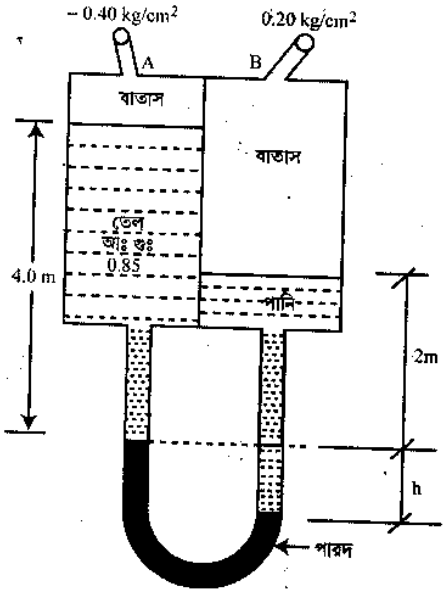
$= 1.033 \times 10^4 + 3680$

$= 14010$ kg/m^2

$= 14010 \times 9.81$ N/m^2

$= 137438.1$ Pa [$\because$ Pa = N/m^2]

উদাহরণ-৩.১৭। নিচে দেয়া চিত্রানুযায়ী ম্যানোমিটারটির h এর মান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৯]



চিত্র ঃ ৩.২২

সমাধান: দেওয়া আছে,

$P_A = -0.40\ kg/cm^2$

$P_B = 0.20\ kg/cm^2$

$\therefore\ P_A = \omega h_A$

$\therefore\ h_A = \frac{P_A}{\omega} = \frac{-0.40}{0.001} = -400\ cm = -4m$

$\therefore\ h_B = \frac{P_B}{\omega} = \frac{0.20}{0.001} = 200\ cm = 2m$

$\therefore\ h_1 = 4m,\ s_1 = 0.85,\ h_2 = 2m,\ s_2 = 1$

আমরা জানি,

বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ

বা, $-h_A + h_1s_1 + hs = h_2s_2 + hs_2$

$\Rightarrow\ -(-4) + 4 \times 0.85 + h \times 13.6 = 2 \times 1 + h \times 1$

$\Rightarrow\ 4 + 4 \times 0.85 + h \times 13.6 = 2 + h$

$\Rightarrow\ 4 + 4 \times 0.85 + 13.6h - 2 - h = 0$

$\Rightarrow\ 5.40 + 12.6h = 0$

$\Rightarrow\ 12.6h = -5.40$

$\Rightarrow\ h = \frac{-5.40}{12.6} = 0.428\ m$

$\therefore h = 42.80\ cm$ **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.১৮ । পাশের চিত্রানুযায়ী C বিন্দুর গেজচাপ বের কর এবং এটি প্যাসকেলে প্রকাশ কর।

সমাধান: $(1.73 - 0.13) \times 13.6 - (1.69 - 0.13) \times 1 + (1.69 - 0.065)$

$\times 13.6 - (1.69 - 0.065) \times 1 - 1.72 \times 1 = h_C$

$\therefore\ h_C = 38.95$ m of water

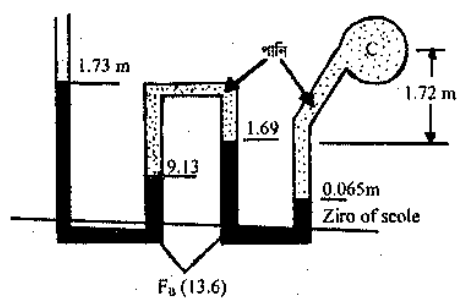
$\therefore\ P_A = h_A\ \omega s$

$= 38.95 \times 1000 \times 1$

$= 38955\ kg/m^2$

$= 38955 \times 9.81$

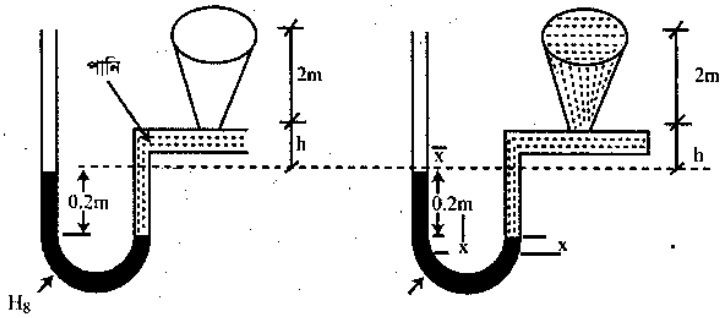
$= 382148.55$ pa **(Ans.)**



চিত্র ঃ ৩.২৩

উদাহরণ-৩.১৯। একটি ম্যানোমিটার একটি ফ্লাস্কের সাথে সংযুক্ত করা আছে। পানি যখন ফ্লাস্কের নিম্ন সীমায় পারদ পাঠ চিত্রানুরূপ দেখায়। যদি পানি দ্বারা ফ্লাস্কটি পূর্ণ করা হয় তবে পাঠ কত হবে?

সমাধান:



চিত্র ঃ ৩.২৪ (ক) খালি অবস্থা চিত্র চিত্র ঃ ৩.২৪ (খ) পানিপূর্ণ অবস্থায় চিত্র

খালি অবস্থার চিত্র হতে পাই, $0.20 \times 13.6 + 0.2 \times 1.0 - h \times 1 = 0$

$\therefore \quad h = 2.52$ m

পানি পূর্ণ অবস্থার চিত্র হতে পাই,

$$(x \times 13.6) + (0.20 \times 13.6) + (x \times 13.6) - (x \times 1) - (0.20 \times 1) - (2.52 \times 1) - (2 \times 1) = 0$$

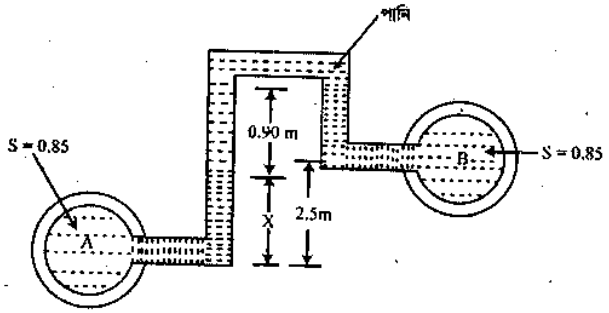
$\therefore \quad x = 0.0763$ m

সুতরাং ম্যানোমিটারের পাঠ হবে,

$$(x + 0.2 + x) = (0.0763 + 0.2 + 0.0763)$$
$$= 0.352\text{m} \textbf{ (Ans.)}$$

উদাহরণ-৩.২০। পাশের চিত্র হতে A ও B পাইপের মধ্যকার চাপের পার্থক্য kg/cm² এবং Pa তে বাহির কর।

সমাধান:



চিত্র : ৩.২৫

$h_A - (x \times 0.85) - (0.9 \times 1) + (0.9 + x - 2.5) \times 0.85 = hB$ [প্যাসকেল Pa = N/m²]

$\therefore h_A - h_B = 2.26$ m of water
$= 226$ cm of water

$\therefore p_A - p_B = (h_A - h_B)\,\omega s$
$= 2.26 \times 1000 \times 1 = 2260$ kg/m²
$= 2260 \times 9.81$ N/m² $= 22170.60$ Pa (Ans)

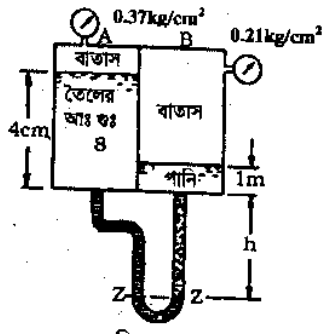
আবার, $P_A - P_B = \omega\,(h_A - h_B)\,s$
$= 0.001 \times 226 \times 1$
$= 0.266$ kg/cm² **(Ans)**

$\therefore \omega = 0.001$ kg/cm³

উদাহরণ-৩.২১। চিত্রানুযায়ী একটি পাত্র দুই অংশে বিভক্ত। দুই অংশে বাতাস, পানি, তেল গাছে। যদি গেজ A ও B প্রদত্ত চিত্রানুযায়ী পাঠ দেয়, তবে h এর মান নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-০১R]

সমাধান: যেহেতু উভয় অংশের উপর বাতাস দ্বারা পূর্ণ, তাই প্রাপ্ত গেজ পাঠ অনুসারে বাতাসের চাপ সমান হবে। তাছাড়াও 1.6 আঃ গুঃ এর তরল লেভেল ডান বাহুর তরল লেভেল অপেক্ষা উপরে অবস্থিত, তাই পাইপে অবশ্যই নেগেটিভ চাপ বিদ্যমান।



চিত্র : ৩.২৬

$P_A = -0.37\ kg/cm^2$, $P_B = 0.21\ kg/cm^2$

$h_1 = 4m$, $s_1 = 0.80$, $h = ?$

উভয় অংশের চাপের সমতুল্য প্রেসার হেড

$\therefore h_A = \frac{0.37}{0.001} = 370\ cm = 3.70\ m$

$\therefore h_B = \frac{0.21}{0.001} = 210\ cm = 2.10\ m$

ডেটাম লাইনের উপরে বাম বাহুতে চাপ $= -3.7 + (s_1 \times h_1) + 1.6 \times h$

$= -3.7 + (0.8 \times 4) + 1.6 \times h$

$= (1.6h - 0.5)$ m of water

ডেটাম লাইনের উপরে ডান বাহুতে চাপ $= 2.1 + (1 \times 1) + (1 \times h)$

$= (h + 3.1)$ m of water

$\therefore$ বাম বাহুতে চাপ = ডান বাহুতে চাপ

$\therefore 1.6h - 0.5 = h + 3.1$

বা, $1.6h - h = 3.1 + 0.5$

বা, $0.6h = 3.6$

বা, $h = \frac{3.6}{0.6}$

$= 6m$ **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.২২। একটি পাইপের মধ্য দিয়া 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট একটি প্রবাহী প্রবাহিত হচ্ছে। তার চাপ নির্ণয়ের জন্য একটি মাইক্রোম্যানোমিটার ব্যবহার করা হয়েছে। বাসন সারফেস হতে ডান বাহুর পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 25 cm এবং পাইপের কেন্দ্রে উচ্চতা 12 cm। বেসিন এবং ডান বাহুর প্রস্থচ্ছেদের অনুপাত 40 : 1। পাইপের প্রবাহী চাপ kg/cm² এককে নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

$h_1 = 12$ cm

$h_2 = 25$ cm

$\frac{A}{a} = 40 \therefore \frac{a}{A} = \frac{1}{40}$

$\therefore s_1 = 0.80$

$\therefore s_2 = 13.6$

$\therefore h = s_2 h_2 - s_1 h_1 + \frac{a}{A} h_2 (s_2 - s_1)$

$= (13.6 \times 25) - (0.8 \times 12) + \{\frac{1}{40} \times 25 (13.6 - 0.80)\}$

$= 338.40$ cm of water

$P = \omega h = 0.001 \times 338.40$

$= 0.334\ kg/cm^2$

উদাহরণ-৩.২৩। তৈলধারী একটি আনুভূমিক পাইপের দুই বিন্দুতে সংযুক্ত ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পারদ লেভেলের পার্থক্য 10cm। তৈলের আনু গুঃ 0.9 হলে উক্ত দুই বিন্দুতে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য $= h_A - h_B$

$= 10 (13.6 - 0.9)$

$= 127$cm of water. **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$S_2 = 13.6$

$S_1 = 0.9$

$h = 10$cm

$h_A - h_B = ?$

উদাহরণ-৩.২৪। একটি ম্যানোমিটারের বাম বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা ও ডান বাহু পাইপের সাথে সংযুক্ত। দুই বাহুতে পারদ তলের পার্থক্য 35 cm। পাইপের কেন্দ্র ডান বাহুর পারদের উপরিতল-এর উচ্চতা 10cm। পাইপের তরলের আঃ গুঃ 0.7 হলে পাইপের পরমচাপ নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-০৬(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ

$\Rightarrow h_1s_1 = h + h_2s_2 + h_3s_1$

$\Rightarrow h = h_1s_1 - h_2s_2 - h_3s_1$

$\Rightarrow h = 35 \times 13.6 - 10 \times .7 - 25 \times 13.6$

$\therefore h = 129$ cm

দেওয়া আছে,

$h_1 = 35$cm

$h_2 = 10$cm

$S_2 = .7$

$S_1 = 13.6$

$h = ?$

$\therefore$ Pressure (চাপ) $P = \omega h$

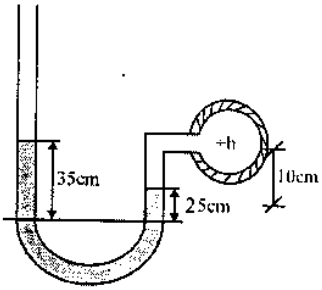
$= 1 \times 129$

$= 129$ gm/cm^2

পরম চাপ = গেজ চাপ + বায়ুমণ্ডলীয় চাপ

$= 129$ cm^2 + 1030 gm/cm^2

$= 1159$ gm/cm^2. **(Ans.)**

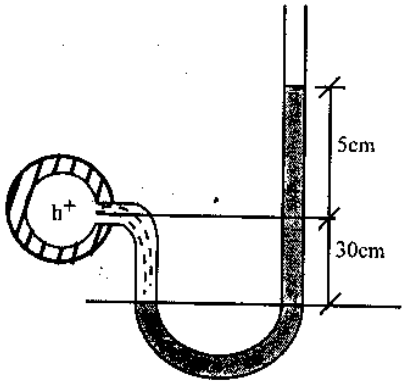


চিত্র ঃ ৩.২৭

উদাহরণ-৩.২৫। একটি ইউটিউব সরল ম্যানোমিটারের বাম প্রান্ত পানিবাহী পাইপের সাথে যুক্ত এবং ডান প্রান্ত বায়ুমণ্ডলে যুক্ত। পারদের নিম্নতর পাইপের কেন্দ্র থেকে 30cm নিচে এবং পারদের উপরিতল পাইপের কেন্দ্র থেকে 5cm উপরে পাইপের পানির চাপ কত?

[বাকাশিবো-০৭]

সমাধান:



চিত্র ঃ ৩.৩৮

আমরা জানি,

বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ

$\Rightarrow h + h_1s_1 = h_2s_2$

$\Rightarrow h = h_2s_2 - h_1s_1$

$\therefore h = 35 \times 13.6 - 30 \times 1$

$h = 446$ cm of water

দেওয়া আছে,

$S_2 = 13.6$

$S_1 = 1$

$h_1 = 30$cm

$h_2 = 35$cm

$h = ?$

চাপ $P = \omega h$

$= 1 \times 446$

$= 446$gm/cm^2 **Ans.**

$\therefore = .446$kg/cm^2 **Ans.**

উদাহরণ-৩.২৬। প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে 0.8kg চাপের সমতুল্য পানির স্তরের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৭]

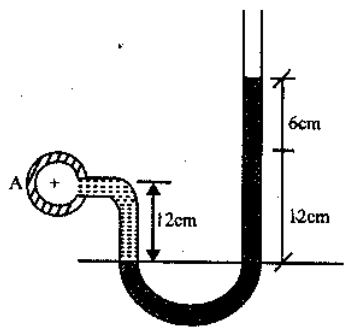
সমাধান:

দেওয়া আছে,
$P = 0.8 kg/cm^2$
$\omega = 0.001 kg/cm^2$
$H = ?$

আমরা জানি, $H = \frac{P}{W}$
$= \frac{0.8}{0.001}$
$= 800$ cm
$= 0.8$m **Ans.**

উদাহরণ-৩.২৭। একটি সরল ম্যানোমিটারের বাম বাহু পানিবাহী একটি পাইপের কেন্দ্রে। সংযুক্ত এবং ডান বাহু বায়ুমন্ডলে খোলা। পাইপের কেন্দ্র হতে বাম ও ডান বাহুতে পারদ লেভেল যথাক্রমে 12cm নিচে এবং 6cm উপরে হলে পাইপের কেন্দ্রের চাপ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটারে বের কর। [বাকাশিবো-০৭, ১৪]

সমাধান:



চিত্র ঃ ৩.২৯

দেওয়া আছে
$h_2 = 18cm$
$h_1 = 12cm$
$S_1 = 1$
$S_2 = 13.6$

চিত্র হতে পাই,
$h_A + h_1s_1 = h_2s_2$
$\Rightarrow h_A = h_2s_2 - h_1S_1$
$\Rightarrow h_A = 18 \times 3.6 - 12 \times 1$
$\Rightarrow h_A = 232.8$ cm of water

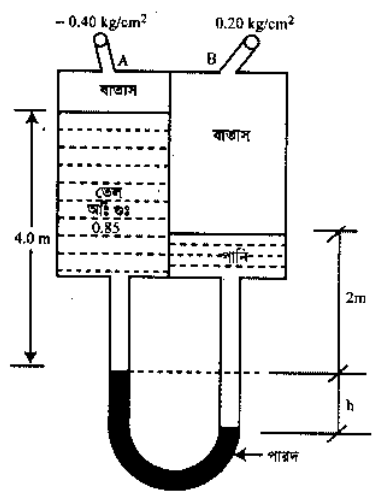
আমরা জানি, $P = \omega h_A$
$= .001 \times 232.8$
$= 0.232 kg/cm^2$ **(Ans.)**

উদাহরণ-৩.২৮। নিচে দেয়া চিত্রানুযায়ী ম্যানোমিটারটির ক্ষেত্রে h এর মান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৯]

সমাধান:

$P_A = -0.40 kg/cm^2$
$h_A = -0.40/0.001$
$= -400$ cm
$= -4$m
$P_B = 0.20$ kg/cm
$h_B = 0.20/.001 = 200$ cm
$= 2$ m

আমরা জানি,
বাম প্রান্তের চাপ = ডান প্রান্তের চাপ
$h_A + h_1s_1 + hs = h \times 1 + h_2.s_2 + h_B$
$\Rightarrow -4 + 4 \times .85 + h \times 13.6 = h + 2 \times 1 + 2$
$\Rightarrow h(13.6 - 1) = 4 + 4 - 3.4$
$\Rightarrow h = 0.365$ m



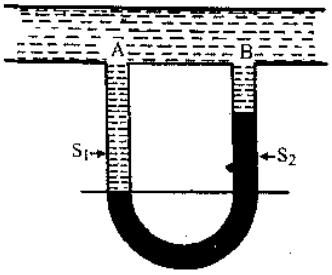
চিত্র ঃ ৩.৩০

উদাহরণ-৩.২৯। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত পানিবাহী পাইপের A ও B বিন্দুর সাথে সংযুক্ত একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার পারদ লেভেলের পার্থক্য 15cm। ঐ বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–১২]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$h_A - h_B = h(S_2 - S_1)$$
$$\Rightarrow h_A - h_B = 15\ (13.6 - 1)$$
$$\therefore h_A - h_B = 189 \text{ cm of water } \textbf{(Ans.)}$$



চিত্র ঃ ৩.৩১

উদাহরণ-৩.৩০। তেল প্রবাহিত একটি অনুভূমিক পাইপের দুটি বিন্দুর সাথে ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার সংযুক্ত করার পারদ লেভেলের পার্থক্য 20cm পাওয়া গেল। তেল ও পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব যথাক্রমে 0.95 এবং 13.6 হলে বিন্দু দুটিতে চাপের পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-১৩ (পরি)]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

পাইপের দুটি বিন্দুর চাপের পার্থক্য

$$= 20\ (13.6 - .95)$$
$$= 253 \text{ cm of water}$$

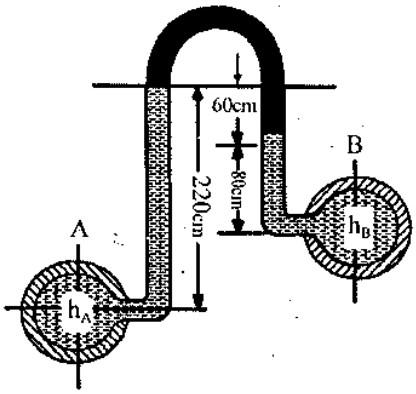
দেওয়া আছে,

$S_2 = 13.6$

$S_1 = 0.95$

$h = 20$ cm

উদাহরণ-৩.৩১। নিম্নের চিত্রানুযায়ী পাইপ A ও B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]



চিত্র ঃ ৩.৩২

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

বাম পাশের চাপ = ডান পাশের চাপ

$$h_A - h_1s_1 = h_2s_2 - h_3s_1 + h_B$$
$$\Rightarrow h_A - h_B = h_1s_1 - h_2s_2 - h_3s_1$$
$$\Rightarrow h_A - h_B = 220 \times 1 - 60 \times 13.6 - 80 \times 1$$
$$\Rightarrow h_A - h_B = -676$$
$$\Rightarrow h_B - h_A = 676 \text{ cm of water } \textbf{(Ans.)}$$

উদাহরণ-৩.৩২ । নিম্নের চিত্রানুযায়ী পাইপ A ও B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

বাম পাশের চাপ = ডান পাশের চাপ

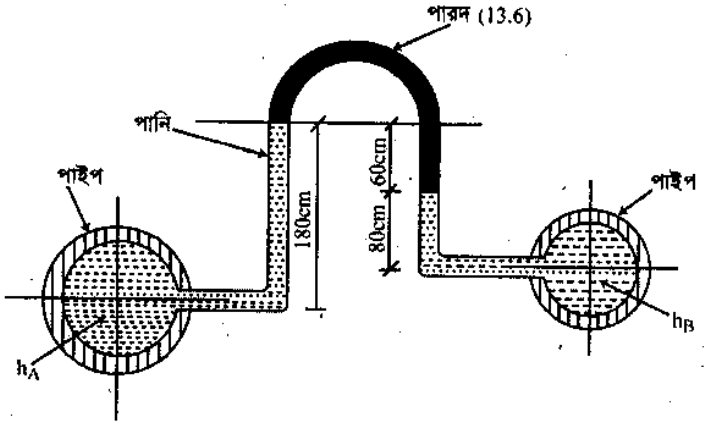
$h_A - h_1s_1 = h_B - h_3s_1 - h_2s_2$

$h_A - h_B = h_1s_1 - h_3s_1 - h_2s_2$

$= 180 \times 1 - 80 \times 1 - 60 \times 13.6$

$= -716$ cm

$= h_B - h_A = 716$ cm of water. **(Ans.)**



চিত্র ঃ ৩.৩৩

উদাহরণ-৩.৩৩ । একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে পানিবাহী দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা হচ্ছে। A পাইপের কেন্দ্রস্থল হতে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 20cm এবং B পাইপের কেন্দ্রস্থল হতে পারদের উচ্চতা 10cm। পারদ লেভেলের উচ্চতার পার্থক্য 5 cm। A পাইপের চাপের পরিমাণ পানির উচ্চতার 1.5m হলে B পাইপে চাপের পরিমাণ kg/cm² এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৬]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

বাম পাশের চাপ = ডান পাশের চাপ

$h_A + h_1s_1 - h_2s_2 - h_3s_3 = h_B$

$150 + 20 \times 1 - 5 \times 13.6 - 10 \times 1 = h_B$

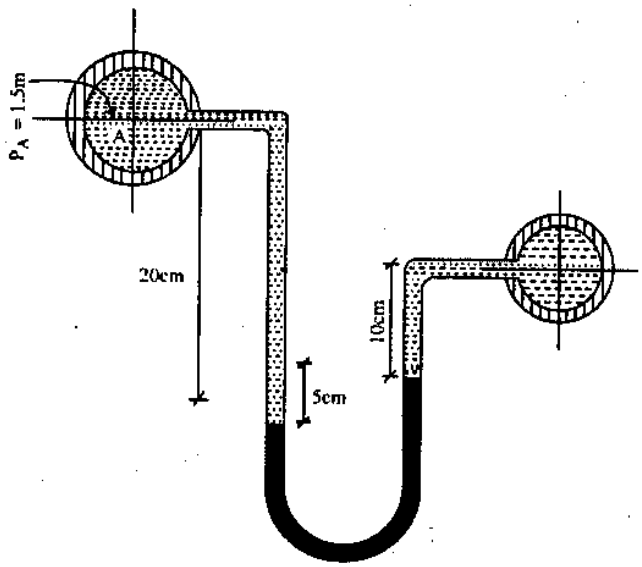
$h_B = 92$ cm of water.

আমরা জানি,

$p = \omega h$

$= 0.001 \times 92$

$= 0.092$ kg/cm² **(উত্তর)**



চিত্র ঃ ৩.৩৪

উদাহরণ-৩.৩৪। একটি পারদ ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার দ্বারা পানিবাহী দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য মাপা হচ্ছে। ম্যানোমিটার পারদ রিডিং 80cm হলে পাইপ দুটিতে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৪]

সমাধান:

$h_A + h_1s_2 - h_2s_2 - h_3s_3 = h_B$

$h_A - h_B = h_2s_2 + h_3s_2 - h_1s_2$

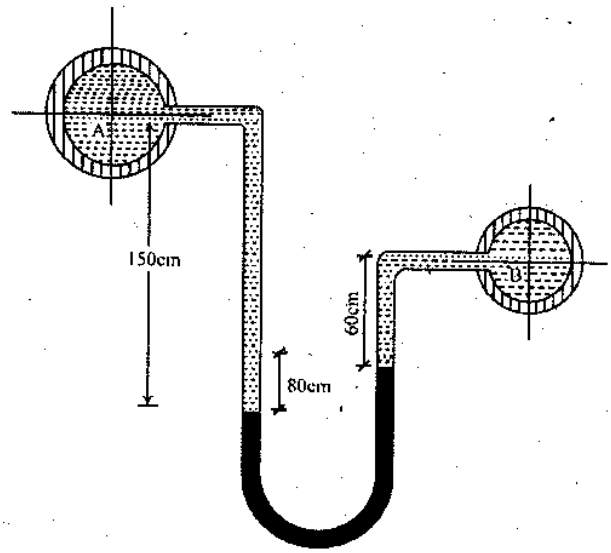
$= 80 \times 13.6 + 60 \times 1 - 150 \times 1$

$= 998$ cm of water

$p_A - p_B = (h_A - h_B) \times \omega$

$= 998 \times 0.001$

$= 0.998$ kg/cm^2 **(উত্তর)**



চিত্র ঃ ৩.৩৫

উদাহরণ-৩.৩৫। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তরলের (আঃ গুরুত্ব 0.8) চাপ একটি ম্যানোমিটার দ্বারা মাপা হচ্ছে। এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বাম বাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত ডান বাহুতে পারদের উপরিতল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত 8cm। যদি দুই বাহুতে পারদ লেভেলের পার্থক্য 17cm হয়। তবে পাইপে তরলের পরম চাপ kg/cm^2 এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৫]

সমাধান:

$h_A + h_1s_2 - h_2s_2 = 0$

$h_A = h_2s_2 - h_1s_1$

$= 25 \times 13.6 - 17 \times 0.8$

$= 326.4$ cm of liquid.

তরলের গেজ চাপ, $p_A = \omega h_A$

$= 0.001 \times 326.4$

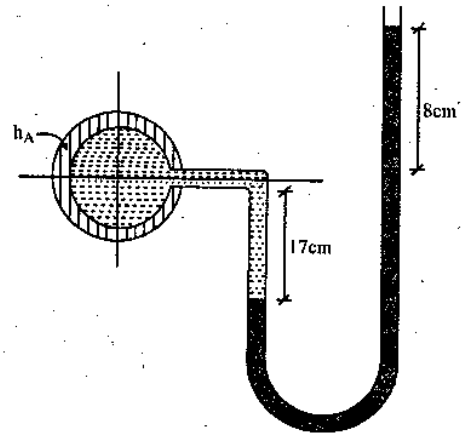
$= 0.3264$

আমরা জানি, বায়ুর চাপ $= 1.033$ kg/cm^2

∴ তরলের পরমচাপ = বায়ুর চাপ + গেজ চাপ

$= 1.033 + 0.3264$

$= 1.3594$ kg/cm^2 **(উত্তর)**



চিত্র ঃ ৩.৩৬

উদাহরণ-৩.৩৬। চিত্রানুযায়ী পাইপের কেন্দ্র বিন্দুতে চাপের তীব্রতা kg/cm^2 এককে বের কর। [বাকাশিবো-৯৩]

সমাধান:

$h_A - h_1s_1 - h_2s_2 = 0$

$h_A = h_2s_2 + h_1s_1$

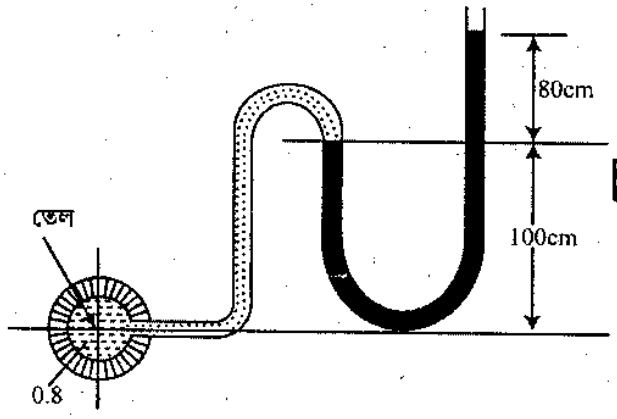
$= 80 \times 13.6 + 100 \times 0.8$

$h_A = 1168$ cm of water

$p_A = \omega h_A$

$= 0.001 \times 1168$

$= 1.168\ kg/cm^2$ **(উত্তর)**



চিত্র ঃ ৩.৩৭

উদাহরণ-৩.৩৭। তেল প্রবাহী একটি পাইপের চাপ নির্ণয় করার জন্য একটি ম্যানোমিটারের ডান প্রান্ত উন্মুক্ত রেখে বাম প্রান্ত পাইপের সাথে সংযোগ দেয়া আছে। ডান বাহুতে পারদের উপর তল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত উচ্চতা 12cm। যদি পাইপের তেলের পরম চাপ $1.304 kg/cm^2$ পাওয়া যায় তবে পারদের লেভেল পার্থক্য নির্ণয় কর। তেলের আঃ গুরুত্ব 0.8। [বাকাশিবো-৯৩]

সমাধান:

আমরা জানি,

পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ + গেজ চাপ

$1.304 = 1.033 +$ গেজ চাপ

গেজ চাপ $= 1.304 - 1.033$

$= 0.271\ kg/cm^2$

$h_A = \frac{0.271}{0.001} = 271$ cm.

$h_A + hs_1 - hs_2 - h_1s_2 = 0$

$271 + h(0.8 - 13.6) - 12 \times 13.6 = 0$

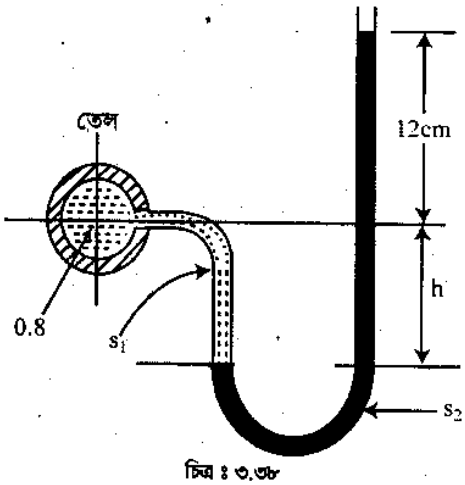
$-12.8\,h = -107.8$

$12.8h = 107.8$

$h = 8.42$ cm

∴ পারদ লেভেলের পার্থক্য $= (12 + 8.42)$ cm

$= 20.42$ cm **(উত্তর)**।



চিত্র ঃ ৩.৩৮

উদাহরণ-৩.৩৮। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তরলের (আঃ গুরুত্ব 0.9) চাপ একটি ম্যানোমিটার দ্বারা মাপা হচ্ছে। এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বামবাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত। ডান বাহুতে পারদের উপরি তল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব 20cm। যদি দুই বাহুতে পারদ লেভেলের পার্থক্য 16cm হয়। তবে পাইপ তরলের পরমচাপ kg/cm² এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৩]

সমাধান:

$h_A - h_1s_1 - h_2s_2 = 0$

$h_A = h_1s_1 + h_2s_2$

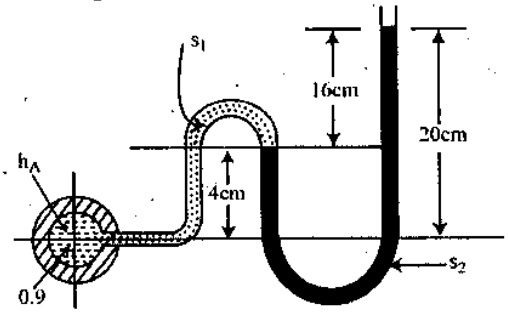
$= 4 \times 0.9 + 16 \times 13.6 = 221.2$ cm

আমরা জানি,

$P_A = \omega h$

$= 0.001 \times 221.2$

$= 0.2212$ cm



চিত্র ঃ ৩.৩৯

পরমচাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ + গেজচাপ

$= 1.033 + 0.2212$

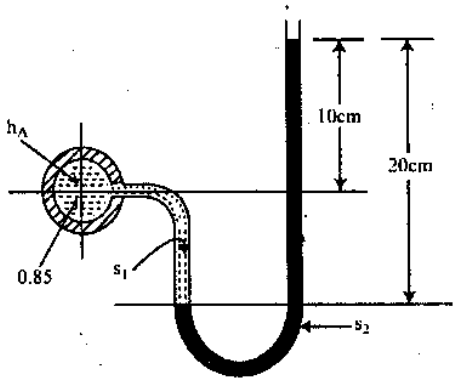
$= 1.2542$ kg/cm² **(উত্তর)**

$\omega = 0.001$ kg/cm²

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ = 1.033 kg/cm²

উদাহরণ-৩.৩৯। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তেলের (আঃ গুরুত্ব 0.85) চাপ একটি সরল U টিউব ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বাম বাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত। ডান বাহুতে পারদের উচ্চতা উপরিতল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত 10 cm। যদি দুই বাহুতে পারদ স্তরের পার্থক্য 20 cm হয়। তবে পাইপে তেলের পরম চাপ kg/cm² এককে কত? [বাকাশিবো-৯২]

সমাধান:



চিত্র ঃ ৩.৪০

$h_A + h_1s_2 - h_2s_2 = 0$

$h_A = h_2s_2 - h_1s_1$

$= 20 \times 13.6 - 10 \times 0.85$

$= 263.5$ cm

আমরা জানি,

$P_A = \omega h$

$= 0.001 \times 263.5$

$= 0.2635$ kg/cm²

পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ + গেজ চাপ

$= 1.033 + 0.2635$

$P_{ab} = 1.2939$ kg/cm²

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ

= 1.033 kg/cm²

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পিজোমিটার টিউব কী?** [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ০৮]
অথবা, পিজোমিটার কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯]

উত্তর ঃ পিজোমিটার টিউব একটি সহজ ধরনের প্রেসার গেজ বা চাপমান যন্ত্র যা তরল পদার্থ পূর্ণ পাইপ অথবা পাত্রের চাপ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়।

২। **মাইক্রোম্যানোমিটারের সুবিধা কী?**

উত্তর ঃ মাইক্রোম্যানোমিটার এর সুবিধা হল এর সাহায্যে নিম্নমাত্রার চাপকে অতি সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা যায় এবং পরিমাপের সূক্ষ্মতা যেখানে গুরুত্বপূর্ণ সেখানেই সাধারণত ব্যবহার করা হয়।

৩। **চাপ পরিমাপক যন্ত্র কাকে বলে? এটা প্রধানত কত প্রকার?**

উত্তর ঃ যে সকল যন্ত্রের সাহায্যে স্থির বা গতিশীল অবস্থায় কোন প্রবাহীর চাপ পরিমাপ করা হয় তাদেরকে চাপ পরিমাপক যন্ত্র বলে।
চাপ পরিমাপক যন্ত্র প্রধানত দুই প্রকার।

৪। **ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ কেন ব্যবহার করা হয়।**

উত্তর ঃ এর সাহায্যে চাপকে অতি সূক্ষ্ম ও সঠিকভাবে পরিমাণ করা যায়। তা ছাড়া সূক্ষ্মভাবে চাপ মাপার জন্য অন্য প্রেসার গেজের সঠিকতা নিরুপণের কাজেও এটি ব্যবহার করা হয়।

৫। **ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার কেন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]
অথবা, ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১৩, ১৩(পরি)]
অথবা, ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-১৪(পরি)]

উত্তর ঃ ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে একই পাইপের দুটি ভিন্ন বিন্দু অথবা দুটি ভিন্ন পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়। তাছাড়া এর সাহায্যে পাইপের এক বিন্দু বা দুটি পাইপের একটির প্রবাহীর চাপ জানা থাকলে অন্য বিন্দু বা পাইপের প্রবাহীর চাপ জানা যায়।

৬। **বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের মূলনীতি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের কার্যপদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর ঃ বাতাসের চাপ হতে কম বা বেশি চাপ এটা দিয়ে মাপা যায়। এই গেজের মূলনীতি হল, যেহেতু প্রবাহী সকল দিকে সমান চাপ দেয় সেহেতু বার্ডন টিউবের ভিতরে সমপরিমাণ চাপ প্রযুক্ত হবে। বাইরের প্রবাহীর চাপ বৃদ্ধিতে টিউবের ভিতরেও সমপরিমাণ চাপ বৃদ্ধি পাবে।

৭। **অয়েল গেজ কী? এটা কী কাজে লাগে?**

উত্তর ঃ ইউ টিউব আকৃতির যে গেজের এক প্রান্তে তেল এবং অন্য প্রান্তে পানি ব্যবহার করে অতি সূক্ষ্মভাবে গ্যাসের চাপ পরিমাপে ব্যবহার করা হয় তাকে অয়েল গেজ (Oil gauge) বলে।
বায়ুমণ্ডল বা বায়বীয় পদার্থের চাপ কম হলে এটা নিরূপণের জন্য সাধারণত অয়েল গেজ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৮। **ম্যানোমিটার কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ ম্যানোমিটার এমন একটি যন্ত্র যার সাহায্যে প্রবাহির পজিটিভ ও নেগেটিভ চাপ নির্ণয় করা যায়।

৯। **তরলের চাপ মাপার জন্য ব্যবহৃত ম্যাকানিক্যাল গেজগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ তরলের চাপ মাপার জন্য তিন ধরনের মেকানিক্যাল গেজ ব্যবহৃত হয় যেমন–
১। বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Bardon tube pressure gauge)
২। ডায়াফ্রাম প্রেসার গেজ (Diaphram pressure gauge)
৩। ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ (Dead weight pressure gauge)।

১০। **ভ্যাকুয়াম চাপ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ যে স্থানে কঠিন, তরল বা বায়ুবীর অবস্থায় কোন পদার্থের অস্তিত্বই খুঁজে পাওয়া যায় না সেই সম্পূর্ণ শূন্যস্থানের চাপকে ভ্যাকুয়াম চাপ বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৪(পরি)]

উত্তর ঃ

সরল ম্যানোমিটার	ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার
১। এর এক প্রান্তকে পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়।	দু'প্রান্তকেই পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়।
২। এক প্রান্ত বায়ুমণ্ডলে খোলা থাকে।	কোন প্রান্তেই বায়ুমণ্ডলে খোলা থাকে না।
৩। একটি পাইপের তরলের চাপ নির্ণয় করা যায়।	এক সাথে দুটি ভিন্ন পাইপের তরলের চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।
৪। একই সময়ে পাইপের এক অংশের চাপ পরিমাপ করা যায়।	একই সময়ে পাইপের দুটি ভিন্ন অংশের চাপ পরিমাপ করা যায়।

২। **ম্যানোমিটারের পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ১১, ১৩, ১৫(পরি)]
অথবা, ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১২]

উত্তর ঃ পারদ ব্যবহারের সুবিধা ঃ

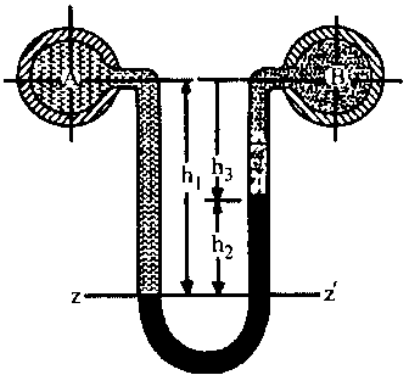
১। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব বেশি।
২। পারদ অস্বচ্ছ এবং উজ্জ্বল পদার্থর ম্যানোমিটারের পারদ লেভেলের পার্থক্য সহজে বুঝা যায়।
৩। এটা সহজে প্রবাহীর সাথে বিক্রিয়া করে না।
৪। এটি উচ্চচাপ পরিমাপের জন্য সুবিধাজনক।
৫ পারদ টিউবের গায়ে লেগে থাকে না ফলে এটি টিউবের ভিতর সহজে উঠানামা করতে পারে।

৩। **ম্যানোমিটারের মধ্যে ভারী পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার করা হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ০৬, ০৮]
অথবা, ম্যানোমেট্রিক স্লাইড কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ম্যানোমেট্রিক ফ্লুইড কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ম্যানোমিটারে তরল পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর ঃ ম্যানোমিটারে তরল হিসাবে সাধারণত পারদ, তেল, লবণ দ্রবণ, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, ব্রোমোদর্থ, অ্যালকোহল ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। তবে ভারী পদার্থ হিসাবে পারদ বেশি ব্যবহার করা হয়। কারণ পারদ পানি অপেক্ষা 13.6 গুণ ভারী। ফলে এটা উচ্চচাপে পরিমাপের জন্য সুবিধাজনক।

৪। **ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সূত্রটি ব্যাখ্যাসহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ পার্থক্যমূলক ম্যানোমিটার

মনে করি, একই উচ্চতায় অবস্থিত A এবং B দুটি পাইপ, যাদের চাপের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য একটি U কাচের নল ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্রানুযায়ী A পাইপের চাপ বেশি থাকার জন্য ম্যানোমিটার তরল বাম বাহুতে নিচের দিকে নেমে এসেছে এবং ডান বাহুতে উপরের দিকে উঠেছে।

ধরি, বাম বাহুতে হালকা তরল এবং ভারী তরলের মিলন তল বরাবর Z - Z সাধারণ তল বা ডেটাম বলে। A এবং B একই পাইপের দুটি বিন্দু হলে প্রবাহিত তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব $S_1 = S_3$ হবে। যদি ম্যানোমিটার তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব S_2 হয় তখন A এবং B বিন্দুর চাপের পার্থক্য ঃ

ধরি, A এবং B পাইপের চাপ পানির উচ্চতায় যথাক্রমে h_A এবং h_B

Z – Z তল বরাবর বাম বাহুর চাপ = ডান বাহুর চাপ

$$h_A + h_1s_1 = h_B + h_2s_2 + h_3s_3 \; [h_1 = h_2 + h_3]$$

বা, $(h_A - hB) = h_2s_2 + h_3s_3 - h_1s_1 \; [s_1 = s_3]$

$= h_2 s_2 + h_3s_1 - (h_2 + h_3) s_1$

$= h_2s_2 + h_3s_1 - h_2s_1 - h_3s_1$

$= h_2 (s_2 - s_1)$ পানির উচ্চতায়।)

৫। **চাপ মাপার জন্য কী কী গেজ ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ তরল প্রবাহীর চাপ পরিমাপের জন্য দু'ধরনের গেজ ব্যবহার হয়ে থাকে। যথা ঃ

১। টিউব গেজ (tube gauge) → Piezometer tube

২। মেকানিক্যাল গেজ (Mechanical gauge) → Manometer

৬। **পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না, নেগেটিভ চাপ কীভাবে মাপা যায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ১২]

অথবা, পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ চাপ মাপা যায় না? [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ পিজোমিটার দিয়ে নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না, কারণ নেগেটিভ প্রেসার মাপার সময় টিউবের মধ্যে বাতাস প্রবেশ করে। ফলে প্রেসার নির্ণয়ে অসুবিধা সৃষ্টি হয়। ম্যানোমিটার দ্বারা নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায়।

৭। **প্রবাহী পরিমাপ যন্ত্রের শ্রেণিবিন্যাস কর।**

উত্তর সংকেত ঃ প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র প্রধানত দু'প্রকার। যথা ঃ

(ক) বায়বীয় প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Gasious fluid Pressure measuring device)

(খ) তরল প্রবাহীর চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Liquid fluid pressure measuring device)

বায়বীয় প্রবাহীর চাপ পরিমাপের জন্য সাধারণত যে যন্ত্র ব্যবহার হয়ে থাকে তাকে ব্যারোমিটার বলে।

তরল প্রবাহীর চাপ পরিমাপের জন্য দু'ধরনের গেজ ব্যবহার হয়ে থাকে। যথা ঃ

১। টিউব গেজ (tube gauge) → Piezometer tube

২। মেকানিক্যাল গেজ (Mechanical gauge) → Manometer

টিউব গেজ (Tube gauge) ঃ টিউব আকৃতির গেজকে টিউব গেজ বলে। এটি দু'ধরনের। যথা ঃ

১। পিজোমিটার টিউব (Piezometer tube)

২। ম্যানোমিটার (Manometer)।

ম্যানোমিটার আবার চার প্রকার। যথা ঃ

১। ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটার (U tube বা simple manometer)

২। ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার (Differential manometer)

৩। ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার (Inverted differential manometer)

৪। মাইক্রো ম্যানোমিটার (Micro manometer)।

মেকানিক্যাল গেজ তিন প্রকার। যথা ঃ

১। বার্ডন টিউব প্রেসার গেজ (Bardon tube pressure gauge)

২। ডায়াফ্রাম প্রেসার গেজ (Diaphram pressure gauge)

৩। ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ (Dead weight pressure gauge)।

৮। **ইনভার্টেড ডিফারেন্সিয়াল ও ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর:

ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার	ইনভার্টেড ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার
১। দুই প্রান্তকেই পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়।	দুই প্রান্তকেই পাইপের সাথে উল্টোভাবে সংযুক্ত করা হয়।
২। এটা একই পাইপের দু'বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।	এটা অল্প চাপ, সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
৩। ভারী তরল পদার্থ ব্যবহৃত হয়।	হালকা তরল পদার্থ ব্যবহৃত হয়।

৯। **ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটারের পারদ অথবা অন্য কোন তরলের পরিবর্তে পানি ব্যবহার করলে কী কী অসুবিধা হয় এবং কেন?**

উত্তর:

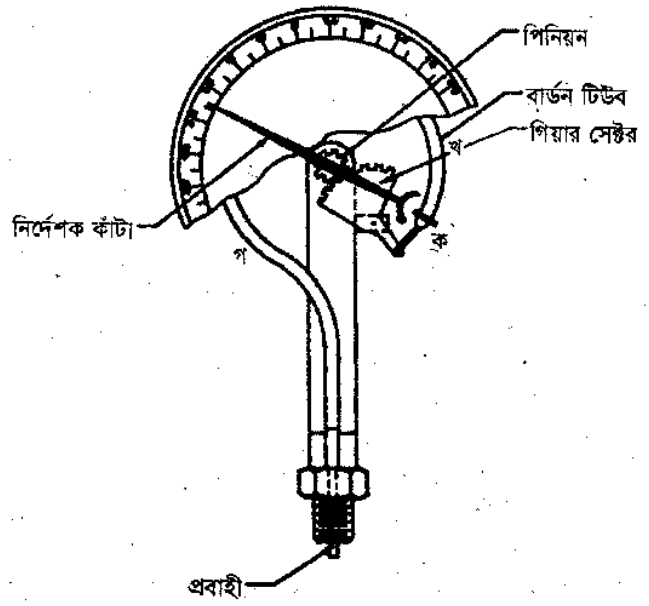
১। পারদ পানি অপেক্ষা 13.6 গুণ ভারী। এতে সমপরিমাণ চাপ নির্ণয়ে পারদ ব্যবহৃত সরল ম্যানোমিটার অপেক্ষা 13.6 গুণ বড়, পানি ব্যবহৃত ইউটিউবের প্রয়োজন হবে।

২। পানি ব্যবহৃত ইউটিউব অধিক বড় হওয়ায় রক্ষণাবেক্ষণ এবং ব্যবহারে বিশেষ অসুবিধার সৃষ্টি করবে।

৩। পানি সহজেই অন্য তরলের সাথে মিশে যায়। ফলে ইউটিউবে পানি এবং অন্য কোন তরল পৃথক অবস্থান নির্দেশনা করলে চাপ নির্ণয় সম্ভব নয়।

১০। **বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের কার্যপদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: বাতাসের চাপ হতে কম বা বেশি চাপ ওটা দিয়ে মাপা যায়। উপবৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ একটি বাঁকা টিউব নিয়ে ওটা গঠিত। বাঁকা টিউবটিকে বারডন টিউব বলে। বাঁকা টিউবটি একটি গোলাকার আধার আবৃত থাকে। টিউবের এক প্রান্ত চাপযুক্ত প্রবাহীর সাথে সংযোগ দেয়া হয়। অপর বন্ধ প্রান্ত চিত্রে প্রদর্শিত অবস্থায় পরস্পর সংযোগ করা একটি ছোট পিনিয়ন ও সেক্টরের সাথে লিংকের মাধ্যমে আটকানো হয়। পিনিয়নের সাথে চাপ নির্দেশক একটি কাঁটা সংযুক্ত থাকে। কাঁটাটি একটি দাগাঙ্কিত স্কেলের উপর ডানে বামে সরাতে পারে, প্রবাহীর চাপ বার্ডন টিউবে ঢুকে টিউবকে সোজা করার চেষ্টা করে। ফলে সেক্টর ও পিনিয়নের মাধ্যমে কাঁটাটি ঘুরে অয়েলের উপর সরাসরি চাপ নির্দেশ করে।



রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের চিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা কর।**

অথবা, একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের চিত্র এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্রটি বিবৃতি কর। [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্র নির্ধারণ কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **চিত্রসহ একটি সরল ম্যানোমিটার এর সাহায্যে প্রবাহের চাপ নির্ণয় করার পদ্ধতি লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **মাইক্রোম্যানোমিটার কত প্রকার চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

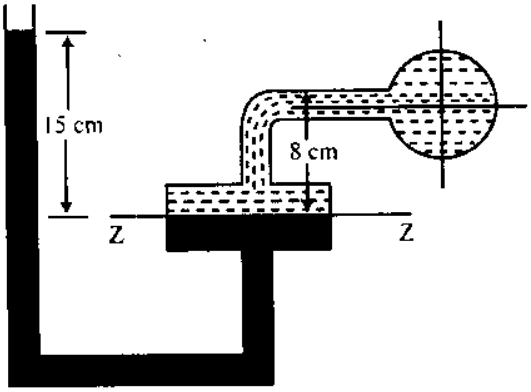
৪। **প্রবাহী পরিমাপক যন্ত্রগুলোর ব্যবহারের সুবিধা অসুবিধা লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ৩.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

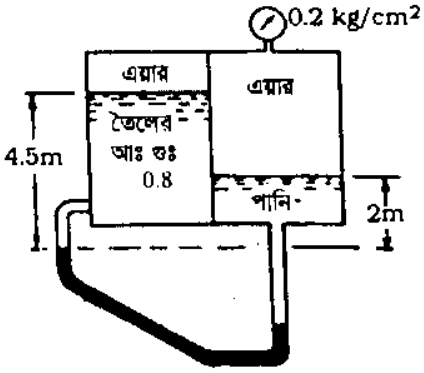
গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। পারদ ভর্তি একটি U টিউব দ্বারা কোন পাইপের তেলের (আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8) মাপতে গিয়ে ৩.২৯ নং চিত্রানুযায়ী পাঠ পাওয়া গেল। তেলের চাপ নির্ণয় কর। উত্তর ঃ h = 7.00 cm of water বা 0.7 kg/cm^2।

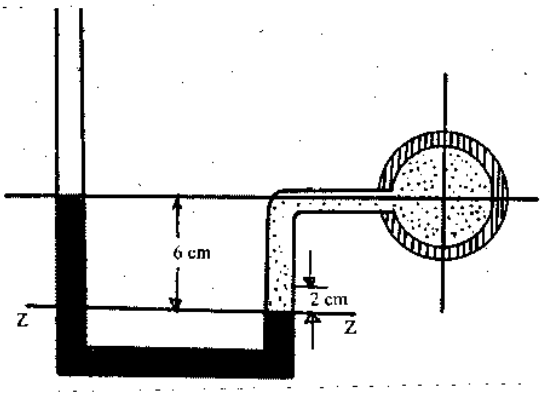
২। একটি মাইক্রোম্যানোমিটারের সাহায্যে পাইপের চাপ নির্ণয় করা হল পাইপে তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.85 যা চিত্রে দেখানো হল। যদি $d = \frac{A}{a} = 50$ হয় তবে তেলের চাপ kg/cm^2 বের কর। [**উত্তর ঃ** 0.20102 kg/cm^2]



৩। চিত্রে দুটি আবদ্ধ প্রকোষ্ঠ দেখানো হল। যদি বাম প্রান্ত বাহু 20 cm of পারদ হয় তবে h এর মান নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 5.2m]

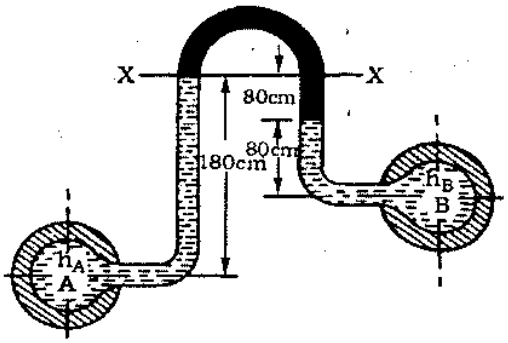


৪। একটি পাইপ দিয়ে নেগেটিভ প্রেসারে পানি সরবরাহ হচ্ছিল। এর সাথে একটি ইউটিউব সংযুক্ত করে দেয়া হল যা চিত্রে দেখানো হল। পাইপের ভ্যাকুয়াম প্রেসার নির্ণয় কর ঃ [উত্তর ঃ 33.2 cm of water]

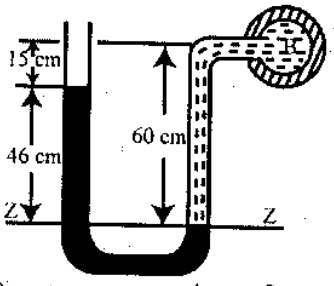


৫। একটি ইউটিউবের সাহায্যে গ্যাসের চাপ নির্ণয় করা হল। ইউটিউবটির এক বাহু বাতাসে খোলা এবং প্রান্ত পানির চাপ 500 মি. মি.। ঐ স্থানে ব্যারোমিটার রিডিং পারদের 80 সে. মি. হলে উক্ত চাপকে kg/cm^2 (ক) গেজ প্রেসার (খ) পরম চাপে প্রকাশ কর। যদি ইউটিউবে ভারী পদার্থ হিসাবে পানি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। [উত্তর ঃ (ক) 0.05 kg/cm^2 (খ) 1.13 kg/cm^2]

৬। পানিধারী দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে নির্ণয় করা হল যার মধ্যে ভারী পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহৃত হয়েছে। যদি ম্যানোমিটার পাঠ 80 cm হয়, তাহলে পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 11.08 m]



৭। একটি সরল ম্যানোমিটারের সাহায্যে পানি সরবরাহ লাইনে সংযোগ করা হল। পাইপের কেন্দ্র হতে ডান পক্ষের পারদের লেভেল পর্যন্ত উচ্চতা 60 সে. মি.। বাম প্রান্তে পাইপের কেন্দ্র হতে পারদ লেভের উচ্চতা, 15 সে. মি. হবে।
(ক) পানির স্ট্যাটিক প্রেসার হেড নির্ণয় কর।
(খ) পানির প্রেসার kg/cm^2 বের কর। [উত্তর ঃ 5.5 2 m of water 0.552 kg/cm^2]



৮। একটি ডেড ওয়েট প্রেসার, গেজের পিস্টন ব্যাস 5 cm। এর উপর যদি 15 kg ওজন প্রয়োগ করা হয়। তবে এর চাপ কত? [উত্তর ঃ 76 kg/cm^2।]

অধ্যায় ৪

ডুবন্ত তলের মোট চাপ ও চাপের কেন্দ্র

(Understand total pressure and center of pressure on immersed plane surface)

৪.১ মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের ব্যাখ্যা (Explain the meaning of the total Pressure and centre of Pressure on an immersed plane surface) :

কোন তরল পদার্থে ডুবানো, কোন তলের উপর ঐ তরল পদার্থ মোট যে পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে তাকে total pressure বা মোট চাপ বলে।

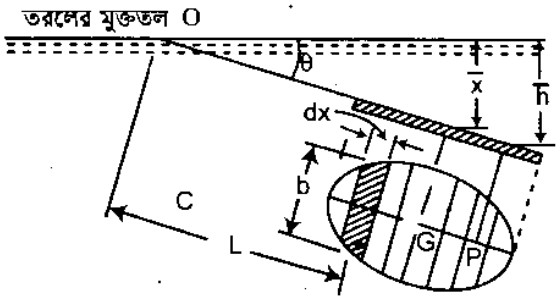
মোট চাপ (Total pressure) $P = P_1a_1 + P_2a_2 + P_3a_3$

এখানে, P_1, P_2, P_3 ..... = তলের বিভিন্ন সংকীর্ণ খণ্ডের (Strips) চাপের তীব্রতা

a_1, a_2, a_3 ..... = বিভিন্ন সংকীর্ণ খণ্ডের ক্ষেত্রফল। এ ডুবানো তল, আনুভূমিক, খাড়া, হেলানো এ তিন অবস্থায় থাকতে পারে।

কোন ডুবানো তলের উপর চাপের তীব্রতা একই রকম থাকে না, বরং গভীরতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তা বৃদ্ধি পায়। যেহেতু ডুবানো বস্তুর নিম্নাংশের উপর চাপ সবচেয়ে বেশি। সুতরাং ডুবানো বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত চাপের লব্ধি (দুই বা ততোধিক চাপের সংযোগের ফলে প্রাপ্ত চাপ) বস্তুটির সেন্টার অফ গ্রাভিটির নিচে কোন এক বিন্দুতে ওর নিচের কিনারার দিকে ক্রিয়া করবে। যে বিন্দুতে এই লব্ধি চাপ ক্রিয়া করে তাকে চাপ কেন্দ্র বলে এবং সব সময় তা তরল পদার্থের উপরিতল হতে ঐ বিন্দুর গভীরতা হিসাবে প্রকাশ করে। ডুবানো তল আনুভূমিক, খাড়া, হেলানো এই তিন অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই তিন অবস্থাতেই সেন্টার অফ প্রেসার কাজ করে থাকে।

৪.১.১ ডুবন্ত হেলান তলের মোট চাপ নির্ণয় (Computing Total Pressure on an inclined immersed plane surface) :



চিত্র : ৪.১

চিত্রের একটি হেলানো তলের ডুবানো অবস্থায় দেখানো হয়েছে। ডুবানো তলটিকে চিত্রে প্রদর্শিতভাবে কয়েকটি সংকীর্ণ খণ্ডে (Strip) বিভক্ত করি।

মনে করি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন

A = ডুবন্ত তলের ক্ষেত্রফল

$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে ডুবানো তলের সেন্টার অফ গ্র্যাভিটির গভীরতা

θ = তরলের সহিত ডুবন্ত তলটির সৃষ্ট কোণ।

এখন O বিন্দু হতে L দূরত্বে dx পুরু b প্রস্থ বিশিষ্ট একটি সংকীর্ণ খণ্ডের কথা চিন্তা করি।

খণ্ডটির উপর ইনটেনসিটি অফ প্রেসার = $\omega L\sin\theta$

খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b. dx

∴ খণ্ডটির উপর চাপ, p = ইনটেনসিটি অফ প্রেসার x ক্ষেত্রফল $\omega L\sin\theta.b.dx$

সুতরাং সমস্ত তলের উপর মোট চাপ, $p = \int\omega L\sin\theta\, bdx$

$= \omega\sin\theta \int Lb.dx$

কিন্তু $\int Lb.dx$ = মুক্ততল হতে তলের ক্ষেত্রফলের মোমেন্ট $= \frac{A\bar{X}}{\sin\theta}$

$\therefore P = \omega\sin\theta \times \frac{A\bar{X}}{\sin\theta}$

$= \omega A\bar{X}$

উদাহরণ–৪.১। আনুভূমিক তলের সাথে 60° কোণে হেলানো একটি লোহার গেইটের সাইজ 40 × 40 cm. ওটা আনুভূমিক তলের উপরের দিকে হিন্‌জ দ্বারা আটকানো। যদি পানির গভীরতা 10cm হয় তাহলে গেটের আঘাত নির্ণয় কর।

সমাধান: ছিদ্রের পুরুত্ব = 40 cm

ছিদ্রের গভীরতা = 40 cm

$\theta = 60°$

পানির গভীরতা = 10 cm

c. g গভীরতা = 5 cm

ক্ষেত্রফল $A = 40 \times 10 \text{ cosec } 60° \text{ cm}^2$

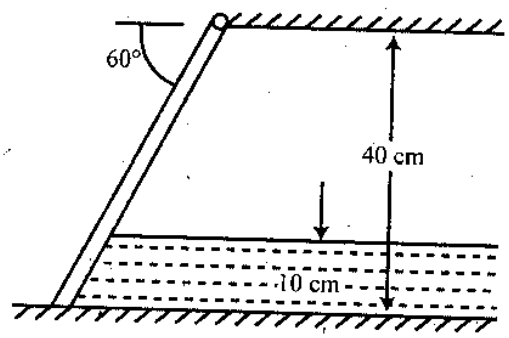
$= 400 \times 1.1547 = 461.88 \text{ cm}^2$

P = আঘাত

$P = \omega a\bar{x}$

$= 1 \times 461.88 \times 5 = 2309$ gm

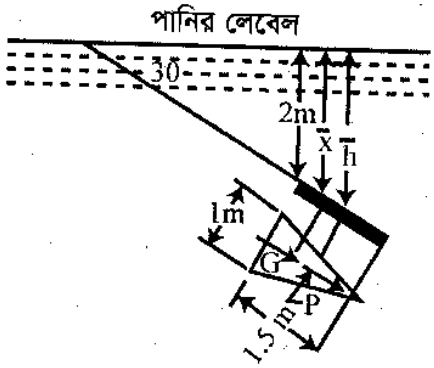
= 2.309 kg (উত্তর) [$\therefore \omega = 1 \text{ gm/cm}^2$]



চিত্র ঃ ৪.২

৪.১.২ ডুবন্ত হেলান তলের মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় (Compute total Pressure and centre of pressure on an inclind immersed plane surface) ঃ

উদাহরণ–৪.২। একটি ত্রিভুজ আকৃতি প্লেটের ভূমি 1 মিটার উচ্চতা 1.5 মিটার পানিতে ডুবানো আছে। প্লেটটির প্লেইন (Plane) পানির মুক্ততলের সাথে 30° কোণে হেলানো এবং ভূমি পানির মুক্ততলের সাথে সমান্তরালে ও 2 মিটার গভীরতায় থাকলে প্লেটের উপর মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ৪.৩

সমাধানঃ দেয়া আছে,

প্লেটের ভূমি $b = 1$ মিঃ

প্লেটের উচ্চতা $h = 1.5$ মিঃ

প্লেটের ক্ষেত্রফল $A = \frac{1}{2} \times 1 \times 1.5 = 0.75\ m^3$

প্লেটের আনতি $\theta = 30°$

মনে করি, P = প্লেটের উপর মোট চাপ।

∴ পানির উপরিতল হতে প্লেটের সেন্টার অফ গ্র্যাভিটি পর্যন্ত গভীরতা।

$$\bar{x} = 2 + \frac{1.5}{3} \sin 30°\ m$$

$$= 2 + 0.5 \times 0.5 = 2.25\ m$$

আমরা জানি,

$$P = \omega A\bar{x}$$

$$= 10^3 \times 0.75 \times 2.25$$

$$= 1.6875 \times 10^3\ kg$$

$$= 1.6875 \times 9.81 \times 10^3\ KN$$

$$= 16.55\ KN$$ **(উত্তর)**।

চাপ কেন্দ্র নির্ণয় ঃ

মনে করি, $\bar{h}$ = পানির উপরিতল হতে চাপ কেন্দ্রের গভীরতা।

আমরা জানি, কোন ত্রিভুজাকৃতির সেকশনের তার সি.জি. এর সাপেক্ষে মোমেন্ট অব ইনারশিয়া,

$$I_G = \frac{bd^3}{36}$$

$$= \frac{1 \times 1.5^3}{36}$$

$$= \frac{3}{32} m^4$$

এমতাবস্থায় পানির তল হতে সেন্টার অব প্রেসারের গভীরতা $\bar{h} = \frac{Ig \times \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{X}$

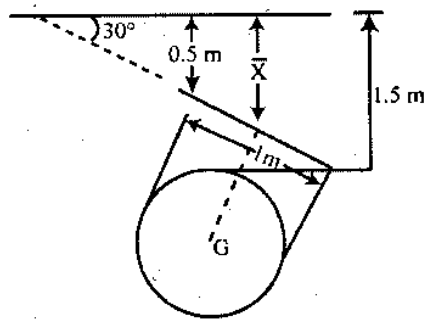
$$= \frac{\frac{3}{32} \times \sin^2 30}{0.75 \times 2.25} + 2.25\ m$$

$$= \frac{3}{54} \times (0.5)^2 + 2.25\ m$$

$$= 0.015 + 2.25$$

$$= 2.265\ m$$ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–৪.৩। 1m ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো যা 30° কোণে আনত এবং উপর প্রান্ত মুক্ততল হতে 1.5 মিটার গভীরতায় আছে। এই পাতটির উপর মোট চাপ নিরূপন কর। [বাকাশিবো–২০০৮]



চিত্র ঃ ৪.৪

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

প্লেটের ব্যাস, $D = 1$ m

প্লেটের আনতি, $\theta = 30°$

C. G গভীরতা, $\bar{x} = 1.5 + 0.5 \sin 30°$

$= 1.75$ m

তলের ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi}{4}.1^2$

$= \frac{\pi}{4} m^2$

মোট চাপ $P = \omega A\bar{x}$

$= 10^3 \times \frac{\pi}{4} \times 1.75$

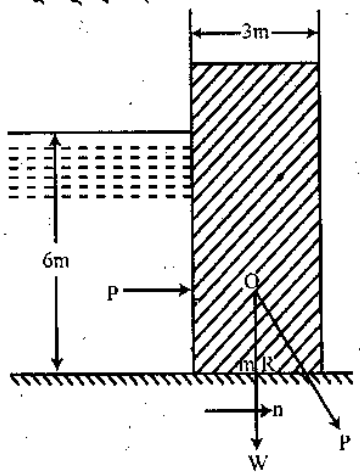
$= 1374$ kg (উত্তর)।

উদাহরণ–৪.৪। 21 একটি ম্যাসনরি দেয়ালের উচ্চতা 6 মিঃ পুরুত্ব 3 মিঃ। এর উপর পর্যন্ত পানি একেবারে পরিপূর্ণ। বের করতে হবে।

(ক) দেওয়ালের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে মোট চাপের পরিমাণ।

(খ) চাপ কেন্দ্রের গভীরতা।

(গ) দেওয়ালের বেসে লব্ধি চাপের কর্তন বিন্দুর দূরত্ব । (দেওয়ালের প্রতি ঘনমিটারের ওজন = 20KW)



চিত্র ঃ ৪.৫

সমাধান ঃ দেওয়ালের উচ্চতা H = 6m

দেওয়ালের প্রস্থ b = 30

দেওয়ালের ওজন = 20 KW/m^3

(ক) প্রতি মিটার দেওয়ালের উপর মোট চাপ মনে করি P = প্রতি একক দৈর্ঘ্যের উপর মোট চাপ

$$\therefore P = \frac{WH^2}{2} = \frac{81 \times 6^2}{2} = 176.6KW$$

(খ) সেন্টার অফ্ প্রেসারের গভীরতা

আমরা জানি বেগ হতে H/3 উচ্চতায় চাপ কাজ করে।

$$\therefore \frac{6}{3} = 2m$$

(গ) বেসের রেজাল্টেন্ট এর কর্তন

মনে করি x = MR, M হল বাঁধের মধ্য বিন্দু।

আমরা জানি, W = 20 × 6 × 3 = 360 KW

$$x = \frac{P}{W} \times \frac{H}{3}$$

$$= \frac{176.6}{360} \times \frac{6}{3} = 0.98 \text{ m (উত্তর)।}$$

উদাহরণ–৪.৫। 18m উঁচু একটি ট্রাপিজয়ডাল বাঁধের উপরের চওড়া 4m এবং তলার চওড়া 8m। বাঁধের খাড়া পাশে 15m উচ্চতা পর্যন্ত পানি আছে। ম্যাসনরির ওজন 2300 kg/m^3 হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) বাঁধের প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে লব্ধি চাপ।

(খ) বাঁধের ভূমিতে লব্ধি বলের ছেদবিন্দুর দূরত্ব।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

H = 18 m

a = 4m

b = 18 m

পানির উচ্চতা, h = 15m

W = 2000 kg/m^3

(ক) লব্ধি চাপ নির্ণয় ঃ

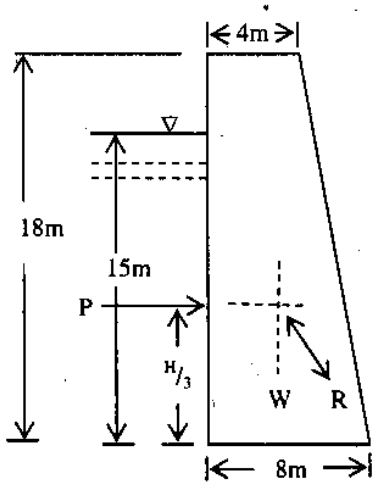
প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে মোট চাপ, $P = \frac{\omega h^2}{2}$

$$= \frac{1000 \times 15^2}{2} = 11500 \text{ kg}$$

প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে ড্যামের ওজন,

$$W = \left(\frac{a+b}{2}\right) H \times W = \left(\frac{4+8}{2}\right) \times 18 \times 2300$$

$$= 248400 \text{ kg}$$



চিত্র ঃ ৪.৬

$\therefore$ লব্ধির বল, $R = \sqrt{P^2 + W^2} = \sqrt{(112500)^2 + (248400)^2}$

$$= 272688.12 \text{ kg}$$

(খ) ড্যামের ভূমিতে লব্ধি বলের ছেদ বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় ঃ

$$\therefore x = \frac{P}{W} \times \frac{h}{3} = \frac{112500}{216000} \times \frac{15}{3} = 2.26 \text{ m}$$

ড্যামের ভারকেন্দ্রের দূরত্ব, $x \frac{a^2 + ab + b^2}{3(a+b)} = \frac{4^2 + 4 \times 8 + 8^2}{3\,(4+8)} = 3.11$ m

$\therefore$ ছেদ বিন্দুর দূরত্ব = X + x = 3.11 + 2.26 = 5.37m **(Ans)**

৪.২ ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপ (Total pressure on vertical immersed surface) ঃ

চিত্রে একটি খাড়াভাবে ডুবানো তল দেখানো হয়েছে। মনে করি ডুবানো গোটা তলটি কতকগুলো ছোট ছোট সমান্তরাল খণ্ডে বিভক্ত করা হয়েছে।

মনে করি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন

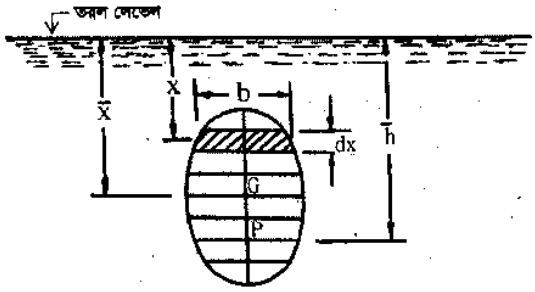
A = ঐ তলের মোট ক্ষেত্রফল

$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে তলের সেন্টার অফ গ্রাভিটি পর্যন্ত গভীরতা।

তরল পদার্থের উপরিতল হতে x গভীরতায় b প্রস্থ বিশিষ্ট dx পুরু একটি ক্ষুদ্র খণ্ডের কথা বিবেচনা করি।

এ ক্ষুদ্র খণ্ডের উপর ইনটেনসিটি অফ প্রেসার = ωx

ক্ষুদ্র খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b.dx



চিত্র ঃ ৪.৭

∴ ক্ষুদ্র খণ্ডটির উপর চাপ P = চাপের তীব্রতা X ক্ষেত্রফল = $\omega x \times b.dx$

এমতাবস্থায় তলের উপর মোট চাপ $P = \int \omega x \times b.dx$

কিন্তু $\omega \int x.b.dx$ = তরলের লেভেল হতে তলের ক্ষেত্রফলের মোমেন্ট।

$= A\bar{X}$

$P = \omega A\bar{X}$

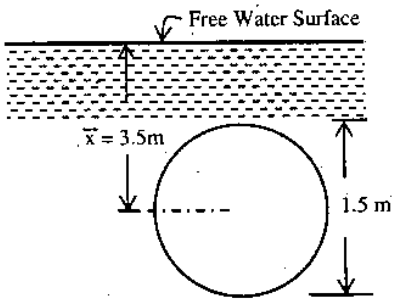
$P = \omega A\bar{X}$

উদাহরণ–৪.৬। 1.5 মিটার ব্যাস বিশিষ্ট একটি খাড়া গোলাকার প্লেট পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে যে এর কেন্দ্র পানির উপরিতল হতে 3.5 মিটার নিচে। প্লেটটির মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ৮৬, ৯৫]

সমাধান ঃ প্লেটের ক্ষেত্রফল $= \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1.5)^2}{4} = 1.77m^2$

প্লেটের কেন্দ্রের গভীরতা = 3.5m

∴ প্লেটের উপর মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$



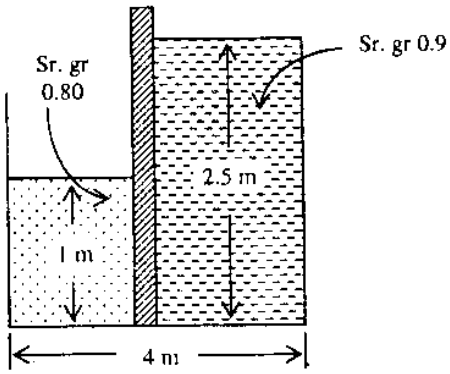
চিত্র ঃ ৪.৮

$= 1000 \times 1.77 \times 3.5$

$= 6195$ kg **(উত্তর)**

উদাহরণ–৪.৭। 4 মিটার × 2.5 মিটার মাপের আয়তাকার পানি পাত্রের 2.5m পার্শ্বে সমান্তরালে একটি পৃথককরণ দেওয়াল আছে। চিত্রানুযায়ী দেওয়ালের একপাশে 1m উচ্চতা পর্যন্ত 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট তেল এবং অপর পার্শ্বে 2.5 m উচ্চতা পর্যন্ত 0.9 আঃ গুঃ এর ভিন্ন তরল আছে। পৃথককারী দেওয়ালের উপর লব্ধি চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান: পৃথককারী দেওয়ালের বাম পার্শ্বে 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট তেলের চাপ এবং ডান পার্শ্বে 0.90 আঃ গুঃ বিশিষ্ট অন্য তরলের চাপ কাজ করবে। উভয় চাপ পরস্পর বিপরীতমুখী।



চিত্র ঃ ৪.৯

দেওয়ালের বাম পার্শ্বের চাপ,

$P_1 = \omega A_1 \bar{X} S_1$
$= 1000 \times 2.5 \times 0.5 \times 0.8$
$= 1000$ kg

$\omega = 1000$ kg/m^3
$A_1 = 2.5 \times 1 = 2.5$ m^2
$\bar{X}_1 = \frac{1}{2} = 0.5$ m
$S_1 = 0.80$

দেওয়ালের ডান পার্শ্বের চাপ,

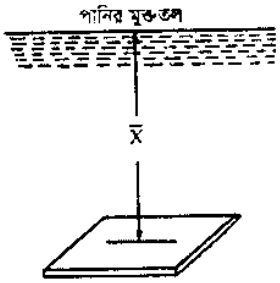
$P_2 = \omega A_2 \bar{X}_2 S_2$
$= 1000 \times 6.25 \times 1.25 \times 0.90$
$= 7031.25$ kg

$A_2 = (2.5 \times 2.5) = 6.25$ m2.
$\bar{x}_2 = \frac{2.5}{2} = 1.25$m
$S_2 = 0.90$

∴ লব্ধিচাপ, $P = P_2 - P_1$
$= 7031.25 - 1000$
$= 6031.25$ kg **(Ans)**

৪.৩ আনুভূমিক ডুবন্ত তলের মোট চাপের হিসাব (Total pressure on a horizontally immersed plane surface) ঃ

তরল পদার্থের ডুবানো একটি আনুভূমিক সমতলের কথা চিন্তা করি। যা চিত্র ৪.৩০ এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৪.১০

মনে করি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন
A = ডুবানো তলের ক্ষেত্রফল, m^2
$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে আনুভূমিক তলের গভীরতা m মিটারে।

আমরা জানি, যে কোন তলের উপর মোট চাপ P = তলের উপর তরল পদার্থের মোট ওজন।
= তরলের আপেক্ষিক ওজন × তরলের আয়তন
$= \omega A \bar{X}$ kg।

উদাহরণ–৪.৮। 2.5m ব্যাসের একটি গোলাকার পাতের উপর প্রান্ত পানির উপরিতল হতে 1m গভীরতায় খাড়াভাবে ডুবানো। পাতটিতে মোট চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$$A = \frac{\pi}{4} \times (2.5)^2 = 4.906\ m^2$$

$$\bar{X} = 1 + \frac{2.5}{2} = 2.25m$$

$$\omega = 1000\ kg/m^3$$

মোট চাপ, $P = \omega A\bar{X}$

$$= 1000 \times 4.906 \times 2.25$$

$$= 11038.5\ kg\ \textbf{(Ans)}$$

৪.৩.১ ডুবন্ত খাড়া তলের মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় সংক্রান্ত সমাধানসহ সমস্যাবলি (Problem Soliving of the total Pressure and centre of Pressure of vertical Immersed surface) :

উদাহরণ–৪.৯। একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m, উচ্চতা 4m যা খাড়া অবস্থায় পানির মধ্যে ডুবন্ত। এর উপর হতে পানির মুক্ততল পর্যন্ত দূরত্ব 1m, চাপকেন্দ্র বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, 3 মি. ভূমি এবং 4. মি. উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটকে পানিতে এরূপে ডুবানো হয়েছে, যাতে এর শীর্ষ বিন্দু পানির মুক্ততল হতে 1 মি. গভীরে থাকে। চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$$A = \frac{1}{2} \times 3 \times 4 = 6m^2$$

$$\bar{X} = 1 + \frac{2}{3} \times 4 = 3.67m$$

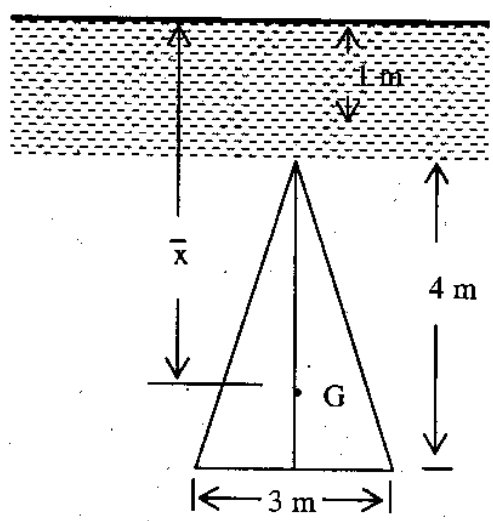
$$I_G = \frac{bh^3}{36} = \frac{3 \times 4^3}{36} = 5.33\ m^4$$

আমরা জানি,

চাপকেন্দ্র, $h = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$$= \frac{5.33}{6 \times 3.67} + 3.67$$

$$= 3.912\ m\ \textbf{(Ans)}$$



চিত্র : ৪.১১

উদাহরণ–৪.১০। 4m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 3m নিচে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান: আমরা জানি,

মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$

$= 1000 \times \frac{\pi}{4} \times (4)^2 \times 5$

$= 62800$ kg (Ans)

চাপ কেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$= \frac{12.56}{12.56 \times 5}$ **(Ans.)**

$\bar{X} = 3 + \frac{4}{2}$

$= 5m$

$I_G = \frac{\pi \times (4)^4}{64}$

$= 12.56$

$A = \frac{\pi}{4}(4)^2$

$= 12.56$

উদাহরণ–৪.১১। নিচের চিত্র হতে মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর।

সমাধান: চিত্রে নিমজ্জিত তলটিকে দুটি অংশে চাপ বের করি।

মনে করি,

P_1 = ত্রিভুজের চাপ

P_2 = আয়তকারতলের মোট চাপ।

ত্রিভুজ অংশের জন্য $P_1 = \omega A_1 X_1 = 10^3 \times \frac{1}{2} \times 4 \times 2 \times 3$

$= 12000$ kg,

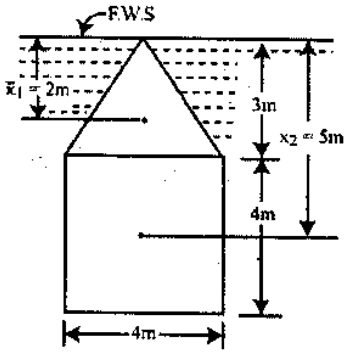
আয়তাকার অংশের জন্য

$P_2 = \omega A_2 X_2 = b^3 \times 4 \times 4 \times 5 = 80000$ kg

ত্রিভুজ ও আয়তাকার অংশের মোট চাপ

$P_1 + P_2 = 12000 + 80000 = 92000$ kg

মনে করি, $\bar{h}_1$ হল কেন্দ্রীয় চাপ ত্রিভুজের, $\bar{h}_2$ হল আয়ত কেন্দ্রীয় চাপ।



চিত্র ঃ ৪.১২

$$\bar{h}_1 = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X} = \frac{\frac{4 \times 3^3}{36}}{(\frac{1}{2} \times 4 \times 3) \times 2} + 2 = 2.25 \text{ m}$$

$$\bar{h}_2 = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X} = \frac{\frac{4 \times 3^3}{12}}{(4 \times 4) \times 5} + 5 = 5.1125 \text{ m}$$

মুক্ততলের সাথে মোমেন্ট $= P\bar{h} = P_1\bar{h}_1 + P_2\bar{h}_2$

$92000 \times \bar{h} = 12000 \times 2.25 + 80000 \times 5,1125$

$\bar{h} = 5.74$ (উত্তর)।

উদাহরণ–৪.১২। 50 m ভূমি এবং 30 m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ত্রিভুজ আকৃতির পাত খাড়াভাবে পানিতে ডুবানো আছে। পাতটির ভূমি পানির মুক্ততলের সমান্তরালে থেকে 20 সেমি গভীরে অবস্থিত। যদি ত্রিভুজের শীর্ষবিন্দু ভূমি হতে নিচের দিকে অবস্থান করে তবে পাতটির জন্য মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৪]

সমাধান: দেওয়া আছে,

ক্ষেত্রফল, $A = \frac{1}{2} \times 50 \times 30$

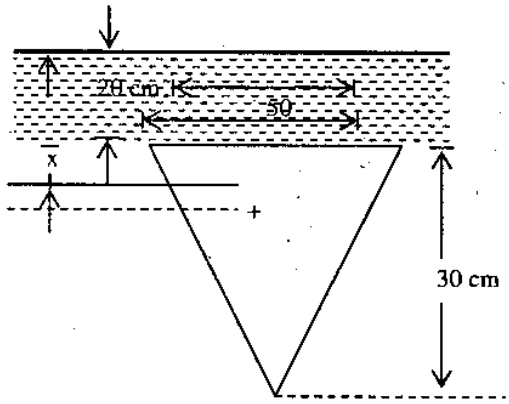
$= 750 m^2$

$\bar{X} = \frac{20}{100} \times \frac{30}{3}$

$= 10.20$ m

$\omega = 1000$ kg/m3

$I_G = \frac{50 \times 30^3}{36} = 37500 \ m^4$



চিত্র ঃ ৪.১৩

$\therefore$ মোট চাপ, $P = \omega A\bar{X}$

$= 1000 \times 750 \times 10.20$

$= 7.65 \times 10^6$ kg

$\therefore$ চাপকেন্দ্রের অবস্থান, $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$= \frac{37500}{750 \times 10.20} + 10.20$

$= 15.10$ m **(Ans)**

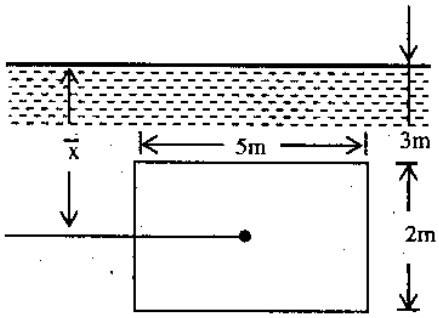
উদাহরণ–৪.১৩। 5m × 2m আকারের একটি আয়তাকার পাত খাড়াভাবে পানিতে ডুবানো আছে। যদি 5m পার্শ্বটি পানির মুক্ততলের সমান্তরালে এবং 3m গভীরে অবস্থান করে তবে পাতটির উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫R]

সমাধান: দেওয়া আছে,

আয়তাকার পাতের ক্ষেত্রফল,

$A = 5 \times 2 = 10 \ m^2$

$\bar{X} = 3 + \frac{2}{2} = 4$m



চিত্র ঃ ৪.১৪

$\therefore$ মোট চাপ, $P = \omega A\bar{X}$

$= 1000 \times 10 \times 4$

$= 40000$ kg **(Ans)**

$\therefore$ চাপকেন্দ্রের অবস্থান,

$\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$= \frac{3.33}{10 \times 4} + 4$

$= 4.08$ m **(Ans)**

$I_G = \frac{5 \times 2^3}{12} = 3.33 \ m^4$

উদাহরণ–৪.১৪। **3m বাইরের ব্যাস এবং 1m ভিতরের ব্যাস বিশিষ্ট একটি ফাঁপা বৃত্তাকার প্লেটকে খাড়াভাবে পানিতে ডুবানো হয়েছে যাতে প্লেটের কেন্দ্র পানির মুক্ততল হতে 2m গভীরে থাকে। প্লেটে মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর।**

সমাধান: দেওয়া আছে,

বাইরের ব্যাস, D = 3m

ভিতরের ব্যাস, d = 1m

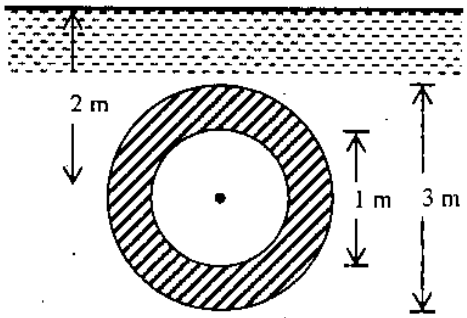
ক্ষেত্রফল, $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$

$= \frac{\pi}{4}(3^2 - 1^2)$

$= 6.28\ m^2$

$\bar{X} = 2m$

$\omega = 1000\ kg/m^3$



চিত্র : ৪.১৫

∴ মোট চাপ, $P = \omega A\bar{X}$

$= 1000 \times 6.28 \times 2$

$= 12560\ kg$ **(Ans)**

∴ চাপ কেন্দ্রের অবস্থান, $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$= \frac{3.93}{6.28 \times 2} + 2$

$= 2.313\ m$ **(Ans)**

$I_G = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$

$= \frac{\pi}{64}(3^4 - 1^4)$

$= 3.93\ m^4$

উদাহরণ–৪.১৫। **সমদ্বিবাহু ত্রিভুজাকৃতির একটি প্লেটকে চিত্রানুযায়ী পানিতে নিমজ্জিত রাখলে এর উপর পানির চাপ কেন্দ্রের অবস্থান কত হবে?**

সমাধান: দেওয়া আছে,

$A = \frac{1}{2} \times 3 \times 4 = 6m^2$

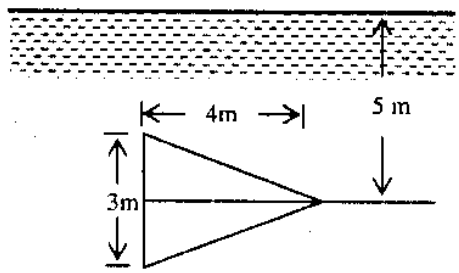
$\bar{X} = 5\ m$

$h = \frac{3}{2} = 1.5$

$b = 4m$

$\therefore I_G = \frac{bh^3}{12} \times 2$

$= \frac{4 \times 1.5^3}{12} \times 2 = 2.25m^4$



চিত্র : ৪.১৬

∴ চাপ কেন্দ্রের অবস্থান, $\bar{h} = \frac{IG}{A\bar{X}} + \bar{X}$

$= \frac{2.25}{6 \times 5} + 5$

$= 5.075\ m$ **(Ans)**

উদাহরণ-৪.১৬। একটি আয়তাকার ম্যাশনরী ড্যামের উচ্চতা 10m এবং চওড়া 5m। উজানে পানির উচ্চতা, ড্যামের উচ্চতার সমান। ম্যাশনরীর ওজন 2300kg/m³ হলে প্রতিমিটার দৈর্ঘ্য পানির মোট চাপ, লব্ধি বল এবং ড্যামের ভরকেন্দ্র হতে ভূমি বরাবর লব্ধির ছেদ বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঃ আমরা জানি,

মোট চাপ $P = \omega A\bar{x}$

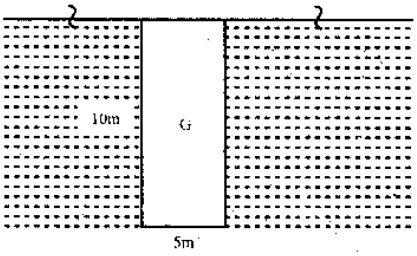
$= 1,000 \times 10 \times 5 \times 5$

$= 250 \times 10^3 kg$ **(Ans)**

যেহেতু পানির উচ্চতা ও ড্যামের উচ্চতা সমান

যেহেতু লব্ধিবল = মোট চাপ

$\therefore$ লব্ধি বল $= 250 \times 10^3 kg$ **(Ans)**



চিত্র ঃ ৪.১৭

লব্ধির ছেদ বিন্দু/চাপ কেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{416.67}{50 \times 5} + 5$

$= 6.67m$

$\bar{x} = \frac{10}{2} = 5m.$

$I_G = \frac{5 \times 10^3}{12}$

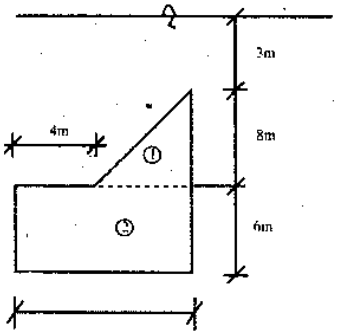
$= 416.67m^4$

$A = 10 \times 5 = 50m^2$

$\therefore$ লব্ধির ছেদবিন্দু ভরকেন্দ্র হতে $= 6.67 - 5$

$= 1.67m$ নিচে অবস্থিত। **(Ans)**

উদাহরণ-৪.১৭। নিম্নের চিত্রানুযায়ী মোট চাপ ও চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]



চিত্র ঃ ৪.১৮

সমাধান ঃ

মোটচাপ = ত্রিভুজ অংশের চাপ + আয়তকার অংশের চাপ

$= P_1 + P_2$

$= \omega A_1\bar{x}_1 + \omega A_2\bar{x}_2$

$= 1,000 \times 20 \times 8.33 + 1,000 \times 54 \times 14$

$= 922.6 \times 10^3 kg.$ **(Ans)**

চাপকেন্দ্র $\bar{h} = \bar{h}_2 - \bar{h}_1$

$= \frac{I_{G1}}{A_1\bar{x}_1} + \bar{x}_1 + \frac{I_{G2}}{A_2\bar{x}_2} + \bar{x}_2$

$= \frac{71.11}{20 \times 8.33} + 8.33 + \frac{162}{54 \times 14} + 14$

$= .427 + 8.33 + .21 + 14$

$= 22.97m$ **(Ans)**

$A_1 = \frac{1}{2} \times 8 \times 5 = 20m^2$

$A_2 = 9 \times 6 = 54m^2$

$\bar{x}_1 = 3 + \frac{2}{3} \times 8 = 8.33m$

$\bar{x}_2 = 3 + 8 + \frac{6}{2} = 14m$

$I_{G1} = \frac{5 \times 8^3}{36} = 71.11m^4$

$I_{G2} = \frac{9 \times 6^3}{12} = 162m^4$

উদাহরণ-৪.১৮ । 3m ব্যাসের পাত পানিতে এমনভাবে ডুবে আছে যে, এটির উপর ও নিচ তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m । পাতের উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্রের গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

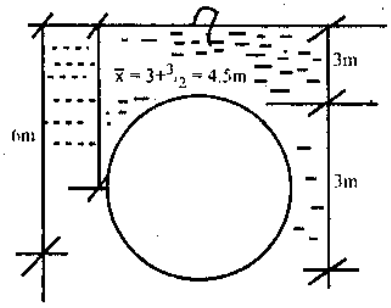
সমাধান ঃ

আমরা জানি,

মোট চাপ $= \omega A\bar{x}$

$= 1,000 \times 7.065 \times 4.5$

$= 31792kg$ **(Ans)**



চিত্র ঃ ৪.১৯

চাপকেন্দ্রের গভীরতা $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{3.97}{7.065 \times 4.5} + 4.5$

$= 4.62m$ **(Ans)**

$A = .785 \times 3^2$

$= 7.065m^2$

$\bar{x} = 4.5m$

$I_G = \frac{\pi \times D^4}{64}$

$= \frac{r \times (3)^4}{64}$

$= 3.97\ m^4$

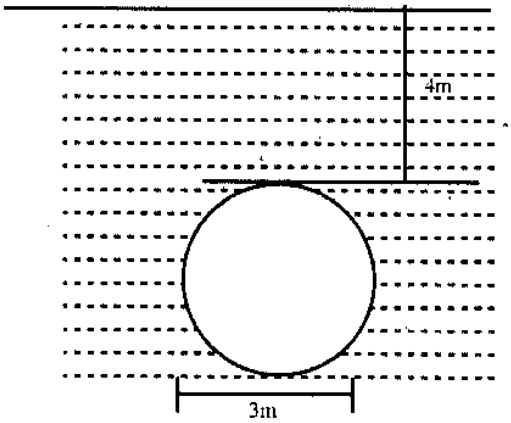
উদাহরণ-৪.১৯ । 3m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 4m নীচে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

সমাধান ঃ

আমরা জানি, মোট চাপ $P = WA\bar{x}$

$= 1,000 \times 7.065 \times 5.5$

$= 38857kg$ **(Ans)**



চিত্র ঃ ৪.২০

চাপ কেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{3.97}{7.065 \times 5.5} + 5.5 = 5.60m$ **(Ans)**

$\bar{x} = 4 + \frac{3}{2} = 5.5m$

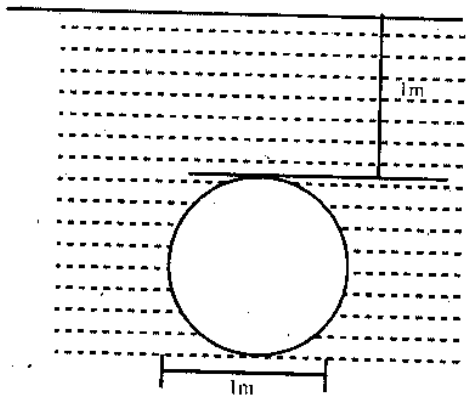
$A = 0.785 \times 3^2 = 7.065m^2$

$I_G = \frac{\pi \times 3^4}{64} = 3.97m^4$

উদাহরণ-৪.২০ । 1m ব্যাসের একটি প্লেটের উপরিতলটি পানিতল হতে 1m নিচে খাড়াভাবে ডুবন্ত মোট চাপ নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০১২]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৪.২১

আমরা জানি,

মোট চাপ P $= \omega A\bar{x}$

$= 1{,}000 \times 0.785 \times 1.5$

$= 1177.5$kg **(Ans)**

$\bar{x} = 1 + \frac{1}{2} = 1.5$m

$A = 0.785 \times 1^2$

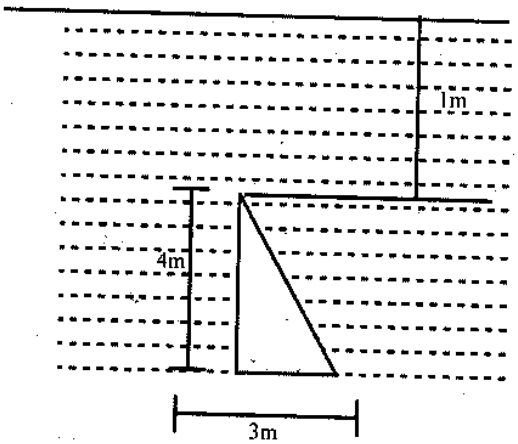
$= 0.785\ m^2$

$P = ?$

উদাহরণ-৪.২১ । একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m যা পানির সমান্তরালে রয়েছে। এবং উচ্চতা 4m যা খাড়া অবস্থায় পানির মাঝে ডুবন্ত। এর উপর হতে মুক্ততল পর্যন্ত দূরত্ব 1m হলে চাপ কেন্দ্রে বের কর।

[বাকাশিবো-২০১২, ১২(পরি)]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ ৪.২২

আমরা জানি,

চাপ কেন্দ্র $h = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{5.33}{6 \times 3.67} + 3.67$

$= 3.91$m

$A = \frac{1}{2} \times 3 \times 4 = 6\ m^2$

$\bar{x} = 1 + \frac{2}{3} \times 4 = 3.67$ m

$I_G = \frac{3 \times (4)^3}{36} = 5.33\ m^4$

উদাহরণ-৪.২২। 2m ব্যাসের একটি বৃত্তকার প্লেট পানির মুক্ত তল থেকে তলদেশে পর্যন্ত 5m গভীরতায় খাড়াভাবে ডুবন্ত অবস্থায় থাকলে এর উপর মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-১৩, ১৩(পরি)]

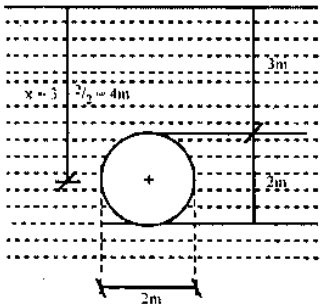
সমাধান ঃ

আমরা জানি,

মোট চাপ, $P = \omega A\bar{x}$

$= 1,000 \times 3.14 \times 4$

$= 12560$ kg **(Ans)**



চিত্র ঃ ৪.২৩

$A = 0.785 \times 2^2 = 3.14m^2$

$\bar{x} = 4m$

৪.৩.২ ডুবন্ত খাড়া তলের চাপ কেন্দ্র (Centre of Pressure on a vertically immersed plane surface) ঃ

চিত্রে একটি তলকে তরল পদার্থে খাড়াভাবে ডুবানো হয়েছে। তলটিকে কয়েকটি ক্ষুদ্র সমান্তরাল খণ্ডে বিভক্ত করি।

মনে করি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন

A = তলের ক্ষেত্রফল

$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে ডুবানো তলের সেন্টার অফ গ্র্যাভিটি পর্যন্ত গভীরতা।

তরল পদার্থের উপরিতল হতে x গভীরতায় dx পুরু এবং b প্রস্থ বিশিষ্ট একটি ক্ষুদ্র খণ্ডের কথা চিন্তা করি।

ক্ষুদ্র খণ্ডটির উপর ইনটেনসিটি অফ প্রেসার $= \omega X$

ক্ষুদ্র খণ্ডটির ক্ষেত্রফল $= b.dx$

ক্ষুদ্র খণ্ডটির উপর চাপ $p = (\omega x)\ (bdx)$

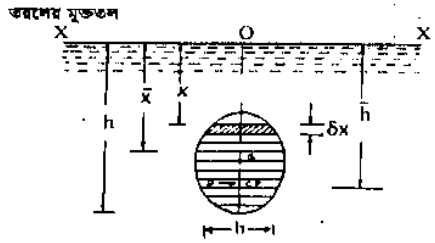
তরল পদার্থের উপরিতল সাপেক্ষে উক্ত চাপের মোমেন্ট = চাপ × দূরত্ব $= (\omega x^2) \times bdx)$

$= \omega x^2.\ bdx$

তরল তল সাপেক্ষে এধরনের সকল চাপের মোমেন্টের, $M = \int \omega x^2.\ bdx$

$= \omega \int bx^2.\ dx$

কিন্তু $\int x^2.\ bdx = I_0$ তরলের উপরে তল সাপেক্ষে তলটির মোমেন্ট অফ্ ইনারসিয়া অথবা সেকেন্ড মোমেন্ট অফ এরিয়া।



চিত্র ঃ ৪.২৪

$\therefore M = \omega.I_0$ ------ (i)

I_0 = তরলের লেভেলের সাথে তলের মোমেন্ট অফ ইনারর্শিয়া

আমরা আরও জানি মোট মোমেন্ট অফ প্রেসার $= P \times \bar{h}$ ..... (ii)

এখানে P = তলের উপর মোট চাপ

$\bar{h}$ = তরলের তল হতে সেন্টার অফ্ প্রেসারের গভীরতা।

এখন, সমীকরণ (i) ও (ii) পরস্পর সমান বলে, আমরা পাই,

$P\bar{h} = W.I_0$ $\quad P \times \bar{h} = \omega.I_0$

$WA\bar{X}\bar{h} = wI_0$ $\quad \bar{h} = \frac{\omega.I_0}{P} = \frac{\omega.I_0}{\omega A\bar{X}} = \frac{I_0}{A\bar{X}}$ -------- (iii)

$\bar{h} = \frac{I_0}{A\bar{X}}$

আমরা জানি, প্যারালাল অক্ষের তত্ত্ব অনুযায়ী $I_0 = I_G + A\bar{h}^2$

I_0 = তলটির সেন্টার অব গ্র্যাভিটি দিয়ে অতিক্রান্ত আনুভূমিক অক্ষ সাপেক্ষে তার মোমেন্ট অন ইনার্শিয়া।

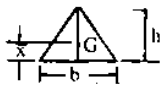
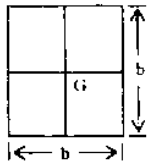
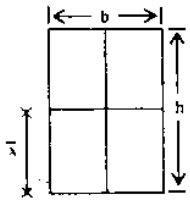
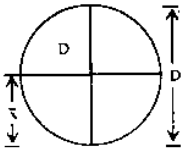
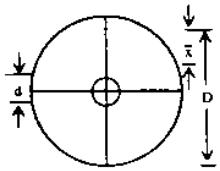
$\bar{h}$ = তলটির সেন্টার অব গ্র্যাভিটি এবং তরলের উপরিতলের মাঝের দূরত্ব। এক্ষেত্রে $\bar{X}$

h = distance between the liquid surface and the centre of gravity of the figure ($\bar{X}$ in this case)

$$\therefore \bar{h} = \frac{I_G + A\bar{X}^2}{A\bar{X}} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$$

∴ উপরের সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, চাপ কেন্দ্র সকল সময়েই সেন্টার অব গ্র্যাভিটির নিচে।

$\frac{I_G}{A\bar{X}}$ দূরত্বে অবস্থান করে।

	C.G হতে ভূমি তরকেন্দ্র	I_G এর সমীকরণ	ক্ষেত্রফল
	$\bar{X} = \frac{h}{3}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh}{2}$
	$\bar{X} = \frac{b}{2}$	$\frac{b^4}{12}$	b^2
	$\bar{X} = \frac{h}{2}$	$\frac{bh^3}{12}$	bh
	$\bar{X} = \frac{D}{2}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^2}{4}$
	$\bar{X} = \frac{D-d}{2}$	$\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$	$\frac{\pi}{64}(D^2 - d^2)$

৪.৫ খাড়া ওয়াল বা বাঁধের মোট চাপ নির্ণয় (Compute total Pressure of liquid on a vertical masonary wall or dam and its point of action) ঃ

মেশনারি দেওয়াল ঃ চিত্রে একটি খাড়া মেশনারি দেওয়াল দেখানো হয়েছে। যার একদিকে H উচ্চতায় পানি আছে। দেওয়ালটির একক দৈর্ঘ্য বিবেচনা করি।

আমরা জানি, পানির চাপ দেওয়ালটির উপর লম্বভাবে কাজ করবে। পানির মুক্ততলে এই চাপ = 0 এবং পানির গভীরতা বৃদ্ধির সাথে পানির চাপ বৃদ্ধি পেয়ে H গভীরতায় সর্বোচ্চ চাপ ωH

পানির গড় চাপ = $\frac{O + \omega H}{2} = \frac{\omega H}{2}$

∴ একক দৈর্ঘ্যে মোট চাপ = গড় চাপ × ক্ষেত্রফল

$$P = \frac{\omega H}{2} \times (H \times L)$$

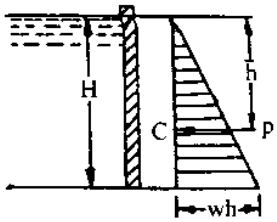
$$= \frac{\omega H}{2} \times (H \times 1) \; [\, L = 1 \text{ একক} \,]$$

$$P = \frac{\omega H^2}{2}$$

মনে করি, পানির মুক্ততল হতে সেন্টার অফ প্রেসের গভীরতা = $\bar{h}$

চাপের চিত্রটি ত্রিভুজাকার, তাই মোট চাপ (লব্ধিচাপ), তলা হতে $\frac{H}{3}$ উচ্চতায় কাজ করবে। ফলে, $\bar{h} = H - \frac{H}{3} = \frac{2}{3} H$

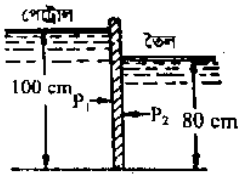
অর্থাৎ, সেন্টার অব প্রেসার মুক্ততল হতে $\frac{2H}{3}$ গভীরতায় অবস্থিত।



চিত্র ঃ ৪.২৫

সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solved Problem) ঃ

উদাহরণ–৪.২৩। 120 cm প্রশস্ত একটি আয়তাকার পাত্রের মাঝখানে একটা পার্টিশন দেয়াল আছে। এই দেওয়ালের এক পার্শ্বে 100 cm গভীরতা পেট্রোল দিয়ে পূর্ণ যার আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.7 এবং অপর অংশে 80 cm গভীরতার তৈল দিয়ে পূর্ণ যাঁর আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.9 হলে পার্টিশন দেওয়ালের উপর লব্ধি থ্রাস্ট ও তার পয়েন্ট অব অ্যাপ্লিকেশন বের কর।



চিত্র ঃ ৪.২৬

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

দেওয়ালের পুরুত্ব = 120 cm

পেট্রোলের আপেক্ষিক গুরুত্ব = 0.7

গভীরতা = 100 cm

তৈলের আপেক্ষিক গুরুত্ব = 0.9

গভীরতা = 80cm

মনে করি,

P_1 = ওয়ালের উপর পেট্রোলের চাপ

P_2 = ওয়ালের উপর তৈলের চাপ

আমরা জানি, $P = \omega A\bar{X}$

$$P_1 = 0.7 \times (120 \times 100) \times \frac{100}{2} \text{ gm}$$

$$= 420000 \text{ gm}$$

$$= 420 \text{ kg} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(i)}$$

অনুরূপভাবে $P_2 = 0.9 \times (120 \times 80) \times \frac{80}{2}$ gm

$$= 345600 \text{ gm}$$

$$= 345.6 \text{ kg} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$$

$\therefore$ মোট থ্রাস্ট $P = P_1 - P_2 = 420 - 345.6 = 7.44$kg **(উত্তর)**

প্রেসারের পয়েন্ট অফ্ অ্যাপ্লিকেশন :

আমরা জানি, প্রেসার P_1, P_2 বেস হতে H/3 উচ্চতা কাজ করে। এখানে পেট্রোল ও তৈলের বেস হতে উচ্চতা বুঝাচ্ছে।

$H_1 = \frac{100}{3}$ cm এবং $H_2 = \frac{80}{3}$ cm

বেস হতে চাপে লব্ধির কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব

এখন বেস (Base) হতে চাপের মোমেন্ট লই এবং সমীকরণ করে পাই।

$$\therefore \quad PH = P_1 H_1 - P_2 H_2$$

$$74.4H = (420 \times \frac{100}{3}) - (345.6 \times \frac{80}{3})$$

$$74.4H = \frac{14350}{3} \quad H = \frac{14350}{3 \times 74.4} = 64.3\text{cm}$$ **(উত্তর)**

উদাহরণ–৪.২৪। একটি সুইমিং পুল এর একটি দেয়ালে 5m উচ্চতা পর্যন্ত পানি আছে। দেয়ালটি 10m চওড়া হলে দেয়ালে পানির মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

পানির উচ্চতা, H = 5m

দেয়ালের চওড়া, b = 10m

পানির মোট চাপ, p = ?

চাপকেন্দ্রের অবস্থান, $\bar{h}$ = ?

আমরা জানি, মোট চাপ, $p = \frac{\omega H^2}{2}$

$$= \frac{9.81 \times 5^2}{2}$$

$$= 122.625 \text{ KN}$$ **(Ans)**

পাত্রের তলা হতে চাপ কেন্দ্রের অবস্থান

$$\bar{h} = \frac{1}{3} \times 5 = 1.67 \text{ m (Ans)}$$

অথবা, পানির মুক্ততল হতে চাপকেন্দ্রের অবস্থান

$$\bar{h} = \frac{2}{3} \times H = \frac{2}{3} \times 5 = 3.33 \text{ m}$$ **(Ans)**

উদাহরণ-৪.২৫। **5m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে যে, এর উপর এবং নিচ তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m। এরূপ অবস্থায় পাতে মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর।** [বাকাশিবো-২০০২, ১১]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,

পাতের ব্যাস = 5m

পাতের ব্যাসার্ধ = 2.5m

$\theta = 36°52'$

C.G গভীরতা $\bar{x} = 3 + 1.5 \sin 36°52'$

$= 3.90$ m

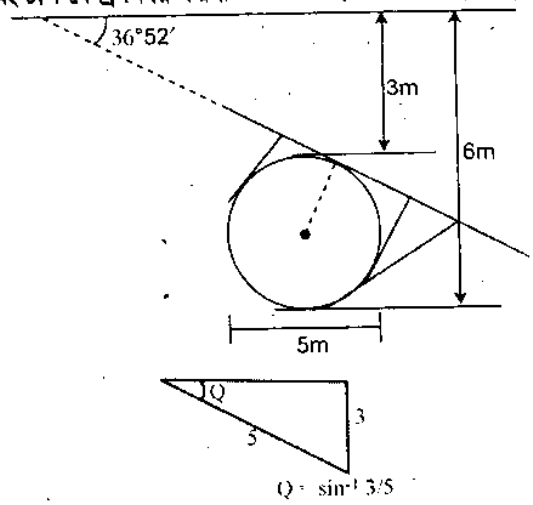
তলের ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi}{4} \times (5)^2$

$= 19.625 \text{ m}^2$

মোট চাপ $= \omega A\bar{x}$

$= 1000 \times 19.625 \times 3.90$

$= 76537.5$ kg **(Ans.)**



চিত্র ঃ ৪.২৭

চাপ কেন্দ্রের অবস্থান,

$\bar{h} = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{30.68 \times (\sin 36°52')^2}{19.625 \times 3.90} + 3.90$

$= 4.044$m **(উত্তর)**

$I_G = \frac{\pi \times 5^4}{64}$

$= 30.69 \text{m}^4$

উদাহরণ-৪.২৬। **2m × 4m একটি আয়তকার পাত পানিতে খাড়াভাবে এমন অবস্থায় ডুবানো হল যেন 2m দীর্ঘ প্রান্তদ্বয় পানি তলের সমান্তরালে অবস্থান করে। পানির মুক্ততল হতে যদি পাত্রের উপরের প্রান্তের গভীরতা 2.5m হয়, তবে পাত্রে পানির মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর।** [বাকাশিবো-১৯৯৬]

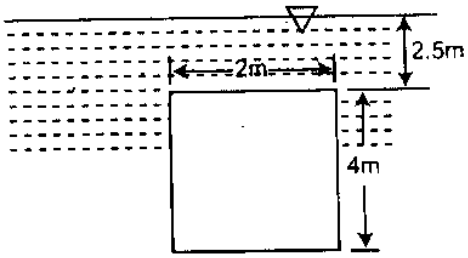
সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$P = \omega A\bar{x}$

$= 1000 \times 8 \times 4.5$

$= 36{,}000$ kg **(উত্তর)**



চিত্র ঃ ৪.২৮

চাপ কেন্দ্রের গভীরতা

$\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{10.67}{8 \times 4.5} + 4.5$

$= 4.796$ m **(উত্তর)**

$\bar{x} = 2.5 + \frac{4}{2} = 4.5$m

$A = (4 \times 2) = 8\text{m}^2$

$\omega = 1000$

$I_G = \frac{2 \times 4^2}{12}$

$= 10.67 \text{ m}^4$

উদাহরণ-৪.২৭। 6m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত পানিতে খাড়াভাবে ডুবানো আছে যাতে এর উপরে ও নিচে তলের গভীরতা যথাক্রমে 4m এবং 8m পাতটির উপর মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৪]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

$P = \omega A\bar{x}$

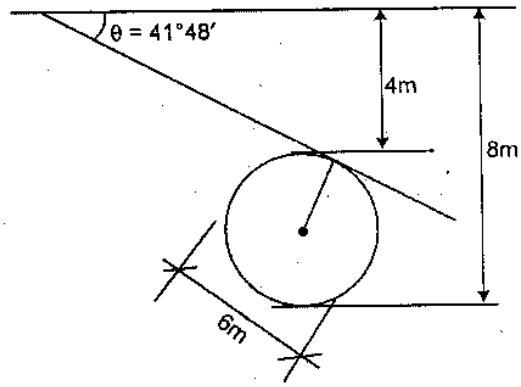
$= 1000 \times 28.26 \times 5.33$

$= 150625.8$ kg (উত্তর)

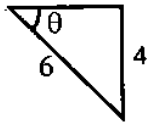
$\bar{h} = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{63.62 \times (\sin 41°48')}{28.26 \times 5.33} + 5.33$

$= 5.52$ m (**উত্তর**)



চিত্র ঃ ৪.২৯



দেয়া আছে,

$\theta = \sin^{-1}\frac{4}{6}$

$= 41°48'$

$\bar{x} = 4 + 2 \sin 41°48'$

$= 5.33$ m

$\omega = 1000$ kg/m^3

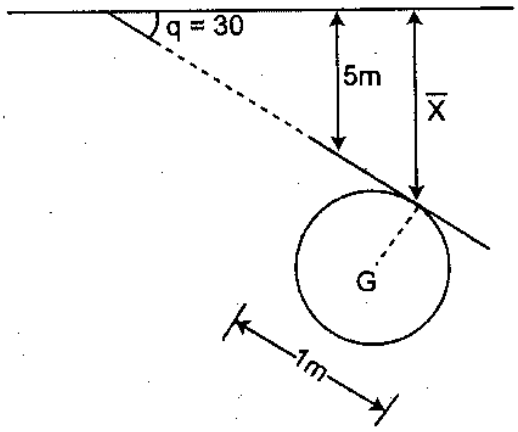
$A = \frac{\pi}{4}(6)^2$

$= 28.26$ m^2

$I_G = \frac{\pi \times 6^4}{64}$

$= 63.62$ m^4

উদাহরণ-৪.২৮। 1m ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো যা 30° কোণে আনত এবং উপর প্রান্ত মুক্ততল থেকে 1.6m গভীরতায় নিমজ্জিত। ঐ পাতটির উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]



চিত্র ঃ ৪.৩০

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

প্লেটের ব্যাস, D = 1m

প্লেটের আনতি $\theta = 30°$

C.G গভীরতা

$\bar{x} = 1.6 + 0.5 \sin 30°$

$= 1.85$ m

$\omega = 1000$ kg/m^3

তলের ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi}{4} \times 1^2$

$= \frac{\pi}{4}$ m

মোট চাপ $P = \omega A\bar{x}$

$= 1000 \times \frac{\pi}{4} \times 1.85$

$= 1452.25$ kg **(উত্তর)**

চাপ কেন্দ্রের গভীরতা,

$h = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{\frac{\pi}{64} \times (\sin 30)^2}{\frac{\pi}{4} \times 1.85} + 1.85$

$= 1.858$m **(উত্তর)**

$I_G = \frac{\pi \times (1)^4}{64}$

$= \frac{\pi}{64}$ m^4

উদাহরণ-৪.২৯। একটি স্লুইচ গেটের প্রস্থ 2m, উচ্চতা 3m, গেইটির উপর ধার হতে পানির উচ্চতা 1m। গেটটির উপর মোট আনুভূমিক চাপের পরিমাণ এবং চাপকেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৮৭, ৮৮, ৮৯, ৯০]

আমরা জানি,

$p = \omega A\bar{x}$

$= 1000 \times 2 \times 0.5$

$= 1000$ kg (উত্তর)

$\bar{x} = \frac{1}{2}$

$= 0.5$ m

$\omega = 1000$ kg/m^3

চাপ কেন্দ্রের অবস্থান ঃ

$h = \frac{I_G}{A\bar{x}} \times \bar{x}$

$= \frac{0.167}{2 \times 0.5} + 0.5$

$= 0.67$ m

$I_G = \frac{2 \times 1^3}{12}$

$= 0.167$ m^4

পানির উপরের তল হতে 0.67 m নিচে। **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৪.৩০। 3m ব্যাসের গোলাকার পাত 0.82 আপেক্ষিক গুরুত্ব এর তরল পদার্থ 30° কোণে ডুবানো আছে পাতটির উপরি ভাগ হতে তরলের গভীরতা 1m হলে মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৮৮]

সমাধানঃ

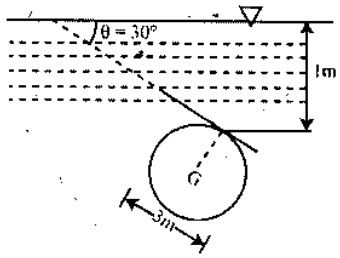
দেওয়া আছে,

প্লেটের ব্যাস D = 3m

প্লেটের আনতি, θ = 30°

C.G গভীরতা, $\bar{x} = 1 + 1.5 \sin 30°$

$= 1.75$ m



চিত্র ঃ ৪.৩১

ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi}{4} \times (3)^2 = 7.065\ m^2$

মোট চাপ $P = \omega A\bar{x}S$

$= 1000 \times 7.065 \times 1.75 \times 0.82$

$= 10138.275$ kg **(উত্তর)**

চাপ কেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x} = \frac{3.97 \times (\sin 30°)^2}{7.065 \times 1.75} + 1.75$

$= 1.83$ m (উত্তর)

$\bar{x} = 1 + 1.5 \sin 30°$

$= 1.75$ m

$s = 0.82$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

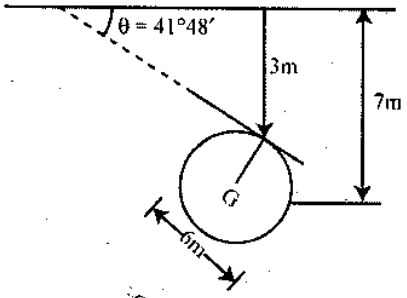
$I_G = \frac{\pi \times (3)^4}{64}$

$= 3.98\ m^4$

উদাহরণ-৪.৩১। 6m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত নিচের চিত্রানুযায়ী পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে, যে এর উপর 3 নিচের তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 7m পাতটির উপর মোট চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৩]

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

প্লেটের ব্যাস D = 6m



চিত্র ঃ ৪.৩২

আমরা জানি,

মোট চাপ

$P = \omega A\bar{x}$

$= 1000 \times 28.26 \times 5$

$= 141300$ kg (উত্তর)

চাপ কেন্দ্র

$\bar{h} = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$

$= \frac{63.62 \times (\sin 41°48')^2}{28.26 \times 5} \times 5$

$= 5.20$ m **(উত্তর)**।

$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{4}{6}\right) = 41°48'$

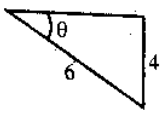
$\bar{x} = 3 + 3 \sin 41°48'$

$= 5$ m

$A = \frac{\pi}{4} \times (6)^2 = 28.26\ m^2$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$I_G = \frac{\pi \times (6)^4}{64} = 63.62\ m^4$



অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৫(পরি), ০৮, ১১]
অথবা, তরলের চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ২০১০, ২০১১(পরি)]
অথবা, চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১৩, ১৩(পরি), ২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে বিন্দু দিয়ে লব্ধি চাপ কাজ করে ঐ বিন্দুকেই চাপ কেন্দ্র বলে।

২। **তরলের মোট চাপের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর ঃ মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$, ω = তরলের আঃ ওজন, A = ডুবানো তলের ক্ষেত্রফল, $\bar{X}$ = মুক্ততল হতে ডুবানো তলের গভীরতা।

৩। **মোট চাপ বলতে কী বুঝ।**

উত্তর ঃ পানি বা কোন তরলে ডুবানো বস্তু তলের উপর তরল কর্তৃক প্রদত্ত সবটুকু চাপকে মোট চাপ বলে।

৪। **একটি পানিপূর্ণ পাত্রের মুক্ততল ও তলদেশের চাপের তীব্রতার পরিমাণ লিখ।**

উত্তর ঃ পানিপূর্ণ পাত্রের মুক্ততলে চাপের তীব্রতার পরিমাণ শূন্য এবং তলদেশে চাপের পরিমাণ $P = WA\bar{X}$
ω = পানির আপেক্ষিক ওজন
$\bar{X}$ = তলের গভীরতা
A = তলের ক্ষেত্রফল।

৫। **চাপের লব্ধির সাথে চাপ কেন্দ্রের সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ ডুবানো বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত চাপের লব্ধি বস্তুটির সেন্টার অফ গ্রাভিটির নিচে কোন এক বিন্দুতে ক্রিয়া করে। যে বিন্দুতে এই লব্ধি চাপ ক্রিয়া করে, তাকে চাপ কেন্দ্র বলে এবং সব সময় তা তরল পদার্থের উপরিতল হতে ঐ বিন্দুর গভীরতা হিসাবে প্রকাশ পায়।

৬। **খাড়া ওয়াল বা বাঁধের চাপ কেন্দ্র কোথায় কাজ করে?**

উত্তর ঃ খাড়া ওয়াল বা বাঁধের ক্ষেত্রে চাপ কেন্দ্র মুক্ততল হতে $\frac{2}{3}$ H গভীরতার কাজ করে।

৭। **ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপের সূত্রটি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, একটি ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর ঃ মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$
এখানে, ω = তরলের আপেক্ষিক ওজন।
A = তরলের ক্ষেত্রফল
$\bar{X}$ = তরলের গভীরতা

৮। **আয়তাকার বাঁধের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্র লিপিবদ্ধ কর।**

উত্তর ঃ আয়তাকার বাঁধের মোট চাপ $P = \frac{WH^2}{2}$
H = বাঁধের উচ্চতা
W = বাঁধের ওজন

৯। **তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত ক্ষেত্রে চাপ কেন্দ্রের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর ঃ চাপ কেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X}$

এখানে, $\bar{h}$ = পানির মুক্ততল হতে চাপ কেন্দ্রের গভীরতা
ω = পানির আপেক্ষিক ওজন
I_G = তলটির সেন্টার অব গ্র্যাভিটি
$\bar{X}$ = ভারকেন্দ্রের গভীরতা
$A\bar{X}$ = ক্ষেত্রটির প্রথম মোমেন্ট।

১০। তরলে নিমজ্জিত হেলানো তলের চাপকেন্দ্রের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, ডুবান্ত হেলানো তলের চাপ কেন্দ্র নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।

উত্তর: $\bar{h} = \frac{I_G \sin\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$

এখানে, $\bar{h}$ = পানির মুক্ততল হতে চাপ কেন্দ্রের গভীরতা।

ω = পানির আপেক্ষিক ওজন।

I_G = তলটির সেন্টার অব গ্র্যাভিটি।

$A\bar{X}$ = ক্ষেত্রটির প্রথম মোমেন্ট।

$\bar{X}$ = মুক্ততল হতে ভারকেন্দ্রের গভীরতা।

θ = হেলানো কোন

১১। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় সূত্রটি লিখ।

উত্তর: $P = \omega A\bar{X}$

এখানে, P = মোট চাপ

ω = তরলের একক আয়তনের আপেক্ষিক ওজন

A = তরলের ক্ষেত্রফল

$\bar{x}$ = তরলের গভীরতা

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। আনুভূমিকভাবে ডুবানো তলের উপর মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, প্রমাণ কর যে, মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$

উত্তর: অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। 4m × 3m আকারের একটি আয়তাকার তলকে কোন তরলের 5m গভীরতায় আনুভূমিকভাবে ডুবানো হলে তলটিতে মোট চাপ kg এবং KN এককে নির্ণয় কর। যদি তরলটি হয় (ক) পানি (খ) পারদ (গ) তেল।

উত্তর: 588.6 KN, 470.88 KN, 8004.96 KN

৩। 5m লম্বা এবং 2m প্রস্থ বিশিষ্ট একটি পানির পাত্রকে পানির 2.5m গভীরে আনুভূমিকভাবে ডুবানো পাত্রের তলায় পানির মোট চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর: P = 25000 kg

৪। একটি বেলুনাকৃতি পাত্রকে পানির 5m গভীর পর্যন্ত ডুবানো হল। পাত্রের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল $12m^2$ হলে পাত্রের তলায় তরলের মোট চাপ কত হবে?

উত্তর: P = 60,000 kg

৫। 3m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 4m নিচে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]

উত্তর: দেয়া আছে, $A = \frac{\pi}{4}(3)^2 = 7.065m^2$

$\bar{X} = 4 + \frac{3}{2} = 5.5m,$

$I_G = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{3.14 \times (3)^4}{64} = 3.97\ m^4$

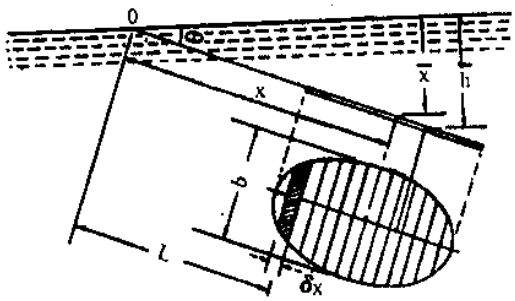
আমরা জানি, চাপ $P = \omega A\bar{X}$

$1000 \times 7.065 \times 5.5 = 388857.7$ kg (Ans)

চাপ কেন্দ্রের অবস্থান $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{X}} + \bar{X} = \frac{3.97}{7.065 \times 5.5} + 5.5 = 5.60$ m (Ans)

৬। **তরলে নিমজ্জিত হেলানো তলের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে,** $h = \frac{I_G \sin\theta}{A\bar{X}} + \bar{X}$ [বাকাশিবো–২০১০]

উত্তর ৪ ডুবন্ত হেলানো তলের চাপ কেন্দ্র (Center of Pressure on an inclind immersed Plane Surface) ঃ



চিত্রে তরল পদার্থে ডুবানো একটি হেলানো তল দেখানো হয়েছে। এ তলটিকে কয়েকটি ক্ষুদ্র সমান্তরাল খণ্ডে (Strip) বিভক্ত করি।

ধরি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন।

A = ডুবন্ত তলটির মোট ক্ষেত্রফল।

$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে তলটির সেন্টার অফ গ্র্যাভিটির গভীরতা।

θ = যে কোণে ডুবানো তলটি তরল পদার্থের উপরিতলের সাথে অবস্থান করছে।

O = ডুবানো তলটিকে বর্ধিত করলে তরল পদার্থের উপরিতলে যে বিন্দুতে মিলিত হবে।

O বিন্দু হতে L দূরত্বে dx পুরু এবং b প্রস্থ বিশিষ্ট একটি ক্ষুদ্র খণ্ডের কথা বিবেচনা করি। এ খণ্ডটির উপর ইনটেনসিটি অফ প্রেসার $P = \omega L \sin\theta$

ক্ষুদ্র খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b.dx

ক্ষুদ্র খণ্ডটির উপর চাপ P = ইনটেনসিটি অফ্ প্রেসর × ক্ষেত্রফল = $\omega L \sin\theta .\ b.dx$

O বিন্দু সাপেক্ষে উক্ত চাপের মোট মোমেন্ট = $L\ (\omega L \sin\theta .\ b.dx)$

এখন O বিন্দু সাপেক্ষে সম্পূর্ণ তলটির মোমেন্ট $M = \int \omega L^2 \sin\theta\ b.dx$

$= \omega \sin\theta \int L^2 b dx$

কিন্তু $\int L^2 b dx = I_0$ = 0 বিন্দু সাপেক্ষে তলটির মোমেন্ট অফ ইনারশিয়া অথবা মোমেন্ট অফ এরিয়া

$\therefore M = \omega \sin\theta\ I_0$ ..... (i)

আবার, O বিন্দু সাপেক্ষে তলটির মোট মোমেন্ট $\frac{P\bar{h}}{\sin\theta}$ এর সমান ..... (ii)

এখানে, P = তলের উপর মোট চাপ

$\bar{h}$ = তরলের তল হতে সেন্টার অফ প্রেসারের গভীরতা সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই।

$$\frac{P\bar{h}}{\sin\theta} = \omega \sin\theta\ I_0 \qquad \text{যেহেতু } P = \omega A\bar{x}$$

$$\frac{\omega A\bar{x}.\bar{h}}{\sin\theta} = \omega \sin\theta\ I_0$$

$$\bar{h} = \frac{I_0 \sin^2\theta}{A\bar{x}}$$

আমরা প্যারালাল অ্যাকসিজ এর সূত্র হতে পাই, $I_0 = I_G + Ah^2$

এখানে,

I_G = ভরকেন্দ্র বরাবর আনুভূমিক অক্ষে তলের মোমেন্ট অব ইনারর্শিয়া।

h = O বিন্দু হতে পাতের সেন্টার অফ গ্র্যাভিটির দূরত্ব।

$$\therefore \bar{h} = \frac{\sin^2\theta}{A\bar{x}}(I_G + Ax^2)$$

$$= \frac{\sin^2\theta}{A\bar{x}}\left[I_G + A\left(\frac{\bar{x}}{\sin\theta}\right)^2\right] \left(\because x = \frac{\bar{x}}{\sin\theta}\right)$$

$$= \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{x}} + \bar{x}$$

অর্থাৎ কৌণিকভাবে ডুবন্ত তলের চাপ কেন্দ্র তলের ভর কেন্দ্রের $\frac{I_G \sin^2 q}{A\bar{x}}$ দূরত্বের নিচে অবস্থান করে।

৭। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ প্রমাণ কর। [বাকাশিবো–২০০৮, ১০]

অথবা, ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

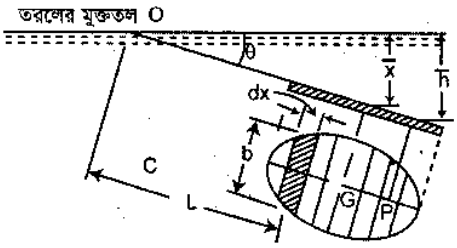
অথবা, প্রমাণ কর যে, তরলে হেলানোভাবে (Inclind) নিমজ্জিত বস্তু তলের উপর তরলের মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $P = \omega A\bar{X}$

অথবা, প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত হেলানো তলের ওপর মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, নোটেশন ও চিত্রসহ ডুবানো হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর:



চিত্রের একটি হেলানো তলের ডুবানো অবস্থায় দেখানো হয়েছে। ডুবানো তলটিকে চিত্রে প্রদর্শিতভাবে কয়েকটি সংকীর্ণ খণ্ডে (Strip) বিভক্ত করি।

মনে করি, ω = তরল পদার্থের আপেক্ষিক ওজন

A = ডুবন্ত তলের ক্ষেত্রফল

$\bar{X}$ = তরল পদার্থের উপরিতল হতে ডুবানো তলের সেন্টার অফ গ্র্যাভিটির গভীরতা

θ = তরলের সহিত ডুবন্ত তলটির সৃষ্ট কোণ।

এখন O বিন্দু হতে L দূরত্বে dx পুরু b প্রস্থ বিশিষ্ট একটি সংকীর্ণ খণ্ডের কথা চিন্তা করি।

খণ্ডটির উপর ইনটেনসিটি অফ প্রেসার = $\omega L\sin\theta$

খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b. dx

$\therefore$ খণ্ডটির উপর চাপ, p = ইনটেনসিটি অফ প্রেসার x ক্ষেত্রফল $\omega L\sin\theta.b.dx$

সুতরাং সমস্ত তলের উপর মোট চাপ, $p = \int \omega L \sin\theta \, b dx$

$= \omega \sin\theta \int Lb.dx$

কিন্তু $\int Lb.dx$ = মুক্ততল হতে তলের ক্ষেত্রফলের মোমেন্ট $= \frac{A\bar{X}}{\sin\theta}$

$\therefore P = \omega \sin\theta \times \frac{A\bar{X}}{\sin\theta}$

$= \omega A\bar{X}$

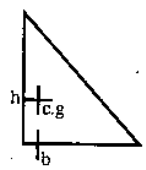
৮। **ম্যাসনরি বাঁধের মোট চাপ ও চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর।**

উত্তর সংকেত: ম্যাসনরি ও ড্যাম অংশ দেখ।

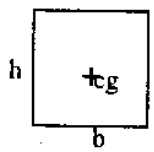
৯। **ত্রিভুজ ও বর্গক্ষেত্রের CG নির্ণয়ের সূত্রগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: ত্রিভুজ CG $\bar{x} = \frac{h}{3}$ (ভূমি হতে)

$= \frac{2h}{3}$ (শীর্ষ হতে)



বর্গক্ষেত্রের CG $\bar{x} = \frac{h}{2}$ (ভূমি ও শীর্ষ হতে)



রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। **তরলে নিমজ্জিত খাড়াভাবে ক্ষেত্রটির চাপ কেন্দ্র নির্ণয়ের সূত্রটি প্রমাণসহ লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৭(পরি), ০৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র $\bar{R} = \frac{I}{A\bar{y}}$. [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত খাড়া তলের চাপকেন্দ্র, $h = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, খাড়া ডুবন্ত তলে মোট চাপের সূত্র নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A_x} + \bar{X}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

অথবা, দেখাও যে, তরলে নিমজ্জিত কোন তরলের চাপকেন্দ্র ভরকেন্দ্র $\frac{I_G}{A_x}$ পরিমাণ নিচে অবস্থান করে। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: ৪.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **প্রমাণ কর যে ডুবন্ত বস্তুর খাড়া নিমজ্জিত মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$**

অথবা, প্রমাণ কর যে, খাড়াভাবে ডুবন্ত তলের ওপরে মোট চাপ, $P = WA\bar{X}$ [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১৪]

উত্তর সংকেত: ৪.১ (ক) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **খাড়া দেওয়ালের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত: ৪.৪ (ক) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। পানিতে ডুবন্ত 2.5 m বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গাকার প্লেটো উপরের বাহু পানির মুক্ততল হতে 2.5 গভীরে আছে। প্লেটের যে কোন তলে মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** $P = 23.43 \times 10^3$ kg, $\bar{h} = 3.89$ m]

২। 4m × 2m আকারের একটি আয়তাকার পাত পানিতে খাড়াভাবে এমনভাবে অবস্থান করে যাতে 4m পার্শ্বটি পানির মুক্ততলের সমান্তরাল এবং 3m নিচে অবস্থান করে। পাতটির উপর মোটচাপ এবং চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** $\bar{h} = 4.08$ m, P = 32000 kg]

৩। 1.5 মিটার ব্যাস বিশিষ্ট একটি খাড়া গোলাকার প্লেট পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে যে এর কেন্দ্র পানির উপরিতল হতে 3.5m নিচে থাকে। প্লেটটির উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** P = 6.185 ton, $\bar{h} = 3.54$ m]

৪। একটি ত্রিভুজ আকৃতির প্লেটের ভূমি 2.6 মিটার, উচ্চতা 4.5 m, যা খাড়া অবস্থায় পানির মধ্যে ডুবানো আছে। ত্রিভুজটির উপরের প্রান্ত হতে পানির মুক্ততল পর্যন্ত উচ্চতা 1.2m হলে চাপকেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** P = 1.5795 kg, $\bar{h} = 3.117$m]

৫। 3m লম্ব ও 1m চওড়া একটি আয়তাকার প্লেট পানিতে খাড়া অবস্থায় এমনভাবে ডুবানো আছে যে এর 3m পার্শ্বটি পানির উপরিতলের সমান্তরাল এবং তা 1m নিচে অবস্থান করছে। প্লেটটির উপর মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** P = 4500 kg, $\bar{h} = 2$m]

৬। 100 cm প্রস্থ বিশিষ্ট বর্গাকৃতি পাতকে খাড়াভাবে পানিতে এমনভাবে ডুবাই যাতে ওর কেন্দ্র হতে পানির উপরিতল পর্যন্ত 4 মিটার নিচে থাকে। তলটির উপর মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** P = 400 kg, $\bar{h} = 4.02$ m]

৭। একটি ম্যাসনারী বাঁধের উচ্চতা 10m, প্রস্থ 5m, পানি বাঁধের উপর বরাবর অবস্থান করছে। যদি বাঁধের ওজন 2200 kg/m^3 হয়, তবে (ক) প্রতিমিটারে মোট চাপ (খ) রেজালটেন্ট অফ ফোর্স এবং কাট পয়েন্টের উচ্চতা নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** (ক) 500000 kg (খ) 5119570 kg, 15.10 মিটার]

৮। একটি পুকুরে 2.5 মিঃ × 1 মিঃ একটি পাতকে এমনভাবে ডুবাই যাতে পাতটির প্রস্থ 1 মিটার পানির সাথে 120° কোণে অবস্থান করে। ($\omega = 1030$ kg/m^3) যদি পাতটির উপরিতল পানির মুক্ততল হতে 3.75m গভীরে অবস্থান করে। তবে তার মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্র বের কর। [**উত্তর ঃ** P = 10771.23 kg, $\bar{h} = 4.197$ m]

অধ্যায় ৫

প্লবতা
(Buoyancy)

৫.০ আর্কিমিডিসের সূত্র (Archimedes Principles) ঃ

কোন বস্তুকে (কঠিন) স্থির তরল কিংবা অন্য কোন বায়বীয় পদার্থে সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে নিমজ্জিত করলে এটা কিছু পরিমাণ ওজন হারায় বলে মনে হয় এবং ঐ আপাত ওজন হ্রাসের পরিমাণ অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

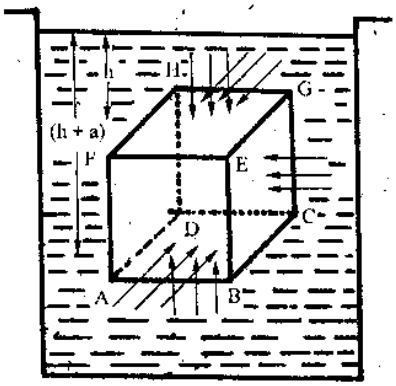
মনে করি, একটি বস্তুর বাতাসে ওজন = W_1

বস্তুর পানিতে ওজন = W_2

∴ বস্তুর পানিতে আপাত ওজন হ্রাসের পরিমাণ = বস্তুর বাতাসে ওজন - বস্তুর পানিতে ওজন = $W_1 - W_2$

আর্কিমিডিসের সূত্র অনুসারে এটাই বস্তু দিয়ে অপসারিত সম আয়তনের পানির ওজনের সমান।

সূত্রটির গাণিতিক প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ ঃ একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ নেই। মনে করি ABCDEFGH কঠিন পদার্থের একটি ঘনক এবং এর প্রতিবাহুর দৈর্ঘ্য = a



চিত্র ঃ ৫.১

এখন ঘনকটিকে তরল পদার্থে এমনভাবে নিমজ্জিত করি যাতে ঘনকের উপরিতল EFGH আনুভূমিক ভাবে তরল তল হতে h গভীরতায় থাকে। এমতাবস্থায় ঘনকের ছয়টি তলের প্রত্যেকটি তলেই তরল পদার্থের চাপ পড়বে। এর চারদিকে বিপরীত তলের উপর চাপ সমান এবং বিপরীত বলে একটি অপরটির ক্রিয়াকে নষ্ট করবে। কিন্তু গভীরতার পার্থক্যের দরুণ EFGH তলের উপর নিম্নমুখী বল ছাড়াও নিচের ABCD তলের উপর ঊর্ধ্বমুখী বল ঘনকের উপর ক্রিয়া করবে এবং নিম্নমুখী বল অপেক্ষা ঊর্ধ্বমুখী বল বেশি হবে। এই অতিরিক্ত ঊর্ধ্বমুখী বল ঘনকের উপর ক্রিয়া করবে এবং তা ঘনকটিকে ভাসিয়ে রাখার জন্য কাজ করবে। এই অতিরিক্ত ঊর্ধ্বমুখী বলই প্লবতা।

হিসাব ঃ EFGH তলের উপর মোট বল = EFGH তলের ক্ষেত্রফল × তলে তরলের চাপ

= EFGH তলের ক্ষেত্রফল × তলের গভীরতা × তরলের ঘনত্ব × অভিকর্ষীয় ত্বরণ = $a^2h\rho g$

অনুরূপভাবে ABCD তলের উপর মোট বল = $a^2 (h + a) \rho g$

∴ ঘনকের উপর লব্ধি ঊর্ধ্বগামী বল = $a^2 (h + a) \rho g - a^2h\rho g = a^2h\rho g + a^3\rho g - a^2h\rho g = a^3\rho g$

কিন্তু a^3 হল ঘনকের আয়তন এবং $a^3\rho$ হল সমআয়তন তরল পদার্থের ভর।

মনে করি এ ভর = m

ঘনকের উপর মোট ঊর্ধ্বমুখী বল = mg = সম আয়তনের তরলের ওজন = প্লবতা, এটা তরলের নিমজ্জিত যে কোন আকৃতির বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

সুতরাং স্থির তরলে নিমজ্জিত কোন বস্তুর উপর মোট ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বস্তুর সমআয়তনের তরল পদার্থের ওজনের সমান।

বস্তুর প্রকৃত ওজন W গ্রাম ও তরলে নিমজ্জিত অবস্থায় বস্তুর ওজন W_1 gm হলে, $W - W_1 = V\rho$

এখানে, V = বস্তুর আয়তন ও ρ = তরলের ঘনত্ব।

৫.১ প্লবতা ও প্লবতার কেন্দ্র (Buoyancy and centre of Buoyancy) ঃ

প্লবতা (Buoyancy) ঃ তরলের ভেতর সম্পূর্ণ বা আংশিক নিমজ্জিত বস্তুকে তরল কর্তৃক প্রদত্ত উর্ধ্বচাপকে প্লবতা বলে। বস্তুর উপর তরলের প্লবতা বা উর্ধ্বচাপ বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান।

প্লবতার কেন্দ্র (Centre of buoyancy) ঃ সম্পূর্ণ বা আংশিক নিমজ্জিত বস্তুতলে প্রবাহীর উর্ধ্বচাপ বা প্লবতা যে বিন্দু দিয়ে কাজ করে তাকে প্লবতার কেন্দ্র বলে। এ বিন্দু বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ভারকেন্দ্র দিয়ে অতিক্রম করে। সহজ অর্থে নিমজ্জিত ক্ষেত্রের কেন্দ্রই প্লবতার কেন্দ্র।

সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solved Problems) ঃ

উদাহরণ–৫.১। 1m × 0.50m × 0.50m সাইজের একটি আয়তাকার ব্লক পানিতে এমনভাবে ভাসছে যে এর মোট আয়তনের $\frac{1}{9}$ অংশ পানির উপরে। ব্লকটির ওজন নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ ব্লকটির মোট আয়তন $= 1 \times 0.50 \times 0.50 = 0.25$ m

পানির উপরে ব্লকটির মোট আয়তনের $\frac{1}{9}$ অংশ $= 0.0278\ m^3$

পানিতে নিমজ্জিত অংশের আয়তন $= 0.25 - 0.0278 = 0.222 m^3$

∴ অপসারিত পানির ওজন $= 0.222 \times 1000 = 222$ kg

∴ ব্লকটির ওজন = অপসারিত পানির ওজন

∴ ব্লকটির ওজন = 222 kg **(Ans)**

উদাহরণ–৫.২। সমুদ্রের পানিতে একটি জাহাজ কর্তৃক অপসারিত পানির আয়তন $3500m^3$। $1m^3$ সমুদ্রের পানির ওজন 1025 kg হলে জাহাজটির ওজন কত? বিশুদ্ধ পানিতে এই অপসারণের আয়তন কত?

সমাধান ঃ জাহাজটির ওজন = অপসারিত পানির ওজন

$$= \frac{3500 \times 1025}{1000}$$

= 3587.50 টন

অপসারিত বিশুদ্ধ পানির আয়তন $= \frac{3587.50 \times 1000}{1000} = 3587.50\ m^3$ **(Ans)**

উদাহরণ–৫.৩। 4m দীর্ঘ, 2m প্রস্থ এবং 1m গভীর একটি কাঠের টুকরা পানিতে ভাসমান আছে। যদি কাঠের ঘনত্ব 840 kg/m^3 হয়, তবে অপসারিত পানির আয়তন কত? [বাকাশিবো-২০০১ (পরি)]

সমাধান ঃ কাঠের পরিমাপ $= 4m \times 2m \times 1m$

কাঠের ঘনত্ব, $\rho = 840\ kg/m^3$

অপসারিত পানির আয়তন = ?

কাঠের আয়তন $= 4 \times 2 \times 1 = 8m^3$

কাঠের ওজন = কাঠের আয়তন × ঘনত্ব

$= 8 \times 840 = 6720$ kg

∴ অপসারিত পানির আয়তন $= \frac{\text{কাঠের ওজন}}{\text{পানির ঘনত্ব}}$

$$= \frac{6720}{1000}$$

$= 6.72\ m^3$ **(Ans)**

উদাহরণ–৫.৪ । 200 cm × 90 cm × 40 cm আকারের এবং 0.75 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার উপর সর্বনিম্ন কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

সমাধান ঃ কাঠের আয়তন $= 200 \times 90 \times 40 = 72 \times 10^4\ cm^3$

কাঠের ওজন W = কাঠের আয়তন × আপেক্ষিক গুরুত্ব × পানির আঃ ওজন

$= 72 \times 10^4 \times 0.75 \times 0.001$

$= 540$ kg

অপসারিত পানির ওজন = কাঠের আয়তন × পানির ঘনত্ব

$= 72 \times 10^4 \times 0.001$

$= 720$ kg

অপসারিত পানির ওজন = কাঠের ওজন + চাপানো বাড়তি ওজন

720 = 540 + চাপানো বাড়তি ওজন

∴ চাপানো বাড়তি ওজন = 720 – 540

= 180 kg **(Ans)**

উদাহরণ–৫.৫ । 4m × 2m × 1m আয়তনের কাঠের টুকরা পানিতে ভাসছে। কাঠের ঘনত্ব 700 kg/m³ হলে তক্তা দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন এবং প্লবতা কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৯ (পরি)]

সমাধান ঃ তক্তার আয়তন $= 4 \times 2 \times 1 = 8m^3$

ঘনত্ব, $\rho = 700\ kg/m^3$

তক্তার ওজন $= V \times \rho = 8 \times 700 = 5600$ kg

অপসারিত পানির আয়তন $= \dfrac{\text{তক্তার ওজন}}{\text{পানির ঘনত্ব}} = \dfrac{5600}{1000}$

$= 5.6\ m^3$ **(Ans)**

আমরা জানি, ডুবানো গভীরতা (Depth of Immersion)

$$h = \frac{\text{পানির আয়তন}}{\text{কাঠের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল}}$$

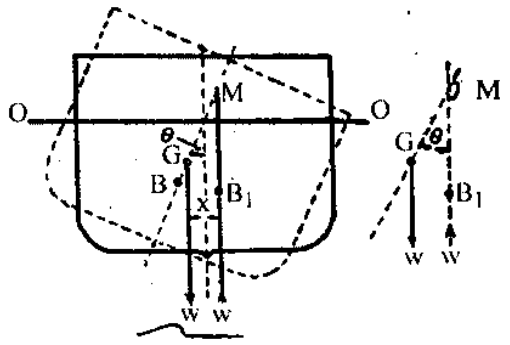
$$= \frac{5.6}{4 \times 2} = 0.70\ m$$

∴ প্লবতার কেন্দ্র $= \dfrac{h}{2}$

$$= \frac{0.70}{2} = 0.35\ m \textbf{ (Ans)}$$

৫.২ মেটাসেন্টার এবং মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতার ব্যাখ্যা (Explain the metacentre and metacentric height) ঃ

মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা ঃ তরল পদার্থে ভাসমান কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে বস্তুটি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে কেন্দ্র করে দুলতে আরম্ভ করে। যে বিন্দুকে কেন্দ্র করে বস্তুটি দুলতে আরম্ভ করে ঐ বিন্দুকে মেটাসেন্টার বলে।



চিত্র ঃ ৫.২

চিত্রে একটি ভাসমান জাহাজ বুঝানো হয়েছে, G তার সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি এবং B সেন্টার অফ বয়ান্সি। অদৃশ্য লাইন দিয়ে জাহাজটির স্থানচ্যুতির পর অবস্থান দেখানো হয়েছে। যে কোণে এর স্থানচ্যুতি ঘটেছে তা হল θ

মনে করি,

B_1 = স্থানচ্যুতির পর অর্থাৎ জাহাজটি কাত হবার পরে সেন্টার অফ্ বয়ান্সি।

G = কাত হবার পরে সেন্টার অফ গ্রাভিটি অবস্থান।

W = জাহাজটির ওজন।

এখন B1 এর মধ্যদিয়ে একটি খাড়া লাইন অংকন করলে ওটা জাহাজটির সেন্টার লাইনকে M বিন্দুতে ছেদ করবে। উক্ত ছেদ বিন্দুকে মেটাসেন্টার বলে।

কোন ভাসমান বস্তুর সেন্টার অফ গ্রাভিটি ও মেটাসেন্টারের মধ্যবর্তী দূরত্বকে মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা (Meta centric height) বলে। চিত্রে GM হল মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা। এর স্থিরতার পরিমাপ প্রকাশ করে অর্থাৎ কোন ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা যত বেশি হবে ওর স্থিরতা ও তত বেশি হবে।

৫.৩ ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তাবলি (Conditions of equilibrium of a floating body) ঃ

তরল পদার্থে ভাসমান কোন বস্তু স্থির অবস্থায় থাকলে বস্তুটিতে ভার বা বলের সমতা আছে বলে ধরা হয়। এ ভাসমান বস্তুর বলের সমতার তিনটি শর্ত নিম্নরূপ ঃ

(ক) স্থির সাম্যাবস্থা (Stable equilibrium)

(খ) অস্থির সাম্যাবস্থা (Unstable equilibrium)

(গ) নিরপেক্ষ সাম্যাবস্থা (Neutral equilibrium)।

(ক) স্থির সাম্যাবস্থা (Stable equilibrium) ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি এর পূর্ব অবস্থানে ফিরে আসে তাহলে বস্তুটির স্থির সাম্যবস্থায় আছে বলে ধরা হয়। ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্টার M সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G এর উপরে অবস্থান করলে এরূপ ঘটে থাকে।

(খ) অস্থির সাম্যাবস্থা (unstable Equilibrium) ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি এর পূর্বাবস্থানে ফিরে না এসে বরং আরও কাত হয়ে বা হেলে যায় তাহলে বস্তুটি অস্থির সাম্যাবস্থায় আছে বলে ধরা হবে। ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্টার M সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G এর নিচে অবস্থান করলে এরূপ ঘটে থাকে।

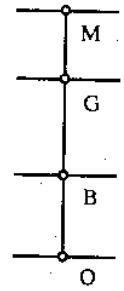
(গ) নিরপেক্ষ সাম্যাবস্থা (Neutral Equilibrium) ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি একটি নতুন অবস্থান দখল করে এবং উক্ত অবস্থায় স্থির থাকে তা হলে বস্তুটি নিরপেক্ষ সাম্যাবস্থায় আছে বলে ধরা হয়। ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্টার M ও সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G একই লাইনে অবস্থান করলে এরূপ ঘটে।

ভাসমান বস্তুর শর্তসমূহ ঃ

১। M এর অবস্থান G এর উপরে হলে বস্তু স্থির সাম্যাবস্থায় থাকবে।

২। M এর অবস্থান G এর নিচে হলে বস্তু অস্থির সাম্যাবস্থায় থাকবে।

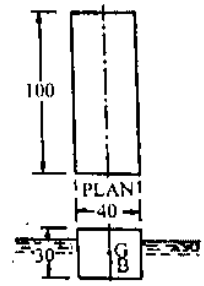
৪। M এবং G একই বিন্দুতে হলে বস্তু নিরপেক্ষ সাম্যাবস্থায় থাকবে।



চিত্র ঃ ৫.৩

উদাহরণ–৫.৬। 100 mm × 40 mm × 30 mm উচ্চতা বিশিষ্ট একটি কাঠের ব্লক পানিতে ভাসছে। কাঠের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.80 হলে ব্লকটির দৈর্ঘ্য বরাবর অক্ষে কাটের জন্য মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

সমাধান: ব্লকটি নিমজ্জনের গভীরতা = 0.80 × 30 = 24 mm



চিত্র ঃ ৫.৪

ব্লকটির নীচ হতে সেন্টার অফ্ গ্রাভিটির দূরত্ব $OG = \frac{30}{2} = 15$ mm

ব্লকটির নীচ হতে সেন্টার অফ বয়্যান্সির দূরত্ব $OB = \frac{24}{2} = 12$ mm

BG = OG – OB
= 15 – 12 = 3 mm

কেন্দ্রীয় অক্ষে এবং লম্বা পাশের সমান্তরালে আয়তাকার খণ্ডটির মোমেন্ট অফ ইনার্শিয়া।

$$I = \frac{100 \times (40)^3}{12} = 533333.33 \text{ mm}^4$$

অপসারিত পানির আয়তন, V = 100 × 40 × 24
= 96000 mm³

$$\therefore BM = \frac{I}{V} = \frac{533333.33}{96000} = 5.56 \text{ mm}$$

∴ মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা, GM = BM - BG = 5.56 - 3.00
= 2.56 mm **(Ans)**

উদাহরণ–৫.৭। 3m ব্যাস বিশিষ্ট একটি সলিড সিলিন্ডারের উচ্চতা 3m, সিলিন্ডারটি যে পদার্থের তৈরি এর আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8। সিলিন্ডারটি এমনভাবে ভাসছে যে এর অক্ষ (axis) খাড়াভাবে অবস্থান করছে। এর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বের কর এবং এর বলের সমতা স্থায়ী না অস্থায়ী বল?

সমাধান: সিলিন্ডারটির নিমজ্জনের গভীরতা = 0.80 × 3 = 2.40 মিঃ

সিলিন্ডারের নিচ হতে সেন্টার অব বয়্যান্সির দূরত্ব, $OB = \frac{2.4}{2} = 1.2$m

সিলিন্ডারের নিচ হতে সেন্টার অফ গ্রাভিটির দূরত্ব, $OG = \frac{3}{2} = 1.5$ m

∴ BG = OG – OB = 1.5 - 1.2 = 0.30 m

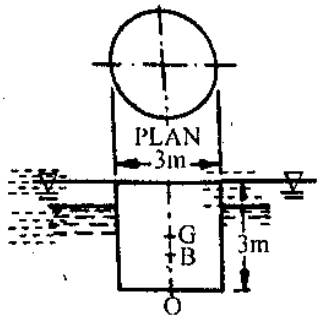
গোলাকার খণ্ডের মোমেন্ট অব ইনারশিয়া, $I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \times 3}{64} = \frac{81\pi}{64}$ মিঃ

অপসারিত পানির আয়তন, $V = \frac{\pi \times (3)^2}{4} \times 2.4$
$= 5.40\,\pi$

$$\therefore BM = \frac{I}{V} = \frac{\frac{81\pi}{64}}{5.4\pi} = \frac{81}{64 \times 5.4} = 0.234 \text{ মিটার।}$$

মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা, GM = BM – BG = 0.234 – 0.3 = 0.066 মিটার **(Ans)**

[N.B বিয়োগ চিহ্নের অর্থ হল মেটাসেন্টার, সেন্টার অফ্ গ্রাভিটির নিচে। সুতরাং সিলিন্ডারটি বলের অস্থির সাম্যবস্থায় আছে।]



চিত্র ঃ ৫.৫

৫.৪ মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতার পরিক্ষামূলক নিরূপণ (Experimental determination of th metacentric height) ঃ

একটি ভাসমান জাহাজের সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি জানা থাকলে এর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা পরিক্ষামূলকভাবে নির্ণয় করা যায়।

মনে করি,

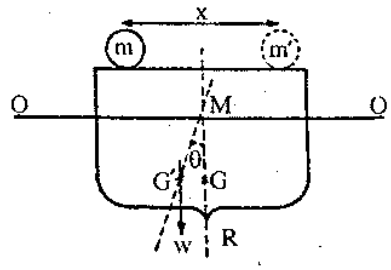
M = ভাসমান ওজন

X = ভাসমান ওজনটিকে যে দূরত্বে সরানো হয়।

W = জাহাজ বা ভাসমান বস্তুর ওজন।

D = জাহাজ বা ভাসমান বস্তুর স্থানচ্যুতির কোণ।

মনে করি জাহাজটির ওজন w, সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G এবং জাহাজটির এক পাশে একটি চলনযোগ্য জানা ওজন m রাখা হয়েছে।



চিত্র ঃ ৫.৬

লম্বারশি দিয়ে ঝুলানো একটি দোলক (পেন্ডুলাম) জাহাজে স্থাপন করা হয়েছে এবং স্থির অবস্থায় ওটা ভরের অবস্থান চিহ্নি করা হয়েছে। মনে করি দোলকটির দৈর্ঘ্য L,অতঃপর ওজনকে m ধরে জাহাজের পাঠাতনে X দূরত্বে সরানো হয়েছে। এর ফ জাহাজটি ওর মেটাসেন্টার M বিন্দুতে একটি ক্ষুদ্রতম কোণে (θ) দুলতে আরম্ভ করবে। যেহেতু তখনো দোলকটি জাহাজের ভিত খাড়া অবস্থায় থাকবে। সুতরাং দোলককে স্পষ্ট প্রতিসরণ হতে কোণ θ এর পরিমাণ বের করা যাবে।

মনে করি, দোলক ওজনের স্পষ্ট আনুভূমিক স্থানচ্যুতি = y

$\therefore \tan\theta = \frac{y}{L}$

উপরের চিত্রে M বিন্দুতে W দিয়ে সৃষ্ট মোমেন্ট একই বিন্দুতে ভ্রাম্যমান m দিয়ে সৃষ্ট মোমেন্টের সমান।

অথবা, $W \times GM \tan\theta = mx$

$\therefore GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$ (প্রমাণিত)

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা, $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$

এখানে, W = জাহাজের ওজন $\therefore \tan\theta = \frac{Y}{L}$ [যখন L ও Y এর মান দেয়া থাকবে]

∴ m = চলমান ওজন

∴ x = ডেকের দৈর্ঘ্য

θ = হেলানো কোণ

L = পেন্ডুলামের দৈর্ঘ্য

Y = বিস্তার (আনুভূমিক দুরত্ব)

➥ $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$ সূত্রটি ব্যবহারের মাধ্যমে মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় (Use the formula $Gm = \frac{mx}{W\tan\theta}$ t compute the metacentric height)

উদাহরণ–৫.৮। 5000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 10 টন ওজন, এক পার্শ্ব হতে 10m দূরে সরিয়ে নিলে জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ০৩]

সমাধান: দেওয়া আছে,

জাহাজের ওজন, W = 5000 টন

চলমান ওজন, m = 10 টন

ডেকের দৈর্ঘ্য, x = 10 m

হেলানো কোণ, $\theta = 2°$

বের করতে হবে, GM = কত?

আমরা জানি,

$$GM = \frac{mx}{W \tan\theta} = \frac{10 \times 10}{5000 \times \tan 2°}$$

$$= 0.573 \text{ m} \quad \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৫.৯। একটি জাহাজ সমুদ্রে 5000 টন পানি অপসারণ করে। এর পাটাতনে 20 টনের একটি ওজনকে 50 m দূরত্বে সরালে জাহাজটির $\frac{1}{40}$ অংশে কত হয়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান: দেয়া আছে,

W = 5000 টন

m = 20 টন

x = 50 m

Gm = ?

$\tan\theta = \frac{1}{40}$

আমরা জানি, মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা, $Gm = \frac{mx}{W \tan\theta} = \frac{20 \times 50}{5000 \times \frac{1}{40}}$

$$= 8\text{m} \quad \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৫.১০। একটি জাহাজ 1600 টন সমুদ্রের পানি অপসারণ করে যখন 32 টন ওজনকে 6m দূরে সরানো হয় তখন জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-২০০৫(পরি), ২০০৭(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে, W = 1600 টন

m = 32 টন

x = 6m

$\theta = 2°$

GM = ?

আমরা জানি,

$$\text{মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা } GM = \frac{mx}{W \tan\theta}$$

$$= \frac{32 \times 6}{1600 \tan 2°}$$

$$= 3.44 \text{ m} \quad \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৫.১১। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1500 টন পানি অপসারণ করে। 20 টনের ওজন পন্টুনের পাটাতনের এক পাশে 9m সরালে 2.7m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম আনুভূমিকভাবে 13 cm হেলে পড়ে। পন্টুনের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–২০০৫, ১৪(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে $m = 20$ টন

$w = 1500$ টন

$n = 9m$

পেন্ডুলামের দৈর্ঘ্য, $L = 2.7m$

বিস্তার, $Y = 13cm = 0.13m$

$\therefore \tan\theta = \frac{Y}{L} = \frac{0.13}{2.7} = 0.048$

আমরা জানি,

$$GM = \frac{mx}{w\tan\theta} = \frac{20 \times 9}{1500 \times 0.048} = 2.5 \text{ m (Ans)}$$

উদাহরণ–৫.১২। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1600 টন পানি অপসারণ করে। 25 টনের একটি ওজনকে পন্টুনের পাটাতনে 10 m সরালে 2.7 m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম অনুভূমিক ভাবে 15 cm নড়ে। পন্টুনটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০১]

সমাধান:

অপসারিত পানির ওজন = পন্টুনের ওজন

$W = 1600$ টন

স্থানান্তরিত ওজন, $m = 25$ টন

আনুভূমিক সরণ বা দূরত্ব, $x = 10$ m

পেন্ডুলামের দৈর্ঘ্য, $L = 2.70$ m

বিস্তার, $y = 15$ cm $= 0.15$ m

মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা, $GM = ?$

আমরা জানি,

$$GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$$

এবং $\tan\theta = \frac{Y}{L} = \frac{0.15}{2.7} = 0.056$

$$\therefore GM = \frac{25 \times 10}{1600 \times 0.056}$$

$$= 2.79 \text{ m (Ans)}$$

উদাহরণ–৫.১৩। একটি জাহাজ 2500m³ পানি অপসারণ করে। পানির ওজন 1015 kg/m³। 25 টন এর একটি ওজন পাটাতনে 10m সরালে 3m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম 15cm নড়ে, মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬, ০৬(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$

$$= \frac{25 \times 10}{2537.5 \times .05}$$

$$= 1.97\text{m (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$V = 2500 \text{ m}^3$

$\rho = 1015 \text{ kg/m}^3$

$W = V\rho = 2500 \times 1015$

$= 2.5375 \times 10^6 \text{kg}$

$= 2537.5 \tan$

$m = 25 \tan$

$x = 10\text{m}$

$\tan\theta = \frac{0.15}{3} = .05$

$GM = ?$

উদাহরণ-৫.১৪। একটি জাহাজ সমুদ্রে 2,000 টন পানি অপসারণ করে, যখন পাটাতনের উপর 30 টন ওজন 5 মিটার দূরে সরানো হয়, তখন জাহাজটি 2° কোণে কত হয়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৭, ২০০০(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
W = 2,000 ton
m = 30 ton
x = 5m
θ = 2°
GM = ?

আমরা জানি, $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$

$= \frac{30 \times 5}{2,000 + \tan 2°}$

= 2.14m **(Ans)**

উদাহরণ-৫.১৫। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3,000 টন পানি অপসারণ করে। এর ডেকের উপর দিয়ে 15 টন ওজন একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10 মি. দূরত্বে স্থানান্তর করার জাহাজটি 2° হেলে যায়। জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১০]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
W = 3000 ton
m = 15 ton
x = 10 m
θ = 2°
GM = ?

আমরা জানি, $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$

$= \frac{15 \times 10}{3,000 \text{ ton} 2°}$

= 1.43m **(Ans)**

উদাহরণ-৫.১৬। 4000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 15 টন ওজন এক পাশ হতে 12 মিটার দূরে সরিয়ে নিয়ে জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-১২, ১২(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
W = 4,000 ton
m = 15 ton
x = 12 m
θ = 2°
GM = ?

আমরা জানি,

$GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$

$= \frac{15 \times 12}{4,000 \tan 2°}$

= 1.28m **(Ans)**

উদাহরণ-৫.১৭। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3500 টন পানি অপসারণ করে। এটির ডেকের উপর দিয়ে 26 টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10m দূরে স্থানান্তর করার জাহাজটি $\frac{1}{40}$ ঢালে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্টিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
w = 3500 টন
m = 26 টন
x = 10m
Gm = ?
$\tan\theta = \frac{1}{40}$

আমরা জানি,

মেটাসেন্টিক উচ্চতা $Gm = \frac{mx}{w\tan\theta} = \frac{26 \times 10}{3500 \times \frac{1}{40}}$

= 2.97 m **(Ans.)**

উদাহরণ-৫.১৮। সমুদ্রে ভাসমান একটি জাহাজ 2000 মেট্রিক টন পানি অপসারণ করে। জাহাজের পাটাতনের উপর আড়াআড়ি প্রস্থচ্ছেদে 30 মেট্রিক টন ওজন 4m সরালে জাহাজটি 5° হেলিয়া পড়ে। জাহাজের মেটাসেন্টিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০০(পরি), ০৭(পরি)]

সমাধান: মেটাসেন্টার উচ্চতা

$$G_M = \frac{mx}{w\tan\theta}$$

$$= \frac{30 \times 10^3 \times 4}{2000 \times 10^3 \times \tan 5^\circ}$$

$= 0.686$ m (উত্তর)

$w = 2000$ মেট্রিক টন

$= 2000 \times 10^3$ টন

$m = 30$ মেট্রিক টন

$= 30 \times 10^3$ টন

$\theta = 5^\circ$

$x = 4$m

উদাহরণ-৫.১৯। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3000 টন পানি অপসারণ করে। এর ডেকের উপর দিয়ে 15 টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10m দূরত্বে স্থানান্তর করায় জাহাজটি $\frac{1}{30}$ ঢালে (অর্থাৎ $\tan\theta = \frac{1}{30}$) হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নিরূপণ কর।

[বাকাশিবো-১৯৯৫]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$$

$$= \frac{15 \times 10}{3000 \times \frac{1}{30}}$$

$= 1.5$ m

$= 150$ cm **(উত্তর)**

দেওয়া আছে,

$w = 3000$ টন

$m = 15$ টন

$x = 10$m

$\tan\theta = \frac{1}{30}$

উদাহরণ-৫.২০। 5000 টন ওজনের জাহাজ সমুদ্র আন্দোলনের ফলে জাহাজের ডেকের উপর অবস্থিত 10 টন ওজনের একটি বস্তু জাহাজের প্রস্থ বরাবর এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে 10m দূরে সরে গেল। জাহাজের 3m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পেন্ডুলামটি যদি তলদেশে 10 cm সরে যায়, তবে জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত হবে?

[বাকাশিবো-১৯৯৩]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$$

$$= \frac{10 \times 10}{5000 \times \tan 1^\circ 54'}$$

$= 0.60$m (উত্তর)

দেওয়া আছে,

$w = 5000$ ton

$m = 10$ ton

$x = 10$ m

পেন্ডুলাসের দৈর্ঘ্য $L = 3$m

বিস্তার $y = 10$ cm

$= 0.1$m

$\tan\theta = \frac{y}{L} = \frac{0.10}{3}$

$\theta = 1^\circ 54'$

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **আর্কিমিডিসের সূত্রটি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫(পরি)]

উত্তর ঃ "কোন বস্তুকে পানি কিংবা তরলে সম্পূর্ণ বা আংশিক নিমজ্জিত করলে যে পরিমাণ ওজন হারায় তা বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজনের সমান।"

২। **প্লবতা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৩(পরি), ১৪]

উত্তর ঃ প্রবাহীর ভেতর সম্পূর্ণ বা আংশিক নিমজ্জিত বস্তুকে প্রবাহীর কর্তৃক প্রদত্ত উর্ধ্বচাপকে প্লবতা বলে।

৩। **একটি বস্তু পানিতে ভাসে এবং ডুবে কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ০৯]

উত্তর ঃ যখন বস্তুটির ওজন পানির প্লবতা অর্থাৎ তার সমআয়তনের পানির ওজন অপেক্ষা কম হয় তখন বস্তুটি পানিতে ভাসে, আর যখন বস্তুটির ওজন পানির প্লবতা অর্থাৎ তার সমআয়তনের পানির ওজন অপেক্ষা বেশি হয়, তখন বস্তুটি পানিতে ডুবে যায়।

৪। **প্লবতার কেন্দ্র কাকে বলে?**
অথবা, প্লবতা কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ সম্পূর্ণ বা আংশিক নিমজ্জিত বস্তুতলে প্রবাহীর উর্ধ্বচাপ বা প্লবতা যে বিন্দু দিয়ে কাজ করে তাকে প্লবতার কেন্দ্র বলে।

৫। **মেটাসেন্টার কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৭, ০৮, ১৩]
অথবা, মেটাসেন্টার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪(পরি), ১৫(পরি)]
অথবা, মেটাসেন্টার কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬(পরি), ০৭, ১১, ০৬, ০৯, ১৪(পরি)]

উত্তর ঃ যখন তরল পদার্থে ভাসমান কোন বস্তু বা জাহাজ কোন কারণে কৌণিক ভাবে সামান্য হেলে কোন বিন্দুকে কেন্দ্র করে দুলতে থাকে, তখন যে বিন্দুকে কেন্দ্র করে দোলন ক্রিয়া শুরু হয় তাকে মেটাসেন্টার বলে।

৬। **মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬(পরি), ১০(পরি), ১১(পরি), ০৬]
অথবা, মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২(পরি), ১৪(পরি)]

উত্তর ঃ কোন ভাসমান বস্তুর সেন্টার অব গ্র্যাভিটি বা ভারকেন্দ্র, এবং মেটাসেন্টার এর মধ্যবর্তী দূরত্বকে মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।**

উত্তর ঃ মেটাসেন্টার উচ্চতা, $GM = \frac{mx}{w \tan\theta}$

এখানে, m = ভাসমান ওজন।
x = ভাসমান ওজনটিকে যে দূরত্বে সরানো হয়।
w = জাহাজ বা ভাসমান বস্তুর ওজন।
θ = জাহাজ বা ভাসমান বস্তুর স্থানচ্যুতির কোণ।

২। **কোন বস্তু তরলে রাখলে ওটা কখন অস্থায়ী সাম্যতায় থাকবে?**

উত্তর ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি এর পূর্বাবস্থানে ফিরে না আসে বরং আরও কাত হয়ে যায় বা হেলে যায় তা হলে বস্তুটি অস্থায়ী সাম্যবস্থায় আছে বলে ধরা হবে।

৩। **ভাস্যমান বস্তুর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের কী কী পদ্ধতি বিদ্যমান।**

উত্তর ঃ ভাস্যমান বস্তুর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ে দুইটি পদ্ধতি বিদ্যমান। যথা ঃ
১। ব্যবহারিক/পরিক্ষামূলক পদ্ধতি।
২। তাত্ত্বিক পদ্ধতি।

৪। **ভাসমান বস্তুর বলের স্থায়ী ক্ষমতা ও নিরপেক্ষ সমতা বলতে কী বুঝ?**

উত্তর ঃ ভাসমান বস্তুর শর্তসমূহ ঃ

১। M এর অবস্থান G এর উপরে হলে বস্তু স্থির সাম্যাবস্থায় থাকবে।

২। M এর অবস্থান G এর নিচে হলে বস্তু অস্থির সাম্যাবস্থায় থাকবে।

৪। M এবং G একই বিন্দুতে হলে বস্তু নিরপেক্ষ সাম্যাবস্থায় থাকবে।

৫। **ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার প্রকারভেদের নাম লেখ এবং ভাসমান বস্তুর শর্তসমূহ লেখ।**

[বাকাশিবো-২০০১, ০৪, ০৪(পরি), ০৬, ০৯ (পরি)]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি), ১৪]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তসমূহ বা শর্তাবলি কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

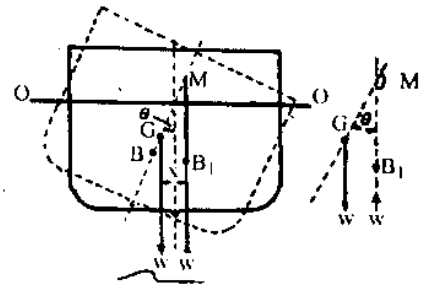
অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ (ক) স্থির সাম্যবস্থা (Stable equilibrium) ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি এর পূর্ব অবস্থানে ফিরে আসে তাহলে বস্তুটির স্থির সাম্যাবস্থায় আছে বলে ধরা হয়। ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্টার M সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G এর উপরে অবস্থান করলে এরূপ ঘটে থাকে।

(খ) অস্থির সাম্যাবস্থা (unstable Equilibrium) ঃ কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে যদি বস্তুটি এর পূর্বাবস্থানে ফিরে না এসে বরং আরও কাত হয়ে বা হেলে যায় তাহলে বস্তুটি স্থির সাম্যাবস্থায় আছে বলে ধরা হবে। ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্টার M সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি G এর নিচে অবস্থান করলে এরূপ ঘটে থাকে।

৬। **মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা ঃ তরল পদার্থে ভাসমান কোন বস্তুর একটি ক্ষুদ্র কৌণিক স্থানচ্যুতি ঘটালে বস্তুটি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে কেন্দ্র করে দুলতে আরম্ভ করে। যে বিন্দুকে কেন্দ্র করে বস্তুটি দুলতে আরম্ভ করে ঐ বিন্দুকে মেটাসেন্টার বলে।



চিত্রে একটি ভাসমান জাহাজ বুঝানো হয়েছে, G তার সেন্টার অফ্ গ্রাভিটি এবং B **সেন্টার** অফ বয়ান্সি। অদৃশ্য লাইন দিয়ে জাহাজটির স্থানচ্যুতির পর অবস্থান দেখানো হয়েছে। যে কোণে এর স্থানচ্যুতি ঘটেছে তা হল θ

মনে করি,

B_1 = স্থানচ্যুতির পর অর্থাৎ জাহাজটি কাত হবার পরে সেন্টার অফ্ বয়ান্সি।

G = কাত হবার পরে সেন্টার অফ গ্রাভিটি অবস্থান।

W = জাহাজটির ওজন।

এখন B1 এর মধ্যদিয়ে একটি খাড়া লাইন অংকন করলে ওটা জাহাজটির সেন্টার লাইনকে M বিন্দুতে ছেদ করবে। উক্ত ছেদ বিন্দুকে মেটাসেন্টার বলে।

কোন ভাসমান বস্তুর সেন্টার অফ গ্রাভিটি ও মেটাসেন্টারের মধ্যবর্তী দূরত্বকে মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা (Meta centric height) বলে। চিত্রে GM হল মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা। এর স্থিরতার পরিমাপ প্রকাশ করে অর্থাৎ কোন ভাসমান বস্তুর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা যত বেশি হবে ওর স্থিরতা ও তত বেশি হবে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **একটি জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বের করার পদক্ষেপসমূহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৪ নং অনুচ্ছেদ অংশ দ্রষ্টব্য।

২। **মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের জন্য এক্সপেরিমেন্টাল পদ্ধতির সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$**

অথবা, প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ১৪, ২০১৫(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$ [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৪ নং অনুচ্ছেদ অংশ দ্রষ্টব্য।

৩। **চিত্রসহ মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৫.২ নং অনুচ্ছেদ অংশ দ্রষ্টব্য।

সমস্যাবলি ঃ

১। 150 cm × 40 cm × 40 cm মাপের একটি আয়তাকার ব্লককে পানিতে ভাসালে $\frac{1}{3}$ অংশ পানির বাইরে থাকে ব্লকটির ওজন নির্ণয় কর। **[উত্তর ঃ 160 kg]**

২। 800 cm × 50 cm × 50 cm আয়তাকার একটি ব্লককে পানির উপর রাখলে $\frac{7}{8}$ অংশ পানিতে ডুবে থাকে। ব্লকটির ওজন নির্ণয় কর। **[উত্তর ঃ 1750 kg]**

৩। 15 cm × 10 cm × 5 cm আকারের একটি কাঠের ব্লক পানিতে ভাসছে। কাঠের আঃ গুঃ 0.40 হলে দৈর্ঘ্য বরাবর অক্ষ বিচ্যুতির জন্য মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। **[উত্তর ঃ GM = 6.86 cm]**

৪। $3m^3$ আয়তন বিশিষ্ট একটি কাঠের ব্লক পানিতে ভাসছে। ব্লকটির আপেক্ষিক গুরুত্ব 6। ব্লকটিকে পানিতে সম্পূর্ণভাবে ডুবালে এর উপর কী পরিমাণ বোঝা রাখতে হবে। **[উত্তর ঃ 1200 kg]**

৫। 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট একটি বেলুনাকৃতি কাঠের ব্লক এর ব্যাস 24 cm. ব্লকটির খাড়াভাবে পানিতে ভাসার জন্য এর সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য কত হওয়া দরকার? **[উত্তর ঃ 21.20 cm]**

৬। 2000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 15 টন ওজনের একটি লোড 8m সরালে 3m দীর্ঘ পেন্ডুলামটি আনুভূমিকভাবে 18 cm সরে যায়। জাহাজের মেটাসেন্টারের উচ্চতা নির্ণয় কর। **[উত্তর ঃ 1m]**

৭। একটি জাহাজের ওজন 5000 টন। উহার ডেকের উপর 25 টন ওজন গড়িয়ে 50 m দূরে গেলে জাহাজটি 1.432° কাত হয়। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত? **[উত্তর ঃ GM = 10 m]**

অধ্যায় ৬

প্রবাহীর প্রবাহ নীতি
(Principle of flow of fluid)

৬.০ প্রবাহীর প্রবাহ (Flow of fluid) ঃ

কোন প্রবাহী যখন একস্থান হতে অন্যস্থানে পাইপ, নালা, খাল ইত্যাদি পথ অতিক্রম করিয়া করে অবিচ্ছিন্নভাবে স্থানান্তরিত হয় তখন তাকে প্রবাহীর প্রবাহ বলে। তরল বা প্রবাহীর প্রবাহ পথের গঠন অনুসারে চাপ ও বেগের পরিবর্তন হয়। যেমন কোন পাইপের ভেতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হওয়ার সময় পাইপের মোটা প্রান্তের তুলনায় চিকন প্রান্তে বেগ বেশি থাকে। তবে নির্দিষ্ট সময়ে প্রবাহের পরিমাণ সমান থাকে। যখন তরল প্রবাহমান হয়, তখন কণাগুলো বিভিন্ন পথ অনুসরণ করে। তরল কণা যে পথ অণুসরণ করে চলে তাকে পথরেখা বলে।

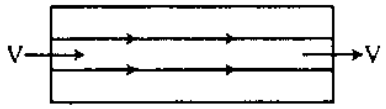
বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ (Various types of fluid) ঃ

প্রবাহ প্রধানত ১৩ প্রকার। যথা ঃ

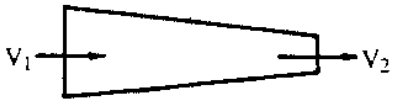
১। সুষম প্রবাহ (Uniform flow)
২। অসম প্রবাহ (Non-uniform flow)
৩। সুশৃঙ্খল প্রবাহ (Stream line flow)
৪। বিশৃঙ্খল প্রবাহ (Turbulent flow)
৫। শান্ত প্রবাহ (Steady flow)
৬। অশান্ত প্রবাহ (Unsteady flow)
৭। সংকোচনশীল প্রবাহ (Compressible flow)
৮। অসংকোচনশীল প্রবাহ (incompressible flow)
৯। ঘূর্ণন প্রবাহ (Rotational flow)
১০। অঘূর্ণন প্রবাহ (Irrotational flow)
১১। একমাত্রিক প্রবাহ (One dimentional flow)
১২। দ্বিমাত্রিক প্রবাহ (Two dimentional flow)
১৩। ত্রিমাত্রিক প্রবাহ (Three dimentional flow)

৬.১ বিভিন্ন প্রকার ফ্লুইড প্রবাহের সংজ্ঞা (Defination the different types of fluid flow) ঃ

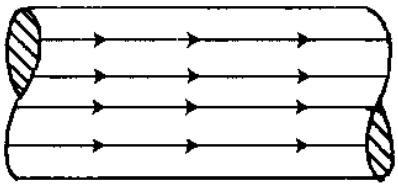
(i) **সুষম প্রবাহ (Uniform flow) ঃ** যখন কোন তরল পদার্থ পাইপ বা চ্যানেল দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন যদি এর সকল সেকশনের গতি এক প্রবাহের পরিমাণ সমান হয় তবে একে সুষম প্রবাহ বলে।

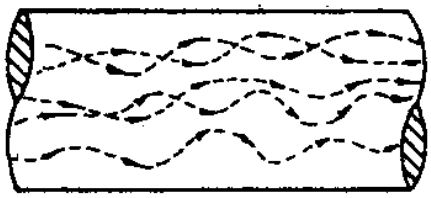


চিত্র ঃ ৬.১ সুষম প্রবাহ



চিত্র ঃ ৬.২ অসম প্রবাহ


চিত্র ঃ ৬.৩ স্বাভাবিক প্রবাহ


চিত্র ঃ ৬.৪ অশান্ত প্রবাহ

(ii) **অসম প্রবাহ (Non Uniform flow) ঃ** কোন পাইপ বা চ্যানেল দিয়ে তরল প্রবাহিত হলে যদি এর সকল সেকশনের বেগ ও নির্গমন সমান না হয় তখন একে অসম প্রবাহ বলে।

(iii) **সুশৃঙ্খল প্রবাহ (Stream line or laminer flow) ঃ** প্রবাহের সময় তরলের অণুগুলো যদি সরলপথে চলে তবে এ প্রকার প্রবাহকে সুশৃঙ্খল প্রবাহ বলে।

(iv) **বিশৃঙ্খল প্রবাহ (Turbulent flow) ঃ** প্রবাহের সময় তরলের অণুগুলো এলোমেলোভাবে বক্রপথে চললে ঐ প্রবাহকে বিশৃঙ্খল প্রবাহ বলে।

(v) **স্বাভাবিক বা শান্ত প্রবাহ (Steady flow) ঃ** কোন প্রবাহে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমন (প্রবাহের পরিমাপ) সমান থাকলে তাকে শান্ত প্রবাহ বলে।

(vi) **অস্থির বা অশান্ত প্রবাহ (Unsteady flow) ঃ** প্রবাহ সমান না থাকলে তাকে অশান্ত প্রবাহ বলে।

(vii) **সংকোচনশীল প্রবাহ (Compressebie flow) ঃ** প্রবাহের সময় প্রবাহীর আয়তন ও ঘনত্ব পরিবর্তিত হলে ঐ প্রবাহকে সংকোচনশীল প্রবাহ বলে।

(viii) **অসংকোচনশীল প্রবাহ (Incompressible flow) ঃ** প্রবাহ পরিবর্তিত না হলে তাকে অসংকোচনশীল প্রবাহ বলে। সকল তরলের প্রবাহকে অসংকোচনশীল প্রবাহ হিসাবে গণ্য করা হয়।

(ix) **ঘূর্ণন প্রবাহ (Rotational flow) ঃ** প্রবাহের সময় প্রবাহের কণাগুলো নির্দিষ্ট অক্ষের চতুর্দিকে আবর্তিত থাকলে ঐ প্রবাহকে ঘূর্ণন প্রবাহ বলে।

(x) **অঘূর্ণন প্রবাহ (Irrotational flow) ঃ** প্রবাহ চলাকালীন সময়ে যে প্রবাহে পদার্থের কণাগুলো উহাদের নিজস্ব অক্ষ বরাবর না ঘুরে আদি অবস্থা বজায় রাখিয়াই স্থানান্তরিত হয় তাকে অঘূর্ণন প্রবাহ বলে।

(xi) **একমাত্রিক প্রবাহ (One dimentional flow) ঃ** যে প্রবাহে প্রবাহিত স্রোত ধারাকে একটি সরলরেখা দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাকে একমাত্রিক প্রবাহ বলে।

(xii) **দ্বিমাত্রিক প্রবাহ (Two dimentional flow) ঃ** দুটি একমাত্রিক প্রবাহ পরস্পর লম্বভাবে মিলিত হলে তাকে দ্বিমাত্রিক প্রবাহ বলে।

(xiii) **ত্রি-মাত্রিক প্রবাহ (Three dimentional flow) ঃ** যে প্রবাহে প্রবাহিত স্রোতধারা তিনটি পরস্পর লম্বিক দিক বরাবর অবস্থান করে তাকে ত্রি-মাত্রিক প্রবাহ বলে।

★★ **রিনোল্ড নাম্বর (Reynold's number) ঃ** প্রফেসর রিনোল্ড দেখান যে সংকট বেগ (Critical velocity) ইনার্শিয়া ফোর্স এবং ভিসকাস ফোর্স এই দুইয়ের সম্পর্ক দিয়ে নিয়ন্ত্রিত হয়। তিনি এই দুইয়ের অনুপাত হতে একটি মাত্রাবিহীন সংখ্যা উদ্ভাবন করেন যা রিনোল্ডের সংখ্যা বা রিনোল্ড নাম্বার নামে পরিচিত।

$$\text{রিনোল্ড নাম্বার, } R_N = \frac{\text{ইনার্শিয়া ফোর্স}}{\text{ভিসকাস ফোর্স}}$$

$$\text{বা, } R_N = \frac{\rho v^2}{\frac{\mu v}{d}} = \frac{\rho v}{\frac{\mu}{d}} = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{vd}{\gamma}$$

$$= \frac{\text{তরলের গড় বেগ} \times \text{পাইপের ব্যাস}}{\text{তরলের কাইনেটিক ভিসকোসিটি}}$$

$$\therefore R_N = \frac{Vd}{\gamma} = \frac{\frac{\text{দৈর্ঘ্য}}{\text{সময়}} \times \text{দৈর্ঘ্য}}{\frac{\text{ক্ষেত্রফল}}{\text{সময়}}} = \frac{\frac{L^2}{T}}{\frac{L^2}{T}} = 1$$

এখানে, ρ = তরলের ঘনত্ব, kg/m^3

V = তরলের বেগ, m/sec

D = পাইপের ব্যাস, মিটার

μ = তরলের সান্দ্রতা, kg/m-sec

রিনোল্ড নাম্বার 2000 এর কম হলে প্রবাহটি ল্যামিনার এবং সংখ্যাটি যদি 2000 থেকে 4000 এর মধ্যে হয় তবে প্রবাহটি হবে ল্যামিনার বা টারবুলেন্ট কোনটাই হয় না। কিন্তু সংখ্যা 4000 এর উর্ধ্বে হলে প্রবাহের প্রকৃতি টারবুলেন্ট (অবাধ্য) হয়। 2000 রিনোল্ড নাম্বারের ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটিকে লোয়ার ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে এবং 2400 রিনোল্ড নাম্বারের ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটিকে হায়ার ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে । সর্বনিম্ন যে বেগে ল্যামিনার প্রবাহ টারবুলেন্ট প্রবাহে পরিণত হয় তাকে সংকট বেগ বা ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি।

৬.২ নির্গমন ও নির্গমনের ব্যাখ্যা (Explain the term Discharge) ঃ

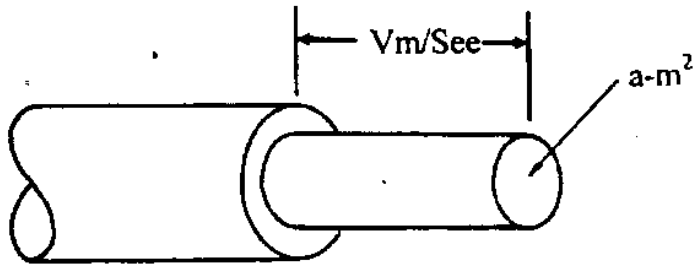
নির্গমনের হার (Rate of Discharge) ঃ কোন পাইপ বা চ্যানেলের (Channel) একটি সেকশন দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ তরল প্রবাহিত হয় তাকে প্রবাহের হার বা নির্গমন হার (Rate of Discharge) সংক্ষেপে নির্গমন (Discharge) বলে। একে Q দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মনে করি, a = পাইপের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল।

v = তরলের গড় বেগ।

Q = নির্গমন

Q = ক্ষেত্রফল × গড়বেগ



চিত্র ঃ ৬.৫ প্রবাহের ডিসচার্জ

মনে করি, a বর্গমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাইপের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে v মিটার বেগে তরল পূর্ণ অবস্থায় প্রবাহিত হচ্ছে। চিত্র হতে দেখা যায় যে, প্রতি সেকেন্ডে v মিটার দীর্ঘ, a বর্গমিটার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট সিলিন্ডার আকৃতির তরল নির্গত হচ্ছে।

সুতরাং প্রবাহিত তরলের নির্গমনের পরিমাণ = তাত্ত্বিক সিলিন্ডারের আয়তন

∴ Q = ক্ষেত্রফল × গড়বেগ

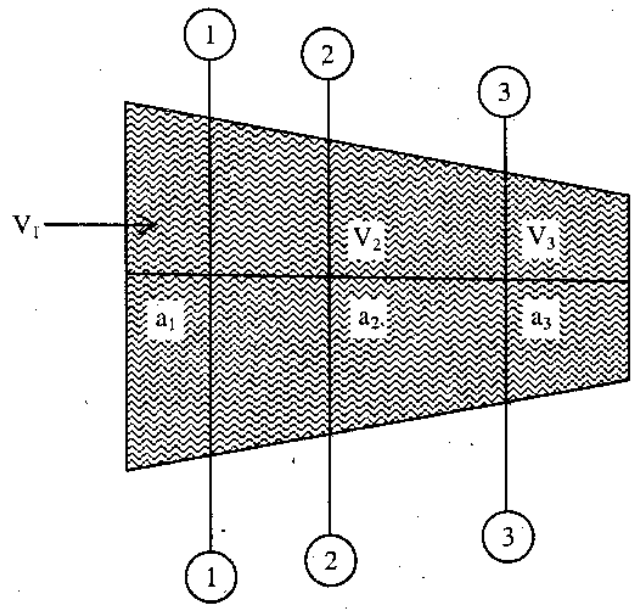
= av

$Q = av\ m^3/sec$

৬.৩ প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণ (Equation of continuity of fluid flow) ঃ

কোন পাইপ বা চ্যানেলের ভেতর দিয়ে যদি অসংকোচনশীল তরল অবিরত প্রবাহিত হতে থাকে তবে প্রতি সেকেন্ডে অতিক্রান্ত তরলের পরিমাণ পাইপের সকল সেকশনে সমান থাকে। একে প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণ বলে। তরলের প্রবাহের ক্ষেত্রে এটাই প্রথম এবং মৌলিক সমীকরণ।

মনে করি, ৬.৬ নং চিত্রের ক্রমশ পরিবর্তনশীল একটি পাইপ দিয়ে তরল পদার্থ অবিরত প্রবাহিত হচ্ছে।



চিত্র ঃ ৬.৬

এর তিনটি সেকশন। যথা ঃ a_1, a_2, ও a_3

a_1 = পাইপের 1 -1 সেকশনের ক্ষেত্রফল।

v_1 = পাইপের 1-1 সেকশনের তরলের বেগ।

একই ভাবে, a_2, v_2 এবং a_3, v_3 যথাক্রমে 2-2 এবং 3-3 সেকশনের ক্ষেত্রফল এবং বেগ।

তিনটি সেকশনে পৃথকভাবে প্রবাহিত মোট তরলের পরিমাণ যথাক্রমে,

$Q_1 = a_1v_1$

$Q_2 = a_2v_2$ এবং

$Q_3 = a_3v_3$

কিন্তু বস্তুর নিত্যতা সূত্র (Law of conservation of matter) অনুসারে আমরা জানি 1-1, 2-2, 3-3 এ তিনটি সেকশনে প্রতিটিতে প্রবাহিত তরলের পরিমাণ সমান।

$\therefore Q_1 = Q_2 = Q_3$

$\therefore a_1v_1 = a_2v_2 = a_3v_3$

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

নির্গমনের পরিমাণ $Q = av$

ধারাবাহিক সমীকরণ, $Q = a_1v_1 = a_2v_2$

এখানে, d_1 = বড় প্রান্তের ব্যাস।

d_2 = ছোট প্রান্তের ব্যাস।

a_1 = বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল।

a_2 = ছোট প্রান্তের ক্ষেত্রফল।

ক্ষেত্রফল, $a = \frac{\pi d^2}{4}$

উদাহরণ–৬.১। কোন পাইপের A ও B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 5 cm এবং 10 cm A প্রান্তের বেগ 8m/sec হলে B প্রান্তের বেগ কত? [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$d_A = 5$ cm, $V_A = 8$m / sec, $a_A = \frac{\pi}{4} \times (5)^2 = 19.63$ cm^2

$= 800$ cm / sec

$\therefore$ $d_B = 10$ cm, $V_B = ?$ $a_B = \frac{\pi}{4} \times (10)^2 = 78.54$ cm^2

আমরা জানি,

$a_A V_A = a_B V_B$

বা, $V_A = \frac{a_A V_A}{a_B}$

$= \frac{19.63 \times 800}{78.54}$

$= 199.95$ cm/sec **(Ans.)**

উদাহরণ–৬.২। একটি ট্যাপারিং পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে, যার বড় ও ছোট প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 10 cm ও 6 cm বড় প্রান্তের পানির গতিবেগ 2.5 m / sec হলে ছোট প্রান্তের গতিবেগ এবং নির্গমনের পরিমাণ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান: দেওয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 10$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.10)^2 = 0.00785$ m^2

ছোট প্রান্তের ব্যাস, $d_2 = 6$ cm $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times (0.06)^2 = 0.0028$ m^2

বড় প্রান্তের বেগ, $V_1 = 2.5$ m/sec

ছোট প্রান্তের গতিবেগ, $V_2 = ?$

আমরা জানি,

$a_1v_1 = a_2v_2$

$\Rightarrow V_2 = \frac{a_1v_1}{a_2}$

$= \frac{0.00785 \times 2.5}{0.0028}$

$= 7$m / sec (Ans)

$\therefore$ নির্গমনের পরিমাণ, $Q = a_2v_2$

$= 0.0028 \times 7$

$= 0.0196$ m^3 / sec **(Ans.)**

উদাহরণ–৬.৩। 16 cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 m / sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ এবং ঐ পাইপ ক্রমশ বাড়িয়ে 25 cm করা হলে শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৫]

সমাধান: দেয়া আছে,

$d_1 = 16$ cm $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.16)^2 = 0.02\ m^2$

$d_2 = 25$ cm $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times (0.25)^2 = 0.049\ m^2$

$V_1 = 20$ m / sec

$V_2 = ?$

$Q = ?$

আমরা জানি,

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = a_1 v_1$

$= 0.02 \times 20 = 0.40\ m^3 / sec$ (Ans)

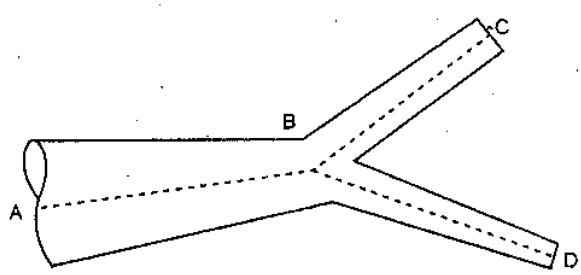
$\therefore$ শেষ প্রান্তের গতিবেগ, $V_2 = \frac{a_1 v_1}{a_2}$

$= \frac{0.02 \times 20}{0.049}$

$= 8.16$ m/sec **(Ans.)**

উদাহরণ-৬.৪। একটি পাইপ AB এর B বিন্দুতে পৃথক দুভাগে বিভক্ত হয়ে C এবং D পাইপে পরিণত হয়েছে। A, B, C এবং D অংশে পাইপটির ব্যাস যথাক্রমে 30cm, 20 cm, 18 cm এবং 15 cm হলে, B এবং D বিন্দুতে বেগ নির্ণয় কর। A এবং C বিন্দুতে বেগ যথাক্রমে 2m/sec এবং 4m/sec. [বাকাশিবো-১৯৯৬]

সমাধান: দেওয়া আছে,



A এর ব্যাস = 30 cm = 0.30 m

$\therefore$ A এর ক্ষেত্রফল, $a_A = \frac{\pi \times (0.30)^2}{4} = 0.071 m^2$

B এর ব্যাস = 20cm = 0.20m

$\therefore$ B এর ক্ষেত্রফল, $a_B = \frac{\pi \times (0.20)^2}{4} = 0.314\ m^2$

C এর ব্যাস = 18cm

$\therefore$ C এর ক্ষেত্রফল, $a_C = \frac{\pi \times (0.18)^2}{4} = 0.0254\ m^2$

D এর ব্যাস = 15 cm

$\therefore$ D এর ক্ষেত্রফল $a_D = \frac{\pi \times (0.15)^2}{4} = 0.0177\ m^2$

A এর বেগ, $v_A = 2$m/sec

C এর বেগ $v_C = 4$m/sec.

A এর নির্গমন $= Q_A$

আমরা জানি,

$Q = a_v$

$Q_A = a_A v_A$

$= 0.071 \times 2 = 0.142\ m^3$/sec.

এখন

B তে বেগ $= v_B$

C -তে বেগ $= v_C$

আমরা জানি,

$a_A v_A = a_B v_B$

$v_B = \frac{a_A v_A}{a_B}$

$= \frac{0.071 \times 2}{0.0314}$

$= 4.52$ m/sec.

প্রবাহ জিওমেট্রি (Geometry) হতে পাই,

$Q_A = Q_C + Q_D$

বা, $0.142 = a_C v_C + a_D v_D$

বা, $0.142 = 0.0254 \times 4 + 0.0177 \times v_D$

বা, $0.0177 \times v_D = 0.0404$

$V_D = 2.28$ m/sec

সুতরাং, $V_B = 4.5$ m/sec এবং $v_D = 2.28$ m/sec. **(উত্তর)**

উদাহরণ–৬.৫। প্রতিবর্গ সেন্টিমিটার 20 কি. গ্রাম চাপে একটি ট্যাংক প্রতিমিনিটে 1500 কি. গ্রাম পানি প্রবেশ করাতে কত অশ্বশক্তি ব্যয় হবে?

সমাধান: দেয়া আছে, পানির ওজন $W = 1500$ kg.

$P = 20$ Kg/ cm^2

$\omega = 0.001$ kg/ cm^3

$\therefore$ স্টেটিক হেড, $H = \frac{P}{\omega} = \frac{20}{0.001} = 20000$ cm $= 200$ m

$\therefore$ অশ্বশক্তি $= \frac{WH}{4500} = \frac{1500 \times 200}{4500} = 66.67$ hp **(Ans.)**

উদাহরণ–৬.৬। 15cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 12 m/sec বেগে পানির প্রবাহিত হচ্ছে এবং ধীরে ধীরে এটির ব্যাস বেড়ে 25 cm হলে নির্গমনের পরিমাণ ও শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭ (পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে,

প্রথম প্রান্তে পাইপের ব্যাস $d_1 = 15$ cm $= 0.15$ m

শেষ প্রান্তে পাইপের ব্যাস, $d_2 = 25$ cm $= 0.25$ m

প্রথম প্রান্তে বেগ, $V_1 = 12$ m/sec

শেষ প্রান্তের বেগ, $V_2 = ?$

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = ?$

আমরা জানি,

নির্গমনের হার, $Q = a_1 v_1$

$= \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 \times 12$

$= 0.212$ m^3 / sec

$= 212$ litre / sec **(Ans.)**

আবার,

আমরা জানি,

$a_1 v_1 = a_2 v_2$

$\Rightarrow \quad v_2 = \frac{a_1 v_1}{a_2}$

$= \frac{\frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 \times 12}{\frac{\pi}{4} \times (0.25)^2}$

$= 4.32$ m/sec **(Ans.)**

উদাহরণ–৬.৭। ক্রমশ সরু একটি পাইপ যার বড় প্রান্তের ব্যাস 20 cm এবং ছোট প্রান্তের ব্যাস 10 cm উহার মধ্যে পানি প্রবাহ হচ্ছে। বড় প্রান্তে পানির বেগ 5 m/s হলে ছোট প্রান্তের বেগ ও নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৬]

সমাধান: দেয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 20$ cm $= 0.20$ m

ছোট প্রান্তের ব্যাস, $d_2 = 10$ cm $= 0.10$ m

বড় প্রান্তের পানির বেগ, $v_1 = 5$ m/s

ছোট প্রান্তে পানির বেগ, $v_2 = ?$

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = ?$

আমরা জানি,

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = a_1v_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.20)^2 \times 5$

$= 0.157\ m^3/sec$ (Ans)

আবার, আমরা জানি

$a_1v_1 = a_2v_2$

$\therefore v_2 = \frac{a_1v_1}{a_2}$

$= \frac{\frac{\pi}{4} \times (0.20)^2 \times 5}{\frac{\pi}{4} \times (0.10)^2}$

$= 20$ m/s **(Ans.)**

উদাহরণ–৬.৮। 15 cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 m/sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ এবং পাইপের ব্যাস ধীরে ধীরে বেড়ে 25 cm হলে শেষ প্রান্তের বেগ কত? [বাকাশিবো-২০০২, ১২]

সমাধান: দেওয়া আছে,

প্রথম প্রান্তে পাইপের ব্যাস, $d_1 = 15$ cm $= 0.15$ m

শেষ প্রান্তে পাইপের ব্যাস, $d_2 = 25$ cm $= 0.25$ m

প্রথম প্রান্তে বেগ, $v_1 = 20$ m /sec

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = ?$

শেষ প্রান্তে বেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = a_1v_1$

$= \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 \times 20$

$= 0.35343\ m^3/sec$

$= 353.43$ litre / sec **(Ans.)**

আবার, আমরা জানি,

$a_1v_1 = a_2v_2$

$\therefore v_2 = \frac{a_1v_1}{a_2}$

$= \frac{\frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 \times 20}{\frac{\pi}{4} \times (0.25)^2}$

$= 7.2$ m / sec **(Ans.)**

উদাহরণ-৬.৯। 15 সেমি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 মিটার/সেকেন্ড বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ধীরে ধীরে এটির ব্যাস বেড়ে 20 সেমি. হলে নির্গমনের পরিমাণ ও শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১২(পরি)]

সমাধান:

নির্গমনের পরিমাণ $Q = a_1v_1$

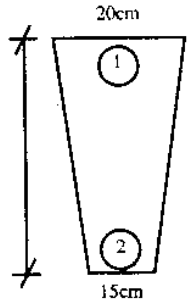
$= 0.785 \times (0.15)^2 \times 20$

$= 0.35\ m^3$

শেষ প্রান্তের বেগ $V_2 = \frac{Q}{a_2}$

$= \frac{0.35}{0.785(0.20)^2}$

$= 11.15 m/s$ **(Ans.)**



চিত্র : ৬.৮

উদাহরণ-৬.১০। 15 সে.মি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 15 সে.মি. বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানি নির্গমনের হার নির্ণয় কর। পাইপের ব্যাস ক্রমান্বয়ে বেড়ে 25 সে.মি. হলে শেষ প্রান্তের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

প্রথম প্রান্তে পাইপের ব্যাস, $d_1 = 15\ cm = 0.15\ m$

শেষ প্রান্তে পাইপের ব্যাস, $d_2 = 25\ cm = 0.25\ m$

প্রথম প্রান্তে বেগ, $v_1 = 0.15\ m/sec.$

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = a_1v_1$

$= \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 \times 0.15$

$= 0.00265\ m^3/sec.$

$= 2.65$ lit/sec **(Ans.)**

আবার,

আমরা জানি,

$a_1v_1 = a_2v_2$

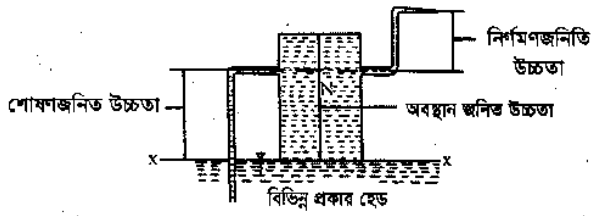
$$v_2 = \frac{v_1v_1}{a_2} = \frac{\frac{\pi}{4} \times (1.15)^2 \times 0.15}{\frac{\pi}{4}(0.25)^2}$$

$= 0.054\ m^3/sec.$

$= 54$ liter/sec. **(উত্তর)**

৬.৪ প্রবাহীর হেড ও মোট হেড (Head and total Head of Fluid) ঃ

প্রবাহীর হেড (Head of Fluid) ঃ প্রবাহীর স্থিতিশক্তি বা গতিশক্তির সমতুল তরল স্তম্ভের উচ্চতাকে হেড (Head) বলে। একে H দ্বারা প্রকাশ করা হয়। তরলের হেড অবস্থানজনিত কারণেই স্তম্ভ (Column) আকার ধারণ করে। ফলে এর নিজস্ব ওজন ও চাপ কাজ করে থাকে।



চিত্র ঃ ৬.৯ প্রবাহীর হেড

হেডের প্রকারভেদ (Types of Head) ঃ

(ক) ডেটাম লাইন এবং অবস্থানজনিত উচ্চতা বা ডেটাম হেড বা পটেনশিয়াল হেড (Datum Line and Datum Head (Z) Potential Head) ঃ শূন্য লেভেল (Zero Level) হিসেবে বিবেচিত যে কোন কাল্পনিক লাইন যেখান হতে তরলের অবস্থান নির্ণয় বা পরিমাপ করা হয় তাকে প্রবাহীর ডেটাম লাইন বলে। ডেটাম লাইন হতে তরল কণার অবস্থান পর্যন্ত লম্ব দূরত্বকে ডেটাম হেড (Datum head) বলে। Potential Head ও বলা হয়।

(খ) গতিজনিত উচ্চতা বা কাইনেটিক হেড (Kinetic Head) ঃ

তরল যখন নির্দিষ্ট বেগে প্রবাহিত হতে থাকে তখন ডেটাম লাইন হতে তরলের উচ্চতাকে গতিজনিত উচ্চতা বা কাইনেটিক হেড বলে। তরলের গতিশক্তিকে কাইনেটিক হেড হিসাবে প্রকাশ করা হয়। তরলের বেগ V হলে কাইনেটিক হেড $H = \frac{V^2}{2g}$

(গ) প্রেসার হেড (pressure Head) ঃ তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দু হতে তরলের উপরিতল পর্যন্ত খাড়া উচ্চতা বা গভীরতাকে প্রেসার হেড (Pressure Head) বলে। একে H দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং একক মিটার অথবা সেন্টিমিটার।

(Pressure Head. $H = \frac{P}{\omega}$

এখানে, P = চাপের তীব্রতা

ω = আপেক্ষিক ওজন

(ঘ) মোট হেড (Total Head) ঃ তরল পদার্থের যে কোন কণার ডেটাম হেড, কাইনেটিক হেড এবং প্রেসার হেডের যোগফলকে মোট হেড (Total head) বলে।

মোট হেড $H = Z + \frac{P}{\omega} + \frac{V^2}{2g}$

এখানে, Z = ডেটাম হেড বা পটেনশিয়াল হেড

$\frac{P}{\omega}$ = প্রেসার হেড

$\frac{V^2}{2g}$ = কাইনেটিক হেড।

(ঙ) সেন্ট্রিফিউগাল হেড (Centrifugal Head) ঃ পানি প্রবাহ পথে ঘূর্ণন গতির সম্মুখীন হলে কেন্দ্রাতিক বলে প্রভাবে সৃষ্ট হেডকে সেন্ট্রিফিউগাল হেড বলে। যদি ঘূর্ণনের করণে r_1 ব্যাসার্ধে তরলের বেগ V_1 এবং r_2 ব্যাসার্ধের বেগ V_2 হয় ($r_2 > r_1$) তবে সেন্ট্রিফিউগাল হেড $= \frac{P}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **প্রবাহীর প্রবাহ কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কোন প্রবাহী যখন একস্থান হতে অন্যস্থানে পাইপ, নালা, খাল ইত্যাদি পথ অতিক্রম করিয়া অবিচ্ছিন্ন ভাবে স্থানান্তরিত হয় তখন তাকে প্রবাহীর প্রবাহ বলে।

২। **সুষম প্রবাহ এবং অসম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৭, ০৯, ১০, ১২]

অথবা, সুশৃঙ্খল এবং বিশৃঙ্খল প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ প্রবাহের সময় তরলের সকল অংশ বেগ ও প্রবাহের পরিমাণ সমান থাকলে ঐ প্রবাহকে সুষম প্রবাহ বলে। পক্ষান্তরে সকল অংশে বেগ ও প্রবাহের পরিমাণ তথা নির্গমন অসমান হলে তাকে অসম প্রবাহ বলে।

৩। **স্বাভাবিক প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি), ০৯]

উত্তর ঃ কোন প্রবাহের প্রতি সেকেন্ডে নির্গমন (প্রবাহের পরিমাণ) সমান থাকলে তাকে স্বাভাবিক প্রবাহ বা শান্ত প্রবাহ বলে।

৪। **ঘূর্ণন প্রবাহ এবং অঘূর্ণন প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ প্রবাহের সময় প্রবাহীর কণাসমূহ নির্দিষ্ট অক্ষের চর্তুদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ প্রবাহকে ঘূর্ণন প্রবাহ বলে। পক্ষান্তরে আবর্তিত না হয়ে প্রবাহিত হলে তাকে অঘূর্ণন প্রবাহ বলে।

৫। **রিনোল্ড নাম্বার কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, নোল্ড নাম্বার কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৮(পরি), ১২(পরি), ১৪(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ প্রফেসর রিনোল্ড দেখান যে, সংকট বেগ ইনার্শিয়া ফোর্স এবং ভিসকাস ফোর্স এ দুয়ের সম্পর্ক দিয়ে নিয়ন্ত্রিত হয়। তিনি এ দুয়ের অনুপাত হতে একটি মাত্রাবিহীন সংখ্যা উদ্ভাবন করেন যা রিনোল্ড নাম্বার নামে পরিচিতি।

$$\text{রিনোল্ড নাম্বার, } R_N = \frac{\text{ইনার্শিয়া ফোর্স}}{\text{ভিসকাস ফোর্স}}$$

৬। **একমাত্রিক, দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ প্রবাহিত স্রোতধারা একটি মাত্র ধারায় চলতে থাকলে এই প্রবাহকে এক মাত্রিক প্রবাহ বলে। দুটি এক মাত্রিক প্রবাহ পরস্পর লম্বভাবে মিলিত হলে দ্বিমাত্রিক প্রবাহের সৃষ্টি হয়। যে প্রবাহে স্রোতধারা তিন দিক হতে পরস্পর লম্বভাবে মিলিত হয়ে প্রবাহিত হয় তাকে ত্রিমাত্রিক প্রবাহ বলে।

৭। **মোট হেড কী?**

অথবা, মোট হেড (Total head) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১৫(পরি)]

অথবা, Total head বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ তরল পদার্থের যে কোন কণার ডেটাম হেড কাইনেটিক হেড এবং প্রেসার হেডের যোগফলকে মোট হেড বলে।

মোট হেড $H = Z + \frac{P}{\omega} + \frac{V^2}{2g}$

Z = ডেটাম হেড

$\frac{P}{\omega}$ = প্রেসার হেড

$\frac{V^2}{2g}$ = ভেলোসিটি হেড

৮। **নির্গমনের হার বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, নির্গমনের হার কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর: কোন পাইপ বা চ্যানেলের একটি সেকশন দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ তরল প্রবাহিত হয়, তাকে প্রবাহের হার বা নির্গমন হার সংক্ষেপে নির্গমন (Discharge) বলে। একে Q দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৯। **পাইপ দিয়ে তরল সমান্তরালভাবে প্রবাহ করলে একে কোন ধরনের প্রবাহ বলে।**

অথবা, লেমিনার প্রবাহ কী? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, Laminer Flow কাকে বলে?

উত্তর: পাইপ দিয়ে তরল সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হলে একে **স্বাভাবিক প্রবাহ** বা সুশৃঙ্খল প্রবাহ (Stremline or laminar flow) বলে।

১০। **টোটাল হেডের সূত্র লিখ।**

উত্তর: টোটাল হেড, $TH = Z + \frac{\rho}{\omega} + \frac{V^2}{2g}$ মিটার।

১১। **ফ্লুইডের চাপ অতিক্রম করতে যে কৃতকাজ হয় তার সূত্রটি লিখ।**

উত্তর: কাজের পরিমাণ = WH

এখানে, W = প্রতি সেকেন্ডে প্রবেশ করানো পানির ওজন, kg

H = পানির সমতুল্য স্ট্যাটিক হেড, মিটার।

১২। **ডেটাম হেড, কাইনেটিক হেড ও প্রেসার হেড কাকে বলে?**

অথবা, ডেটাম হেড বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১২, ১২(পরি)]

উত্তর: **ডেটাম হেড ঃ** শূন্য লেভেল (Zero Level) হিসেবে বিবেচিত যে কোন কাল্পনিক লাইন যেখান হতে তরলের অবস্থান নির্ণয় বা পরিমাপ করা হয় তাকে প্রবাহীর ডেটাম লাইন বলে। ডেটাম লাইন হতে তরল কণার অবস্থান পর্যন্ত লম্ব দূরত্বকে ডেটাম হেড (Datum head) বলে। একে Potentail head ও বলা হয়।

কাইনেটিক হেড ঃ তরল যখন নির্দিষ্ট বেগে প্রবাহিত হতে থাকে তখন ডেটাম লাইন হতে তরলের উচ্চতাকে গতিজনিত উচ্চতা বা কাইনেটিক হেড বলে। তরলের গতি শক্তিকে কাইনেটিক হেড হিসেবে প্রকাশ করা হয়। তরলের বেগ V হলে কাইনেটিক হেড $H = \frac{V^2}{2g}$ হবে।

প্রেসার হেড ঃ তরল পদার্থের অভ্যন্তরে যে কোন বিন্দু হতে তরলের উপরিতল পর্যন্ত খাড়া উচ্চতা বা গভীরতাকে প্রেসার হেড (Pressure head) বলে। একে H দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং একক মিটার অথবা সেন্টিমিটার।

১৩। **সেন্ট্রিফিউগাল হেড বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর: আবর্তনকারী তরলকে পানি ঘূর্ণি বলে। কোন পানি ভর্তি বেসিনের তলদেশের ছিদ্র দিয়ে পানি বের হওয়ার সময় পানির পাক খাওয়া ঘূর্ণির একটা উদাহরণ। যদি পানি বের হতে প্রয়োগকৃত বলে আবর্তিত হয় তাকে কৃত্রিম ঘূর্ণি বলে এবং তাতে যে হেডের সৃষ্টি হয় তাকে Centrifugal head বলে।

১৪। **নির্গমন এর সূত্র লিখ।**

উত্তর: প্রবাহিত তরলের নির্গমনের পরিমাণ Q = av ms / sec

এখানে, a = পাইপের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, বর্গমিটার

v = তরলের প্রবাহ বেগ, cm / sec

১৫। **প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণটি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ধারাবাহিক সমীকরণটি হচ্ছে $Q_1 = Q_2 = Q_3$

$a_1v_1 = a_2v_2 = a_3v_3$

১৬। **টারবুলেন্ট ফ্লো এর রেনল্ড নাম্বার লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯(পরি)]

উত্তর ঃ টারবুলেন্ট ফ্লো এর রেনোল্ড নাম্বার 4000 এর বেশি।

১৭। **বিশৃঙ্খল (টারবুলেন্ট) প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ প্রবাহের সময় তরলের অনুগুলো এলোমেলোভাবে বক্রপথে চললে ঐ প্রবাহকে বিশৃঙ্খল (Turbulent flow) প্রবাহ বলে।

১৮। **প্রবাহের ধারাবাহিকতার সমীকরণ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর ঃ কোন পাইপ বা চ্যানেলের ভেতর দিয়ে যদি অসংকোচনশীল তরল অবিরত প্রবাহিত হতে থাকে তবে প্রতি সেকেন্ডে অতিক্রান্ত তরলের পরিমাণ পাইপের সকল সেকশনে সমান থাকে।

অর্থাৎ, $Q_1 = Q_2 = Q_3$

$a_1v_1 = a_2v_2 = a_3v_3$

১৯। **অসম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০৭]

অথবা, বিশৃঙ্খল (টারবুলেন্ট) প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর ঃ সকল অংশে বেগ ও প্রবাহের পরিমাণ তথা নির্গমন অসমান হলে তাকে অসম প্রবাহ বলে।

২০। **সুষম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ প্রবাহের সময় তরলের সকল অংশে বেগ ও প্রবাহের পরিমাণ সমান থাকলে ঐ প্রবাহকে সুষম প্রবাহ বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **দেখাও যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা $H = \frac{v^2}{2g}$, এখানে অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হয়।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা $H = \frac{v^2}{2g}$ [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী দেখাও যে গতিজনিত উচ্চতা (Velocity head) $H = \frac{v^2}{2g}$. [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ গতিজনিত কারণে সৃষ্ট খাড়া দূরত্বকে তরলের গতিজনিত উচ্চতা বা Velocity head বলে। তাকে H দ্বারা বুঝানো হয়। মনে করি, H ধ্রুব হেডে প্রতি সেকেন্ডে V মিটার গতিবেগে তরল প্রবাহিত হচ্ছে। ট্যাংকের উপরিভাগ তরলের উপরিতলে W ওজনের অল্প পরিমাণ তরল পদার্থের কথা চিন্তা করি।

উক্ত তরল পদার্থের স্থিতিশক্তি = WH

হারানো স্থিতিশক্তি = অর্জিত গতিশক্তি

$$WH = \frac{1}{2}mV^2$$

বা, $WH = \frac{1}{2} \times \frac{W}{g}V^2$ [$\therefore W = mg \therefore m = \frac{W}{g}$]

$\therefore H = \frac{V^2}{2g}$ মিটার **(প্রমাণিত)**

২। **ধারাবাহিক প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কিভাবে প্রয়োগ করা হয় লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, অনবরত বা ধারাবাহিকভাবে প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কীভাবে প্রয়োগ হয় দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]

অথবা, প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণটির প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর ঃ প্রবাহের ক্ষেত্রে তরলের ঘনত্ব সর্বত্র একই রকম থাকে। সুতরাং প্রতি সেকেন্ডে পাইপ বা চ্যানেলের যে কোন অংশ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ (Q) একই রকম থাকে। এক্ষেত্রে ধারাবাহিকতার সূত্র নিম্নরূপ।

$Q = av = \text{constant}$

অর্থাৎ $= a_1v_1 = a_2v_2 \therefore v_2 = \frac{Q}{a_2}$ m/sec

Q = পাইপের যে কোন অংশ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ, m^3 / sec, v_1 ও v_2 = পাইপের 1 - 1 অংশে 32 - 2 অংশে প্রবাহের গতিবেগ m / sec, a_1 ও a_2 = পাইপের 1 - 1 অংশ d2 - 2 অংশে প্রস্থচ্ছেদী ক্ষেত্রফল m^2

৩। **Q = av বুঝিয়ে লিখ।**

অথবা, প্রমাণ কর যে, Q = av [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ কোন তরল পদার্থ পাইপ বা পাইপ সাদৃশ কোন পথে প্রবাহিত হওয়ার সময় তরলের কণাগুলো নিজেদের মধ্যে ধারাবাহিকতা রক্ষা করে উক্ত পথের কোন সেকশন দিয়ে প্রতি একক সময় যে পরিমাণ তরল প্রবাহিত হয় তাকে নির্গমনের হার বা নির্গমন বলে। একে Q দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মনে করি, a বর্গমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাইপের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে v মিটার বেগে তরল (পূর্ণ অবস্থায়) প্রবাহিত হচ্ছে। লক্ষ করলে দেখা যাবে যে, প্রতি সেকেন্ডে v মিটার দীর্ঘ, a বর্গমিটার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডার আকৃতির তরল নির্গত হচ্ছে।

প্রবাহিত তরলের নির্গমনের পরিমাণ = তাত্ত্বিক সিলিন্ডার আয়তন।

বা, $Q = av\ m^3/sec$

৪। **তরলের প্রবাহ কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ প্রবাহ প্রধানত ১৩ প্রকার। যথা ঃ

১। সুষম প্রবাহ (Uniform flow)
২। অসম প্রবাহ (Non-uniform flow)
৩। সুশৃঙ্খল প্রবাহ (Stream line flow)
৪। বিশৃঙ্খল প্রবাহ (Turbulent flow)
৫। শান্ত প্রবাহ (Steady flow)
৬। অশান্ত প্রবাহ (Unsteady flow)
৭। সংকোচনশীল প্রবাহ (Compressible flow)
৮। অসংকোচনশীল প্রবাহ (incompressible flow)
৯। ঘূর্ণন প্রবাহ (Rotational flow)
১০। অঘূর্ণন প্রবাহ (Irrotational flow)
১১। একমাত্রিক প্রবাহ (One dimentional flow)
১২। দ্বিমাত্রিক প্রবাহ (Two dimentional flow)
১৩। ত্রিমাত্রিক প্রবাহ (Three dimentional flow)।

৫। **ডেটাম হেড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ কোন পাইপ বা চ্যানেলের বাইরে যে কোন কাল্পনিক রেখা হতে ঐ পাইপ বা চ্যানেলের তরল পদার্থের যে কোন কণা (Particle) পর্যন্ত খাড়া দূরত্বকে ঐ নির্দিষ্ট কণার ডেটাম হেড বা পটেনশিয়াল হেড (Potential head) বলে। একে Z দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর-একক মিটার।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ধারাবাহিক বা অবিরাম প্রবাহের সমীকরণটি লিখ এবং প্রমাণ কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **সংজ্ঞা লিখ ঃ**

(ক) সুষম ও অসম প্রবাহ, (খ) সুশৃঙ্খল ও বিশৃঙ্খল প্রবাহ, (গ) শান্ত ও অঘূর্ণন প্রবাহ (চ) এক মাত্রিক, দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক প্রবাহ।

উত্তর সংকেত ঃ ৬.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **প্রবাহীর হেড ও মোট হেড চিত্রের মাধ্যমে দেখাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

সমস্যাবলি ঃ

১। ক্রমশ সরু একটি 10 m লম্বা পাইপের বড় প্রান্তে ব্যাস 6 cm এবং উক্ত প্রান্তে প্রবাহিত তরলের বেগ 15 m / sec। ছোট প্রান্তে প্রবাহ 7m / sec সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ছোট প্রান্তের ব্যাস কত হওয়া উচিত? [**উত্তর ঃ** 8.78 cm.]

২। 300 m লম্ব পাইপের ঢাল প্রতি 100 তে 1 এবং উঁচু প্রান্ত 1m ব্যাস হতে ক্রমশ সরু হয়ে নিচু প্রান্তে 0.5m হয়েছে। পাইপের ভিতর প্রতি মিনিটে 5400 মিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। উঁচু প্রান্তে চাপ 0.7 kg/cm^2 হলে নিচু প্রান্তের চাপ কত?

[**উত্তর ঃ** 1 kg/cm^2]

৩। 30 সেমি ব্যাসের একটি প্রধান পাইপে দুই ভাগে শাখা বিস্তার করে বিভক্ত হয়েছে যাদের একটি ব্যাস 12 ব্যাস এবং অপরটির ব্যাস 8 সেমি। প্রধান পাইপের প্রবাহ বা নির্গমনের 60% প্রবাহিত হয় 12 cm ব্যাসের শাখায় এবং অবশিষ্ট 40% নির্গমন হয় 8 সেমি ব্যাসের অংশে। পাইপের যেকোন অংশের সর্বোচ্চ গড়বেগ 4 m/sec তে সীমাবদ্ধ রাখলে প্রধান পাইপের নির্গমন বের কর। [**উত্তর ঃ** $Q_2 = 0.0503\ m^3/s = 50.3$ litre /sec]

৪। একটি টেপাজি পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটির বড় প্রান্তের ব্যাস 14 cm ও ছোট প্রান্তের ব্যাস 6 cm। বড় প্রান্তে প্রবাহের গতিবেগ প্রতিসেকেন্ডে 3.50 m হলে ছোট প্রান্তের গতিবেগ ও নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** Q = 53.87 litre/s, $V_2 = 19.05$ m/s]

৫। 100 m লম্বা একটি আনুভূমিক পাইপের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 50 মিটার পানি নির্গত হচ্ছে। পাইপটির ব্যাস একটি প্রান্তে 30 cm এবং অপর প্রান্তে 20 cm। বড় প্রান্তে চাপের পরিমাণ 1 kg/cm^2 হলে ছোট প্রান্তের চাপের পরিমাণ কত?

[**উত্তর ঃ** 0.99 kg / cm^2]

৬। 0.25 সেমি ব্যাসের একটি পাইপের ভিতর দিয়ে 660 মি./মিনিট বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

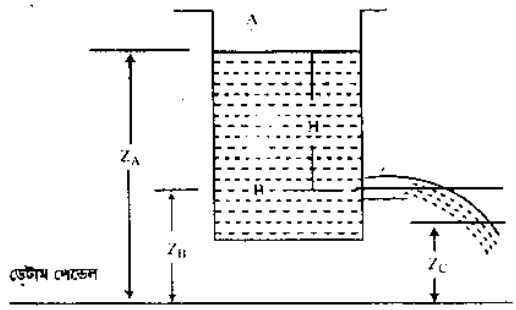
[**উত্তর ঃ** 0.054 litre.]

অধ্যায় ৭

বার্নৌলীর সূত্র
(Understand the Conceptes of Berneullies Theorem)

৭.১ বার্নৌলীর সূত্র (State the Bernoullis theorem) ঃ

অবিশ্রান্ত (Continuous) ধারায় প্রবাহমান কোন খাঁটি অসংকোচনীয় (incompressible) তরল পদার্থ এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তরিত হওয়ার সময় তার প্রবাহ পথের প্রত্যেক বিন্দুতে প্রত্যেক কণার মোট (Total) হেড সমান হবে। এটাই বার্নৌলীর সূত্র নামে পরিচিত। এটা এই ধারণার উপর প্রতিষ্ঠিত যে, তরলের প্রবাহ পথে ঘর্ষণের জন্য কোন হেডের অপচয় (Head loss) হয় না।



চিত্র ঃ ৭.১

মনে করি ৭.১ নং চিত্রে প্রদর্শিত ট্যাংকের পার্শ্বে অবস্থিত অরিফিস দিয়ে H মিটার স্টেটিক হেডে প্রতি সেকেন্ডে v মিটার গতিবেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। X – X ডেটাম লাইন। চিত্রে প্রদর্শিত বিন্দুত্রয় A, B ও C তে বার্নৌলীর সূত্র প্রয়োগ করে,

A তে টোটাল হেড = B তে টোটাল হেড = C তে টোটাল হেড

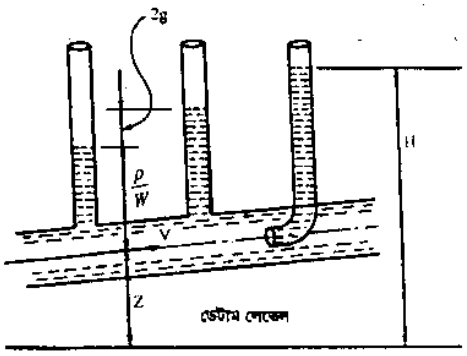
$$Z_A + \frac{P_A}{\omega} + \frac{v_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\omega} + \frac{v_B^2}{2g} = Z_C + \frac{P_C}{\omega} + \frac{v_C^2}{2g}$$

$$H + O + O = O + \frac{P_B}{\omega} + O = O + O + \frac{v_C^2}{2g}$$

বা, $H = \frac{P_B}{\omega} = \frac{vc^2}{2g}$

এখানে একটি বিষয় উল্লেখযোগ্য যে, বাস্তবে বিন্দু তিনটির মধ্যে ঘর্ষণজনিত কারণে শক্তির অপচয় ঘটতে পারে। উপরোক্ত সূত্রে এই ঘর্ষণজনিত শক্তির অপচয় হিসাব ধরা হয় নাই। এ ধরনের যে কোন শক্তির অপচয় সমীকরণের যে কোন একদিকে যোগ অথবা বিয়োগ করতে হবে। উদাহরণস্বরূপ, মনে করি B ও C বিন্দুর মধ্যে হেডের অপচয় (head loss) ঘটছে, যা তরল পদার্থের h মিটারের সমান হেড। এমতাবস্থায় B তে মোট হেড = C তে মোট হেড + শক্তির অপচয়

অর্থাৎ $Z_B + \frac{P_B}{\omega} + \frac{v_B^2}{2g} = Z_C + \frac{P_C}{\omega} + \frac{v_C^2}{2g} + h$



চিত্র ঃ ৭.২

৭.২ বার্নৌলীর সূত্রের প্রমাণ (Proved the Bernouili's theorems) ঃ

মনে করি উপরের চিত্রে প্রদর্শিত ট্যাপার্ড পাইপটির মধ্য দিয়ে তরল পদার্থ পাইপ পূর্ণ অবস্থায় চাপের মধ্যে প্রবাহিত হচ্ছে। A–A ও B–B সেকশন দুটির মাঝের তরলের আয়তন বিবেচনা করি।

মনে করি,

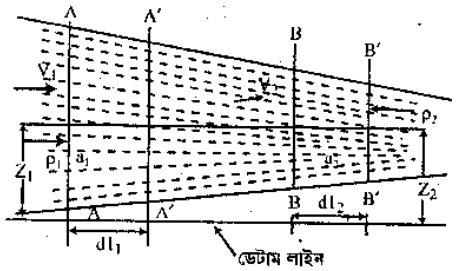
Z_1 = ডেটাম লাইন হতে AA′ সেকশনের কেন্দ্রের উচ্চতা (অবস্থানজনিত)

P_1 = AA সেকশনের চাপ,

V_1 = AA সেকশনের বেগ,

a_1 = সেকশনের ক্ষেত্রফল,

একইভাবে, Z_2, P_2, v_2 এবং a_2 যথাক্রমে BB′ সেকশনের অবস্থানজনিত উচ্চতা, চাপ, বেগ এবং ক্ষেত্রফল।



চিত্র ঃ ৭.৩

মনে করি চিত্রানুযায়ী AA এবং BB সেকশনের তরল যথাক্রমে dl_1 এবং dl_2 দূরত্ব অতিক্রম করে A′A′ এবং B′B′ সেকশনে স্থানান্তরীত হয়েছে, এখন যদি বলা হয় যে, AA এবং A′A′ সেকশন দ্বয়ের মধ্যকার তরল BB এবং B′B′ সেকশনে পৌঁছিয়েছে, তা হলে ভুল বলা হবে না। কারণ A′A′ এবং BB সেকশন দ্বয়ের মধ্যকার তরল অপরিবর্তিত রয়েছে।

মনে করি,

W = AA এবং A′A′ সেকশন দ্বয়ের মধ্যকার তরলের ওজন, কেজি, যেহেতু পাইপের মধ্যে দিয়ে তরল অবিচলিত (steady) ধারায় প্রবাহিত হচ্ছে।

সুতরাং প্রবাহের ধারাবাহিকতার সূত্র থেকে পাই-

$W = \omega a_1 dl_1 = \omega a_2 dl_2$

বা, $\frac{W}{\omega} = a_1 dl_1 = a_2 dl_2$

AA সেকশন হতে A′A′ সেকশন পর্যন্ত তরল প্রবাহিত হতে চাপ দিয়ে কাজের পরিমাণ = বল x সরণ

$= P_1 a_1 \times dl_1$ [∵ বল = চাপ x ক্ষেত্রফল]

একইভাবে BB অবস্থান হতে B′B′

অবস্থানে তরল প্রবাহিত হতে চাপ দিয়ে কাজের পরিমাণ $= -p_2 a_2 dl_2$

[(-) চিহ্ন ব্যবহৃত হওয়ার কারণ এই যে, P_2 এর দিক P_1 এর বিপরীতে। অবশ্য $P_2 a_2$ প্রতিক্রিয়া বল হিসেবে কাজ করে তাই নেগেটিভ বল হিসেবে দেখান হয়েছে।]

চাপ দিয়ে মোট কৃতকাজ $= P_1 a_1 dl_1 + (-P_2 a_2 dl_2)$

$= P_1 a_1 dl_1 - P_2 a_2 dl_2$

$= P_1 a_1 dl_1 - P_2 a_1 dl_1$ [∴ $a_1 dl_1 = a_2 dl_2$]

$= a_1 dl_1 (P_1 - P_2)$

$= \frac{W(r_1 - r_2)}{w}$

হারানো স্থিতিশক্তি $= mgh_1 - mgh_2$

$= \frac{W}{g}.gZ_1 - \frac{W}{g}.gZ_2$

$= WZ_1 - WZ_2$

$= W(Z_1 - Z_2)$

গতিশক্তির লাভ $= \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

$= \frac{Wv_2^2}{2.g} - \frac{Wv_1^2}{2g}$

$= \frac{W}{2g}(v_2^2 - v_1^2)$

হারানো স্থিতি শক্তি + চাপ দিয়ে কৃতকাজ = গতিশক্তির লাভ

$$\therefore W(Z_1 - Z_2) + \frac{W(\rho_1 - \rho_2)}{\omega} = \frac{W}{2g}(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\therefore Z_1 - Z_2 + \frac{\rho_1}{\omega} - \frac{\rho_2}{\omega} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$$

$$\therefore Z_1 + \frac{\rho_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\rho_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$$ **(প্রমাণিত)।**

✪ বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতা (Limitations of Berroullis theorem) ঃ

বার্নোলীর তত্ত্ব বা সমীকরণ কতকগুলো ধারণার উপর প্রতিষ্ঠিত, যা বাস্তবে খুব কমই সম্ভব। সুতরাং বার্নোলীর তত্ত্বের সীমাবদ্ধতাগুলো নিম্নে প্রদত্ত হল।

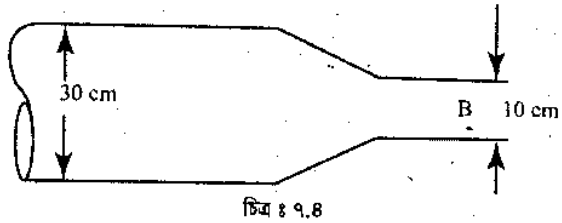
১। প্রত্যেক সেকশনে তরলের বেগ সুষম (Uniform) ধরা হয়েছে বাস্তবে উহা সুষম নয়।

২। এ সূত্রে সকল প্রকার লস অগ্রাহ্য করা হয়েছে কিন্তু বাস্তবে লস আছে।

৩। গ্রাভিটেশনাল ফোর্স ব্যতীত বাকী অন্যান্য বাহিরের ফোর্স অগ্রাহ্য করা হয়েছে। কিন্তু বাস্তবে পানি প্রবাহের জন্য পাম্পের শক্তি প্রয়োগ করা হয়।

৭.২.১ বার্নোলীর সূত্র অবলম্বনে সমস্যাবলির সমাধান (Apply the Bernoullis theorems in solving problem) ঃ

উদাহরণ–৭.১। 30 cm ব্যাসের এক পাইপকে রিডিউসারের সাহায্যে 10 cm পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়। এতে A ও B বিন্দু একই উচ্চতায় আছে। A বিন্দুতে চাপের পরিমাণ 0.15 kg/cm^2। প্রবাহের পরিমাণ 0.03m^3/sec। A ও B এর মধ্যে শক্তির অপচয় প্রতিবর্গ সেন্টিমিটারে 0.015 কিঃ গ্রাঃ এর সমতুল্য। প্রবাহিত তরল পদার্থ পানি হলে B বিন্দুতে চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ ৭.৪

সমাধান ঃ A বিন্দুতে ক্ষেত্রফল $a_A = \frac{\pi \times (0.3)^2}{4} = 0.07m^2$

B বিন্দুতে ক্ষেত্রফল $a_B = \frac{p \times (0.1)^2}{4} = 0.0078\ m^2$

A বিন্দুতে গতিবেগ, $V_A = \frac{Q}{a_B} = \frac{0.03}{0.07} = 0.43$m/sec.

B বিন্দুতে গতিবেগ, $V_B = \frac{Q}{a_B} = \frac{0.03}{0.0078} = 3.85 m/sec.$

A ও B বিন্দুর মধ্যে হারানো শক্তি 0.015 kg/cm^2 এর সমতুল্য।

$\therefore$ হারানো শক্তি $h_L = \frac{P}{\omega} = \frac{0.0015 \times 10000}{1000} = 0.15$ m.

যেহেতু A ও B বিন্দু একই উচ্চতায়। সুতরাং উক্ত দু' বিন্দুতে ডেটাম হেড পরস্পর সমান।

এখন A ও B বিন্দুতে বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে

$$\frac{P_A}{w} + \frac{(V_A)^2}{2g} = \frac{P_B}{w} + \frac{(V_B)^2}{2g} + h_2$$

বা $\frac{15 \times 10000}{100} + \frac{(0.43)^2}{2 \times 9.81} = \frac{P_B}{w} + \frac{(3.85)^2}{2 \times 9.81} + 0.15$

বা $\frac{P_B}{\omega} = 1.5 + 0.0094 - 0.755 - 0.15$

বা $P_B = 0.604 \times 1000$

বা $P_B = 604 kg/m^2$

$= 0.0604$ kg/cm^2

$= 0.0604$ kg/cm^2 **(উত্তর)**।

উদাহরণ–৭.২। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 60 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের A এবং B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 30 cm ও 20 cm। B প্রান্তের চাপ 1.25 kg/cm^2 হলে A প্রান্তের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

সমাধান: দেয়া আছে,

Q = 60 লিটার/sec

$= 60 \times 1000 = 60,000$ cm^3/sec

মনে করি,

A প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 30$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(30)^2 = 706.50$ m^2

B প্রান্তের ব্যাস, $d_2 = 20$ cm $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(30)^2 = 314c$ m^2

$V_1 = \frac{Q}{a1} = \frac{60000}{706.5} = 84.92$ cm/ sec

$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{60000}{314} = 191.08$ cm/sec

$P_B = 1.25$ kg/cm^2, $P_A = ?$ $Z_1 = 0$, $Z_2 = 0$

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{Pa}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_B}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g} \qquad \because Z_1 = Z_2 = 0$$

বা, $\frac{P_A}{\omega} + \frac{(84.92)^2}{2 \times 981} = \frac{1.25}{0.001} + \frac{(191.08)^2}{2 \times 981}$

বা, $\frac{P_A}{\omega} = 1250 + 18.61 - 3.67$

বা, $P_A = 1264.94 \times 0.001$

$P_A = 1.265$ kg/cm^2 **(Ans)**

উদাহরণ–৭.৩। **3m লম্বা ক্রমশ ছোট হওয়া একটি পাইপ খাড়াভাবে অবস্থিত, যার ভিতর দিয়ে পানি উপর হতে নিচে প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের উপরের অংশের ব্যাস 15 cm এবং নিচের অংশের ব্যাস 10 cm। যদি প্রবাহিত পানির পরিমাণ 1800 kg/min এবং উপরের অংশের চাপ 15m পানির উচ্চতার সমান হয়, তবে নিচের অংশের চাপ kg/ cm² এ বের কর।** [বাকাশিবো-২০০৮(পরি)]

সমাধানঃ দেয়া আছে,

$d_1 = 15$ cm $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(15)^2 = 176.63$ cm²

$d_2 = 10$ cm $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(10)^2 = 78.5$ cm²

$Q = 1800$ kg / min

$= \frac{1800}{60} = 30$ kg / sec $\quad \therefore$ 1kg বা লিটার = 1000 cm³

$= 30 \times 1000$ cm³ / sec

$= 30{,}000$ cm³ / sec

$V_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{30000}{176.63}$

$= 169.84$ cm/ sec

$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{30{,}000}{78.5} = 382.16$ cm / sec

$\therefore Z_1 = 3m = 300$ cm

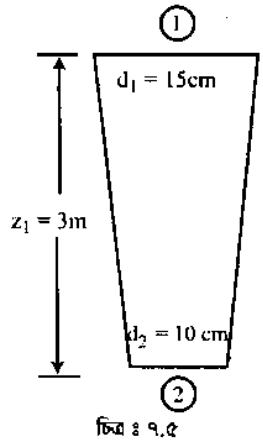
উপরের অংশের চাপ, $\frac{P_1}{\omega} = 15$ m $= 1500$ cm

নিচের অংশের চাপ $P_2 = ?$

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g} \quad \Big| \quad Z_1 = 3m = 300 \text{ cm}, Z_2 = 0$$

$$300 + 1500 + \frac{(169.84)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{P_2}{w} + \frac{(382.16)^2}{2 \times 981}$$



চিত্র ঃ ৭.৫

$$\frac{P_2}{\omega} = 300 + 1500 + 14.70 - 74.44$$

$P_2 = 1740.26 \times 0.001$

$= 1.74$ kg/cm² **(Ans)**

উদাহরণ–৭.৪ । 250 m লম্বা একটি টেপার পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 1.22 m এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 0.82m মোটা প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2.1m উপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 4.5m নিচে অবস্থিত। উপর প্রান্তে বেগ 3m/sec এবং নিচ প্রান্তের প্রেসার হেড 7.2m (পানির উচ্চতার) উপর প্রান্তের চাপের তীব্রতা kg/cm² নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১১(পরি)]

সমাধানঃ দেয়া আছে,

$d_1 = 1.22$ m $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(1.22)^2 = 1.17\ m^2$

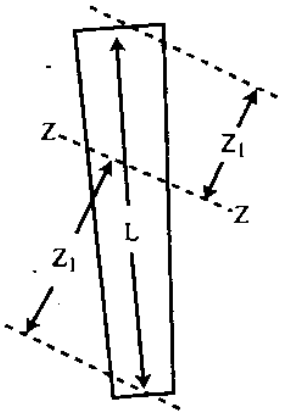
$d_2 = 0.82$ m $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(0.82)^2 = 0.53\ m^2$

$Z_1 = 2.1$m নিচু প্রান্তের প্রেসার হেড $\frac{P_2}{\omega} = 7.2$m

$Z_2 = -4.5$m

$V_1 = 3$m / sec

উচু প্রান্তের চাপ $P_1 = ?$



চিত্র ঃ ৭.৬

$a_1v_1 = a_2v_2$

$v_2 = \frac{a_1v_1}{a_2} = \frac{1.13 \times 3}{0.53}$

$= 6.62$ m/sec

মনে করি z–z ডেটাম লাইন।

আমরা জানি,

$$z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$$

বা, $2.1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{3^2}{2 \times 9.81} = -4.5 + 7.2 + \frac{(6.62)^2}{2 \times 9.81}$

বা, $\frac{P_1}{\omega} = -4.5 + 7.2 + 2.23 - 2.11 - 0.46$

বা, $\frac{P_1}{\omega} = 2.37$

বা, $P_1 = 2.37 \times 1000$

$= 2370$ kg / m²

$= \frac{2370}{100 \times 100}$

$= 0.237$ kg/ cm² **(Ans.)**

উদাহরণ–৭.৫। 5m লম্বা একটি খাড়া ট্যাপারিং পাইপের উপরের অংশের ব্যাস 7.5 cm ও নিচের অংশের ব্যাস 15 cm। পাইপটির মাঝ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ 30 লিটার হলে দু'প্রান্তের চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২(পরি)]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$d_1 = 7.5$ cm $\qquad a_1 = \frac{\pi}{4}(7.5)^2 = 44.16$ cm^2

$d_2 = 15$ cm $\qquad a_2 = \frac{\pi}{4}(15)^2 = 176.62$ cm^2 (1লিটার = 1000 cm^3)

নির্গমন Q = 30 লিটার / সে. $Z_1 = 500$ cm, $Z_2 = 0$

$= 30 \times 1000 = 30{,}000$ cm^3 / sec,

$$V_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{30000}{44.16}$$

$= 679.35$ cm/sec

$$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{30000}{176.62}$$

$= 169.86$ cm/sec

চাপের পার্থক্য $P_2 - P_1 = ?$

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g}$$

বা, $$500 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{(679.35)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{(169.86)^2}{2 \times 981}$$

বা, $$500 + 235.23 - 14.70 = \frac{P_2}{\omega} - \frac{P_1}{\omega}$$

বা, $$\frac{P_2 - P_1}{\omega} = 720.53$$

বা, $$\frac{P_2 - P_1}{\omega} = 720.53 \times 0.001$$

$= 0.720$ kg/cm^2 **(Ans)**

উদাহরণ–৭.৬। একটি 5m লম্বা পাইপ আনুভূমিকের সাথে 15° কোণে হেলানো আছে। পাইপের নিচের অংশের ব্যাস 100 cm এবং ক্রমানুসারে বৃদ্ধি পেয়ে উপরের ব্যাস 250 cm হয়েছে। নিচের অংশে প্রবাহের গতিবেগ 1m/sec হলে দুই অংশের মধ্যে চার্জের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৭(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে,

$d_1 = 100$ cm $= 1$ m $\qquad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(1)^2 = 0.785$ m^2 $\qquad V_1 = 1$ m / sec

$d_2 = 250$ cm $= 25$ m $\qquad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(2.5)^2 = 4.90$ m^2

$z_1 = 0$

$z_2 = L\sin\theta$

$= 5\sin 15°$

$= 1.294$m

যেহেতু,

$a_1 v_1 = a_2 v_2$

$$\therefore V_2 = \frac{a_1 v_1}{a_2}$$

$$= \frac{0.784 \times 1}{4.90}$$

$= 0.16$ m/ sec

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g}$$

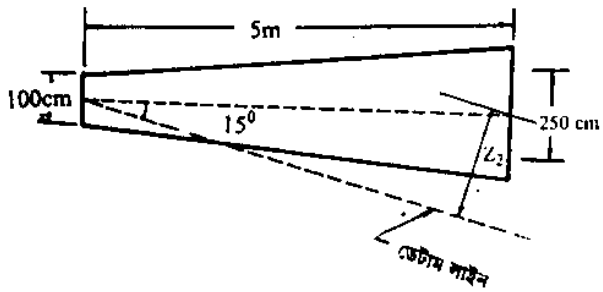
বা, $O + \frac{P_1}{\omega} + \frac{(1)^2}{2 \times 9.81}$

$$= 1.294 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{(0.16)^2}{2 \times 9.81}$$

বা, $\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = 1.294 + 0.0013 - 0.0013 - 0.051$

বা, $\frac{P_1 - P_2}{\omega} = 1.2443$

$\therefore P_1 - P_2 = 1.2443 \times 1000$
$= 1244.3 kg/m^2$ **Ans.**



চিত্র ঃ ৭.৭

উদাহরণ–৭.৭। 100 মিটার লম্বা একটি অনুভূমিক পাইপ দ্বারা 50 লিটার /sec পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের এক প্রান্তের ব্যাস 30 cm এবং অপর প্রান্ত 20 cm. বড় প্রান্তের চাপ 1kg/cm² হলে ছোট প্রান্তের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০১(পরি)]

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

$O = 50$ লিটার /sec $= 50 \times 1000 \ cm^3/sec$
$= 50,000 \ cm^3/sec$

$d_1 = 30$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(30)^2 = 706.5 \ cm^2$

$d_2 = 30$ cm $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(20)^2 = 314 \ cm^2$

$v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{50000}{706.5} = 70.77$ cm/sec

$v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{50000}{314} = 159.23$ cm/sec

$Z_1 = 0, Z_2 = 0$ ($\therefore$ অনুভূমিক অবস্থায় পাইপ থাকলে)

$p_1 = 1kg / cm^2 \ P_2 = ?$

আমরা জানি, $z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$

বা, $0 + \frac{1}{0.001} + \frac{(70.77)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{(159.23)^2}{2x\ 981}$

বা, $\frac{P_2}{\omega} = 1000 + 2.55 - 12.92$

বা, $P_2 = 989.63 \times 0.001$
$= 0.9896 \ kg/cm^2$ **(Ans)**

উদাহরণ–৭.৮। 200m লম্বা একটি পাইপ 50 cm ব্যাস হতে ক্রমশ সরু হয়ে 25 cm এ পরিণত হয়েছে এবং পাইপটি আনুভূমিকের সাথে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। যদি বৃহৎ ব্যাসের প্রান্তে চাপ 1kg/cm² হয় তবে ক্ষুদ্র ব্যাসের প্রান্তে চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। পাইপটির মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 100 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। [বাকাশিবো-১৯৯৩]

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

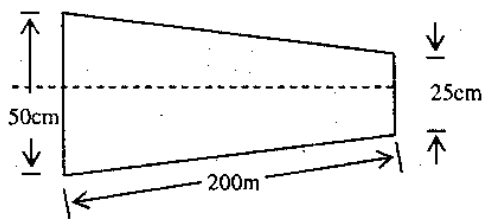
$a_1 = \frac{\pi}{4}(50)^2$

$= 19.625\ cm^2$

$a_2 = \frac{\pi}{4}(25)^2$

$= 490.625\ cm^2 \quad \therefore Z_1 = Z_2 = 0$

$P_1 = 1kg/cm^2 \qquad P_2 = ?$



চিত্র ঃ ৭.৮

$Q = 100$ liter / sec $\quad = (100 \times 1000)\ cm^2/sec$

$= 10^5\ cm^3/sec$

$\therefore Q = a_1v_1 = a_2v_2 \qquad \therefore v_1 = \frac{10^5}{1962.5} = 50.96$ cm/sec

$\therefore a_1v_1 = 10^5\ cm^3/sec \qquad \omega = 0.001\ kg/cm^3$

আবার, $a_1v_1 = a_2v_2$

$\therefore v_2 = \frac{a_1v_1}{a_2} = \frac{1962.5 \times 50.96}{490.625}$

$= 203.84$ cm/sec

বার্ণোল্লীর সূত্র প্রয়োগ করে,

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\omega_2} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P^2}{\omega}$$

বা, $O + \frac{(50.96)^2}{2 \times 980} + \frac{1}{0.001} = 0 + \frac{(203 - 84)^2}{2 \times 940} + \frac{P_2}{\omega}$

বা, $1.325 + 1000 = 21.2 + \frac{P_2}{w}$

বা, $\frac{P_2}{\omega} = 1001.325 - 21.2$

বা, $\frac{P_2}{\omega} = 980.13$

$\therefore P_2 = 0.98\ kg/cm^2$ **(Ans)**

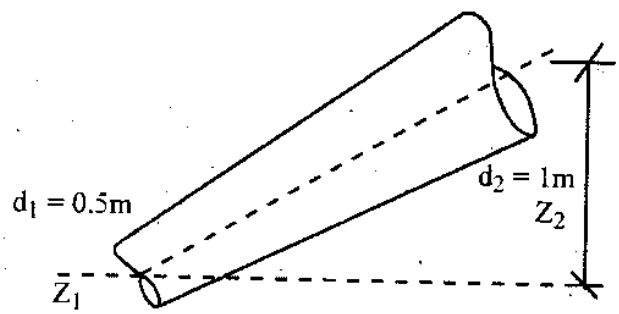
উদাহরণ–৭.৯। 300 m লম্বা পাইপের ঢাল প্রতি 100 তে এবং উঁচু প্রান্ত 1m ব্যাস হতে ক্রমশ সরু হয়ে নিচু প্রান্তে 0.5m হয়েছে। পাইপের ভিতর প্রতিমিনিটে 5400 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। উঁচু প্রান্তে চাপ 0.7kg/cm^2 হলে নিচু প্রান্তের চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান: দেওয়া আছে,

$$Z_1 = 0 = \frac{300}{100} = 3m$$

$$a_1 = 0.785\,(0.5)^2 = 0.19625\ m^2$$

$$a_2 = 0.785\,(1)^2 = 0.785\ m^2$$



চিত্র ঃ ৭.৯

$$Q = 5400\ \text{liter/min} = \frac{5400}{100 \times 60}\ m^3/sec$$

$$= 0.09\ m^3/sec \qquad [1m^3 = 1000\ \text{লিটার}]$$

$$V_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.09}{0.19625} = 0.46\ m/sec$$

$$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.09}{0.785} = 0.115\ m/sec$$

বার্নোলীর সূত্র অনুসারে,

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\omega} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\omega}$$

$g = 9.8m/s^2$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$P_2 = 0.7kg\ (cm^2 = 0.7 \times 6^4\ kg/m^2$

বা, $0 + \frac{(0.46)^2}{2 \times 9.8} + \frac{P_1}{1000} = 3 + \frac{(0.115)^2}{2 \times 9.8} + \frac{0.7 \times 100}{1000}$

বা, $0 + \frac{P_1}{1000} = 10$

বা, $P_1 = 10 \times 1000 = 10000\ kg/m^2$

$$= \frac{10000}{100 \times 100} = 1\ kg/cm^2\ \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৭.১০ । ৩ মিটার লম্বার ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস ১৫ সে.মি. এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস ৭ সে.মি. । নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে ১৪০০ লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

পাইপের দৈর্ঘ্য L = 300 cm $\therefore Z_1 = 300$ cm, $Z_2 = 0$

উপরের অংশের ব্যাস $d_1 = 15$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(15)^2 = 176.25\ cm^2$

নিচের অংশের ব্যাস $d_2 = 7$ cm $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(7)^2 = 38.47\ cm^2$

$Q = 1400\ kg/min = \frac{1400}{60} = 23.33\ kg/sec$ [1kg পানির আয়তন = 1000 cc]

$= 23.33 \times 1000$

$= 23333.33\ cm^3/sec$

চাপের পার্থক্য $P_1 = P_2 = ?$

$Q = a_1v_1 \therefore v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{23333.33}{176.25} = 132.39$ cm/sec

$\therefore V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{23333.33}{38.47} = 606.53$ cm/sec

বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$$

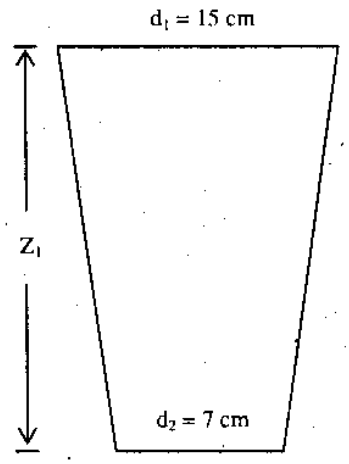
$$300 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{132.39^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{(606.53)^2}{2 \times 981}$$

বা, $\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = 187.5 - 300 - 8.93$

$\Rightarrow \frac{P_2 - P_1}{\omega} = 121.43$

$= P_2 - P_1 = 121.43 \times 0.001$ [$\therefore \omega = 0.001\ kg/cm^3$]

$= 0.12143\ kg/cm^2$ **(Ans)**



চিত্র ঃ ৭.১০

উদাহরণ-৭.১১ । একটি ভেনচুরিমিটারের প্রশস্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল $710cm^2$ এবং গলার ক্ষেত্রফল $80cm^2$ । মিটার সহগ = .99 প্রশস্ত প্রান্তের হেড 6.5m এবং গলার হেড 4.20m হলে নির্গমন কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$\text{নির্গমন } Q = \frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$= \frac{710 \times 10^{-4} \times 80 \times 10^{-4}}{\sqrt{(710 \times 10^{-4})^2 - (80 \times 10^{-4})^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 28.98} \times 0.99$$

$= 8.05 \times 10^{-3} \times 23.85 \times 0.99$

$= 0.19\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$a_1 = 710cm^2$
$= 710 \times 10^{-4} m^2$
$a_2 = 80cm^2$
$= 80 \times 10^{-4} m^2 = .99$
$H = 6.5 - 4.20$
$= 2.30m$
$h = H(s_2 - s_1)$
$= 2.3(13.6-1)$
$= 28.98m$

উদাহরণ-৭.১২। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 12cm এবং নিচ প্রান্তের ব্যাস 6cm। নির্গমনের পরিমাণ প্রতিমিনিটে 1,300 লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

বার্নোলীর সূত্র হতে পাই–

$$Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\Rightarrow 300 + \frac{P_1}{w} + \frac{(197.7)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{P_2}{w} + \frac{(766.8)^2}{2 \times 981}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_1 - P_2)}{w} = 299.69 - 300 - 19.91$$

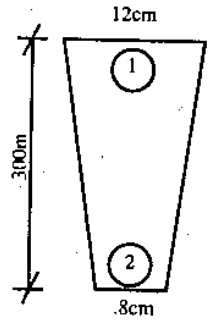
$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{w} = -20.23$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1) = 20.23 \times .001$$

$$\therefore P_2 - P_1 = 0.02 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore P_2 - P_1 = 0.02 \text{ kg/cm}^2 \textbf{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,



চিত্র ঃ ৭.১১

$Q = 1300$ l/m

$= 21.67$ l/s

$= 21.67 \times 10^3 \text{cm}^3/\text{s}$

$Z_1 = 300$ cm

$$V_1 = \frac{21.67 \times 10^3}{.785 \times 12^2} = 197.7\text{cm/s}$$

$$V_2 = \frac{21.67 \times 10^3}{0.785 \times 6^2} = 766.8 \text{ cm/s}$$

$Z_2 = 0$

$P_2 - P_1 = ?$

উদাহরণ-৭.১৩। 300m লম্বা একটি টেপার পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 1.2m এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 0.80m। মোট প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2m উপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লাইনের 4m নিচে অবস্থিত। উপর প্রান্তের বেগ 3m/s ও নিচ প্রান্তের প্রেসার হেড 7m (পানির উচ্চতায়) হলে উপর প্রান্তে চাপের পরিমাণ kg/cm^2-এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৮]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\Rightarrow 2 + \frac{P_1}{w} + \frac{3^2}{2 \times 9.81} = -4 + 7 + \frac{(676)^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{w} = 5.33 - 2 - 0.45$$

$$\Rightarrow P_1 = 2.87 \times 10^3 \text{kg/m}^2$$

$$\therefore P_1 = 0.287 \text{ kg/cm}^2 \textbf{ (Ans)}$$

$Z_1 = 2$m

$Z_2 = -4$m

$v_1 = 3$m/s

$\frac{P_2}{w} = 7$m

$P_1 = ?$

$Q = a_1 v_1$

$= .785 \times (1.2)^2 \times 3$

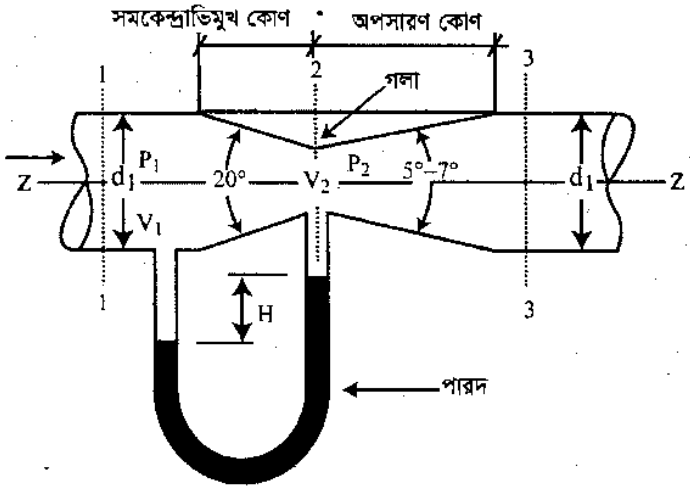
$= 3.4\text{m}^3$

$$V_2 = \frac{3.4}{0.785 \times (0.8)^2}$$

$= 6.76$m/s.

৭.৩ ভেনচুরি মিটারের বর্ণনা (Describe the construction of venturimeter and pitot tube) ঃ

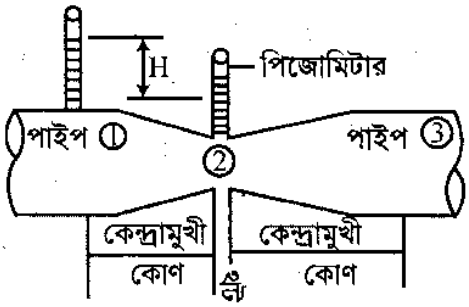
একটি পাইপের মধ্যে প্রবাহিত তরল নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে ভেনচুরি মিটার বলে। যে সকল যন্ত্রের সাহায্যে বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ হয়ে থাকে ভেনচুরি মিটার তার মধ্যে অন্যতম। সাধারণত বার্ণোলীর সূত্র নিম্নের যন্ত্রের সাহায্যে বাস্তব প্রয়োগ হয়ে থাকে। (ক) ভেনচুরি মিটার (খ) অরিফিস মিটার (গ) পিটট টিউব।



চিত্র ঃ ৭.১২ ভেনচুরি মিটার

✪ ভেনচুরি মিটার ঃ ভেনচুরি মিটার একটি পরিমাপক যন্ত্র যার সাহায্যে কোন পাইপের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তরল পদার্থের নির্গমণের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। ভেনচুরি মিটারের তিনটি অংশ যথাঃ (ক) কেন্দ্রমুখী কোণ (খ) থ্রোট (গ) কেন্দ্রভিমুখী কোণ।

এ যন্ত্রটি সহজ যা সরলভাবে একটি ছোট পাইপ দিয়ে গঠিত। ওটা প্রবাহমান তরলের পাইপের মাঝ পথে সংযুক্ত থাকে। ভেনচুরি মিটারের দু' প্রান্তের ব্যাস প্রবাহী পাইপের ব্যাসের সমান এবং মিটারটি উভয় দিক হতে সরু হয়ে মাঝখানের দিক থ্রটের সৃষ্টি করেছে। প্রবাহ পাইপ সংলগ্ন ভেনচুরি মিটারের প্রথম ভাগকে কেন্দ্রমুখী কোণ বলা হয়। প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফল ক্রমশ কমতে কমতে থ্রটে বেগ বৃদ্ধি পায় এবং চাপ হ্রাস পায়। কিন্তু উভয় ক্ষেত্রে শক্তি সমান বিধায় মিটারের প্রশস্থ পাইপ সংলগ্ন প্রান্ত ও থ্রটে বার্নোলীর সূত্রের প্রয়োগের মাধ্যমে তরল পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। মিটারে শেষ অংশ থ্রোটের পর কেন্দ্রাভিমুখী কোণ ক্রমশ বিস্তৃত হয়ে নির্গমন পাইপের সাথে মিলেছে। কেন্দ্রভিমুখী কোণ এর দৈর্ঘ্য কেন্দ্রমুখী কোণ অপেক্ষা 3 বা 4 গুণ বেশি হয়ে থাকে।



চিত্র ঃ ৭.১৩

ভেনচুরি মিটারের প্রশস্থ প্রান্ত ও থ্রটে পিজোমিটার অথবা একটি ইউ টিউব ম্যানোমিটার দিয়ে সংযুক্ত করে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। থ্রোটে বেগ বৃদ্ধি পায় ও চাপ হ্রাস পায়। প্রশস্ত পাইপ প্রান্তে ও থ্রটের মোট শক্তির পরিমাণ বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগে তরল প্রবাহের পরিমাণ হিসাব করা যায়।

ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে নির্গমন ও গতিবেগ নির্ণয় ঃ

মনে করি-

H = পিজোমিটার টিউবের চাপ জনিত উচ্চতার পার্থক্য (m)

a_1 = প্রশস্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল (m^2)

a_2 = থ্রটের ক্ষেত্রফল (m^2)

Q = নির্গমনের পরিমাণ (m^3/sec)

v_1 = প্রশস্ত প্রান্তে তরল পদার্থের বেগ (m/sec)

v_2 = থ্রটের তরল পদার্থের বেগ (m/sec)

তাহলে $Q = a_1v_1 = a_2v_2$

$\therefore v_1 = \frac{v_2a_2}{a_1}$ ..... (1)

ভেনচুরি মিটার অনুভূমিক অবস্থায় ধরে বার্নৌলীর সূত্র প্রয়োগ করেঃ

$$\frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$$

বা, $\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$ ..... (i)

বা, $\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$ ..... (ii)

v_1 এর মান সমীকরণ (i) এর মান বসাই

$$\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{\left(\frac{v_2a_2}{a_1}\right)^2}{2g}$$

$$= \frac{v_2^2}{2g}\left(1 - \frac{a_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$= \frac{v_2^2}{2g}\left(\frac{a_1^2 - a_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$v_1 = \frac{v_2a_2}{a_1}$$

আমরা জানি,

$P_1 - P_2$ কে সেকশন 1, 2 এর চাপের উচ্চতার পার্থক্য (Pressure head) এবং পাইপ যখন অনুভূমিকভাবে থাকে তখন একে H দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

$$H = \frac{V_2^2}{2g}\left(\frac{a_1^2 - a_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$V_2^2 = 2gH\left(\frac{a_1^2}{a_1^2 - a_2^2}\right)$$

$$V_2 = \frac{a_1}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}\sqrt{2gH}$$

$$Q = a_2V_2$$

$$= a_2 \cdot \frac{a_1}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}\sqrt{2g} \cdot \sqrt{H}$$

$$= \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{H}$$

কিন্তু $\frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}\sqrt{2g}$ সমীকরণের অংশটি ভেনচুরি মিটারের জন্য ধ্রুবক। একে C দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

$\therefore Q = C\sqrt{H}$

যদি ভেনচুরি মিটারের মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ বায়ুমণ্ডলে নির্গমন হয় তাহলে থ্রটে চাপ অবশ্যই বায়ুমণ্ডলীয় চাপের চেয়ে কম হবে। তাই থ্রটে শূন্যচাপের সৃষ্টি হয়। এ শূন্যচাপকে ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম বলে। সামান্য পরিমাণ প্রবাহে একে শোষণ পাম্প হিসাবে ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে প্রবাহের পথে থ্রটের সাথে একটি শোষণ টিউব সংযোগ করতে হয়।

উপরোক্ত '2' সমীকরণে H কে তাত্ত্বিক হেড হিসাবে ধরা হয়েছে। কারণ এখানে ঘর্ষণ জনিত ক্ষতির হিসাব করা হয় নাই। বাস্তব ক্ষেত্রে প্রশস্ত প্রান্ত এবং থ্রটের মধ্যে সামান্য হেড লস হয়। ফলে থ্রটের সঙ্গে সংযুক্ত প্রেসার টিউবে তরল খুব বেশী উঁচুতে উঠতে পারবে না সুতরাং সংযুক্ত টিউব দু'টিতে বা U টিউবের দুই প্রান্তে তরলের উচ্চতার প্রার্থক্য বেশি পরিলক্ষিত হয়, এ অবস্থার ভারসাম্য রাখবার জন্য উপরোক্ত সমীকরণে একটি সহগ K সংযুক্ত করা হয়। যার মান পরীক্ষা-নিরীক্ষায় বের করা যায়।

মনে করি, h = প্রকৃত উচ্চতার পার্থক্য (মিটারে)

$$Q_{ac} = KC\sqrt{h}$$

কিন্তু $Q = C\sqrt{H}$

সুতরাং $kC\sqrt{h} = C\sqrt{H}$

বা, $k = \sqrt{\frac{H}{h}}$

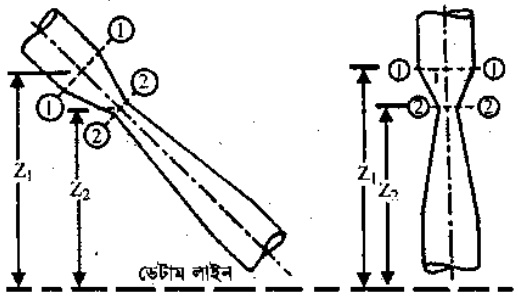
মেপে প্রকৃতপক্ষে যে হেড পাওয়া যায় তাকে ভেনচুরি হেড বলে। মিটার সহগ K এর গড় মান 0.97।

ভেনচুরি মিটারে ব্যবহৃত ইউ টিউব সাধারণত মিটারের অক্ষের সাথে খাড়াভাবে সংযোগ দেওয়া হয়, সেজন্য মিটারকে আনুভূমিক ভাবে রাখা হয়। খাড়া বা হেলানো ভাবে থাকলে তেমন অসুবিধা হয় না। তবে সেক্ষেত্রে ব্যবহারের অবস্থান অনুযায়ী ইউ টিউবের সংযোগ দিতে হয়।

✪ হেলান ভেনচুরি মিটার (Inclind Venturimeter) ঃ

মাঝে মাঝে ভেনচুরি মিটারকে হেলান বা খাড়াভাবে পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়। আনুভূমিকভাবে সংযুক্ত ভেনচুরি মিটারের মত একই সূত্র ব্যবহার করে নির্গমন বের করা হয়।

হেলান ভেনচুরি মিটার দিয়ে নির্গমন বের করার সময় প্রথমে প্রতি সেকশনের গতিবেগ বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে নির্ণয় করা হয়। তারপর ঐ সেকশনের ক্ষেত্রফলের সাথে গুণ করতে হয়।



(a) হেলান ভেনচুরি মিটার (b) খাড়া ভেনচুরি মিটার

চিত্র ঃ ৭.১৪

মাঝে মাঝে ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পানি ছাড়া অন্যান্য তরল পদার্থ যেমন তৈল, পানীয়, দুধ ইত্যাদির নির্গমন নির্ণয় করা হয়। পানি ছাড়া অন্য তরল পদার্থের জন্য নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে ভেনচুরি হেড নির্ণয় করা হয়।

$h = \frac{13.6-S}{S}$ x পারদের উচ্চতা

h = ভেনচুরি হেড।

13.6 = মারকারী বা পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

s = তৈল বা অন্যান্য পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

পানির জন্য ভেনচুরি হেড h = (13.6–1) x পারদের উচ্চতা H

এখানে পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব s = 1

ভেনচুরি হেড (Vanturi head) ঃ প্রত্যেক ভেনচুরি মিটারের সাথে U টিউব বা পিজোমিটার টিউব ব্যবহৃত হয়। পাইপ দিয়ে প্রবাহিত তরলের পরিমাণ নির্ণয়ে ভেনচুরি মিটার পাইপের সাথে সংযোগ করলে ইউ টিউব বা পিজোমিটার টিউবের উভয় বাহুর মধ্যে চাপের প্রার্থক্যের পাঠকে ভেনচুরি হেড বলে। এ হেডকে H দিয়ে প্রাকশ করা হয়, এতে লস বিবেচনা করা হয় নাই বলে তাত্ত্বিক হেড বলে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে h দিয়ে প্রকাশ করা হয় এতে লস বিবেচনা করা হয়েছে বলেই একে প্রকৃত হেড বলে।

পিটট টিউব (Pitot Tube) ঃ

পিটট টিউব একটি পরিমাপক যন্ত্র যার সাহায্যে প্রবাহমান তরল পদার্থের বেগ ও বেগজনিত উচ্চতা মাপা হয়। এ যন্ত্রটি একটি কাচ নল নিয়ে গঠিত, যার নিম্ন প্রান্ত 90° কোণে বাঁকা। এর নিম্ন প্রান্তকে প্রবাহমান তরল পদার্থের প্রবাহের দিকে মুখ করে স্থাপন করা হয়।

তরল পদার্থ টিউবের ভিতরে উপরের দিকে উঠতে থাকে, যে পর্যন্ত না গতিশক্তি স্থিতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। নদীতে পানির ভেলোসিটি পরিমাপের জন্য এ যন্ত্রটি সাধারণত ব্যবহৃত হয়।

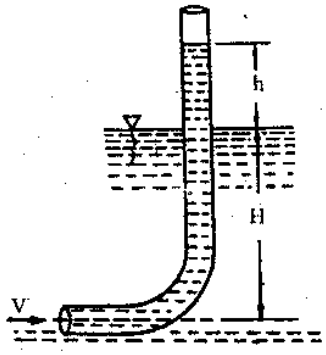
মনে করি,

h = টিউবের বাহিরে তরল পদার্থের উপরিতল হতে টিউবের ভিতরে তরলের উচ্চতা।

H = তরল পদার্থে টিউবের গভীরতা

V = তরল পদার্থের বেগ।

টিউবের মুখের ভিতর একটি বিন্দু A এবং বাহিরে আর একটি বিন্দুতে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে



পিটট টিউব

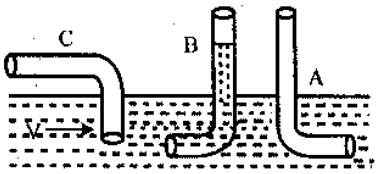
চিত্রঃ ৭.১৫

A বিন্দুতে মোট হেড = B বিন্দুতে মোট হেড

$$H = h = H + \frac{v_2}{2g}$$

$$\therefore h = \frac{v_2}{2g} \therefore v = \sqrt{2gh}$$

পিটট টিউবকে প্রবাহের অনুকূলে স্থাপন করলে টিউবে পানি প্রবেশের সুযোগ না থাকায় কোন রিডিং পাওয়া যাবে না।



চিত্রঃ ৭.১৬

প্রবাহের প্রতিকূলে স্থাপন করলে পানির প্রকৃত বেগ নির্ণয় সম্ভব এবং এভাবে পিটট টিউব স্থাপন করা হয়।

টিউবের নিম্ন প্রান্ত সমকোণে স্থাপন করলে টিউবে পানি প্রবেশের সুযোগ না থাকায় কোন পাঠ দিবে না।

এই অধ্যায়ের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

* হেডের পার্থক্য $h = H\left(\frac{s_2 - s_1}{s_1}\right)$

* নির্গমনের পরিমাণ, $Q = C \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$ (ভেনচুরিমিটার)

* পিটট টিউব দিয়ে প্রবাহের বেগ, $v = k\sqrt{2gh}$

এখানে, d_1 = বড় প্রান্তের ব্যাস
d_2 = থ্রটের ব্যাস
a_1 = বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল
a_2 = থ্রটের ক্ষেত্রফল
s_2 = পারদের আঃ গুঃ
s_1 = পানির আঃ গুঃ
C = মিটার সহগ
H = পারদ স্তম্ভের পার্থক্য
K = পিটট টিউবের সহগ

৭.৪ ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বেগ ও নির্গমন নির্ণয় (Compute discharge in a given pipe line by using venturimeter ঃ

উদাহরণ–৭.১৪ । 25 cm ব্যাসের একটি পানিবাহী নলের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার লাগানো আছে। নলটির মধ্যে দিয়ে প্রবাহের সর্বোচ্চ পরিমাণ প্রতি মিনিটে 7200 লিটার এবং প্রেসার হেড 6 মিটার। যদি উহাতে কোন প্রকার ঋণাত্মক হেড না থাকে তাহলে থ্রটের সর্বনিম্ন ব্যাস কত? k = 1 [বাকাশিবো-১৯৮৪, ৮৫]

সমাধানঃ দেওয়া আছে-

ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস d_1 =25 cm

$\therefore$ বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{\pi \times d_2^2}{4} = \frac{\pi \times (25)^2}{4} = 490.63\ cm^2$

নির্গমন Q = 7200 লিটার/মিনিট =120 লিঃ / সেঃ
$= 120 \times 1000 = 120000\ cm^3/sec$

এখানে প্রেসার হেডের পার্থক্য $H = \frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = 6m = 600\ cm$

$\because$ কোন প্রকার ঋণাত্মক হেড নাই সুতরাং H = h = 600 cm

$\therefore$ মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট, $K = \sqrt{\frac{600}{600}} = \sqrt{1} = 1$

$\therefore$ নির্গমন $Q = KC\sqrt{h}$

$$= 1 \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g} \times \sqrt{h}$$

$$= 1 \times \frac{a_1}{\frac{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}{a_2}} \times \sqrt{2g} \times \sqrt{h}$$ (লব ও হরকে a_2 দ্বারা ভাগ করে)

$$= 1 \times \frac{a_1}{\sqrt{\frac{(a_1^2 - a_2^2)}{a_2^2}}} \times \sqrt{2g} \times \sqrt{h}$$

$$= 1 \times \frac{a_1}{\sqrt{\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1}} \times \sqrt{1962} \times \sqrt{600}$$

$$120000 = \frac{490.63}{\sqrt{\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1}} \times \sqrt{1962 \times 600}\ )$$

বা, $\sqrt{\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1} = \frac{490.63 \times \sqrt{1962 \times 600}}{120000}$

বা, $\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1 = \frac{490.63^2 \times 1962 \times 600}{120000 \times 120000}$ (উভয় পক্ষ বর্গ করে)

বা, $\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 - 1 = 19.68$

বা, $\frac{a_1^2}{a_2^2} = 20.68$

$\therefore a_2^2 = \frac{(490.63)^2}{20.68} = 11640.126$

$\therefore a_2 = 107.89$ cm

আমরা জানি, প্রটের ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 107.89\ cm^2$

$$\therefore d_2^2 = \frac{107.89 \times 4}{\pi} = 137.36$$

$$d_2 = 11.72\ cm$$

উত্তর ঃ প্রটের ব্যাস, $d_2 = 11.72$ cm.

উদাহরণ–৭.১৫। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1m ও প্রটের ব্যাস 0.5m এবং এর মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও প্রটের মধ্যে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেনসিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 5cm। মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ ও প্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান ঃ দেয়া আছে-

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 1$m

প্রটের ব্যাস, $d_2 = 0.5$m

মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট $= 0.97$

$\therefore$ বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{\pi d_1}{4}$

$= \frac{\pi \times 1^2}{4}$

$= 0.785\ m^2$

$\therefore$ প্রটের ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$

$= \frac{\pi \times (0.5)^2}{4}$

$= 0.196\ m^2$

হেডের পার্থক্য $h = (13.6-1) \times 5$

$= 63$ cm

$= 0.63$ m

$$\therefore C = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g}$$

$$= \frac{0.785 \times 0.196}{\sqrt{(0.785)^2 - (0.196)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81}$$

$$= 0.897$$

$\therefore$ নির্গমন, $Q = KC\sqrt{h}$

$= 0.97 \times 0.897 \times \sqrt{0.63}$

$= 0.69\ m^3/sec$

$= 690$ litre / sec

$\therefore$ থ্রটে প্রবাহের গতিবেগ,

$$v_2 = \frac{Q}{a_2}$$

$$= \frac{0.69}{0.196} = 3.52 \text{ m/sce } \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৭.১৬। একটি ভেনচুরিমিটারের বড় প্রান্ত ও থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 10 cm ও 4 cm। ইহার মধ্যদিয়ে পানি প্রবাহের সময় বড় প্রান্ত ও থ্রোটে পিজোমিটারের পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 220 মিমি ও 20 মিমি। যদি মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.98 হয়, তাহলে প্রবাহের হার এবং থ্রোটে প্রবাহের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০০]

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 10$ cm

থ্রোট এর ব্যাস, $d_2 = 4$ cm

পিজোমিটারের পাঠ, $h_1 = 220$ mm, $h_2 = 20$ mm

ভেনচুরি হেড, $h = h_1 - h_2 = 220 - 20 = 200$ mm $= 20$ cm of mercury

$= 20 \times (13.6 - 1)$

$= 252$ cm of water

মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট, $k = 0.98$

নির্গমন, $Q = ?$

থ্রোটে প্রবাহ বেগ, $V_2 = ?$

বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল, $a_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi}{4} \times (10)^2 = 78.54\ cm^2$

থ্রোট এর ক্ষেত্রফল, $a_2 = \frac{\pi}{4} \times d_2^2 = \frac{\pi}{4} \times 4^2 = 12.57\ cm^2$

আমরা জানি,

নির্গমন, $Q = KC\sqrt{h}$

$\therefore$ ভেনচুরী ধ্রুবক, $C = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g}$

$$= \frac{78.54 \times 12.57}{\sqrt{(78.54)^2 - (12.57)^2}} \times \sqrt{2 \times 981}$$

$= 564.05$

$\therefore Q = KC\sqrt{h}$

$= 0.98 \times 564.05 \times \sqrt{252}$

$= 8774.94\ cm^3/sec$

$= 8.775$ litre/sec **(Ans)**

আবার, আমরা জানি, $Q = a_2 v_2$

বা, $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{8774.94}{12.57} = 698.09$ cm/sec

$= 6.98$ m/sec **(Ans)**

উদাহরণ–৭.১৭। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস ও থ্রটের ব্যাস যথাক্রমে 300 mm এবং 150 mm. ভেনচুরি হেড যদি 4.55m হয় তবে প্রতিঘণ্টায় কত লিটার তরল পদার্থ নির্গমন হবে নির্ণয় কর। মিটার সহগ 0.97.[বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 300\ mm = 30\ cm = 0.30m$

বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল, $a_1 = \frac{\pi}{4} \times d_1^2 = \frac{\pi}{4} \times (0.30)^2 = 0.0706\ m^2$

থ্রটের ব্যাস, $d_2 = 150\ mm = 15\ cm = 0.15m$

থ্রটের ক্ষেত্রফল, $a_2 = \frac{\pi}{4} \times d_2^2 + \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 = 0.0177\ m^2$

ভেনচুরি হেড, $h = 4.55m$

মিটার সহগ, $c = 0.97$

নির্গমন, $Q = ?$

আমরা জানি, নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = K \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

$$= 0.97 \frac{0.0706 \times 0.0177}{\sqrt{(0.0706)^2 - (0.0177)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 4.55}$$

$$= 0.169\ m^3 / sec$$

$$= 169\ litre / sec$$

$$= 169 \times 60 \times 60\ litre / hour$$

$$= 608400\ litre / hour\ \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৭.১৮। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 15 cm, থ্রটের ব্যাস 7.5 cm। যদি মিটার সহগ 0.98 এবং ভেনচুরী হেড 3.15 m হয় তাহলে প্রতি মিনিটে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 15\ cm$ $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 = 0.01766\ m^2$

থ্রটের ব্যাস, $d_2 = 7.5\ cm$ $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times (0.075)^2 = 0.0044\ m^2$

ভেনচুরি হেড, $h = 3.15\ m$

নির্গমন, $Q = ?$

আমরা জানি, নির্গমনে পরিমাণ

$$Q = k \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

$$= \frac{0.98 \times 0.01766 \times 0.0044}{\sqrt{(0.01766)^2 - (0.0044)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 3.15}$$

$$= 0.035\ m^3/sec = 2.10\ m^3/min\ \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৭.১৯। 20 cm ব্যাসের একটি পাইপের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার সংযোজিত আছে, যার মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 120 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। যদি চাপজনিত উচ্চতা পানিতে 5m হয়, তাহলে থ্রোটের ব্যাস কত হবে? (মিটার সহগ k = 1) [বাকাশিবো-১৯৯৮]

সমাধান: দেওয়া আছে,

$d_1 = 20$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (20)^2 = 314$ cm^2

ভেনচুরি হেড, $h = 5m = 500$ cm

নির্গমন, $Q = 120$ litre / sec

$= 120 \times 1000$ cm^3/sec $= 120000$ cm^3/sec

মিটার সহগ, $K = 1$

থ্রটের ব্যাস, $d_2 = ?$

আমরা জানি,

নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = K \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

বা, $120000 = 1 \times \frac{314 \times a_2}{\sqrt{(314)^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 500}$

বা, $\sqrt{(314)^2 - a_2^2} = \frac{314 \times a_2 \times \sqrt{2 \times 981 \times 500}}{120000}$

বা, $\sqrt{(314)^2 - a_2^2} = \frac{314 \times 990.45 \times a_2}{120000}$

বা, $\sqrt{(314)^2 - a_2^2} = 2.592\ a_2$

বা, $(314)^2 - a_2^2 = 6.72\ a_2^2$ [উভয় পক্ষকে বর্গ করে]

বা, $6.72\ a_2^2 + a_2^2 = 98596$

বা, $7.72\ a_2^2 = 98596$

বা, $a_2^2 = \frac{98596}{7.72}$

বা, $a_2^2 = 12771.50$

বা, $a_2 = 113.01$

বা, $\frac{\pi}{4} d_2^2 = 113.01$

বা, $d_2^2 = \frac{113.01}{0.785}$

বা, $d_2^2 = 143.96$

বা, $d_2 = 11.99$ cm $\simeq 12$ cm **(Ans)**

উদাহরণ–৭.২০। একটি 25 cm × 10 cm একটি ভেনচুরিমিটার দ্বারা প্রবাহিত তেলের পরিমাণ মাপার সময় ভেনচুরির উচ্চতা পারদে 85 cm পাওয়া গেল। যদি তেলের আঃ গুরুত্ব 0.80 এবং মিটার সহগ 0.97 হয়, তবে প্রতি মিনিটে প্রবাহিত তেলের পরিমাণ কত? [বাকাশিবো-১৯৯৩]

সমাধান: দেয়া আছে,

$\therefore d_1 = 25$ cm $\therefore a_1 = 0.785 \times (25)^2 = 490.625$ cm^2

$\therefore d_2 = 10$ cm $\therefore a_2 = 0.785 \times (10)^2 = 78.5$ cm^2

ভেনচুরি হেড, $h = 85$ cm of mercury

$= 85\left(\frac{13.6}{0.8} - 1\right)$ cm of oil

$= 1360$ cm of oil

মিটার সহগ, $K = 0.97$

আমরা জানি,

নির্গমন, $Q = KC\sqrt{h}$

$$= K\frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g} \times \sqrt{h}$$

$$= \frac{0.97 \times 490.625 \times 78.5 \times \sqrt{2 \times 981} \times \sqrt{1360}}{\sqrt{(490.625)^2 - (78.50)^2}}$$

$= 126006.14\ cm^3/sec$

$= 126.006$ litre/sec

$= 7560.36$ litre/min **(Ans)**

উদাহরণ–৭.২১। একটি ভেনচুরি মিটারকে আনুভূমিকভাবে একটি পাইপের সাথে সংযোগ করা হল। যার ব্যাস 25 cm এবং থ্রটের ব্যাস 20 cm, 2.5 kg/cm² চাপে পাইপের মধ্যে পানি প্রবাহিত হচ্ছে এবং থ্রটে ভ্যাকুয়াম গেজের পাঠ 50 cm (পারদ) যদি প্রবেশ ও থ্রটের মধ্যে ঘর্ষণজনিত অপচয় 8% হয়। তবে (ক) প্রবাহের গতি (খ) পাইপে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান: দেওয়া আছে,

$d_1 = 25\ cm = 0.25\ m$ $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.25)^2 = 0.049\ m^2$

$\therefore d_2 = 20\ cm = 0.20\ m$ $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times (0.20)^2 = 0.0314\ m^2$

$P = 2.5\ kg/cm^2$

$\therefore$ পাইপের প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{\omega}$

$$= \frac{2.5}{0.001} = 2500\ cm$$

$= 25$ m (water)

$\therefore$ থ্রটের ভ্যাকুয়াম প্রেসার হেড $= 50 \times 13.6 = 680\ cm = 6.80$ m (water)

$\therefore$ ভেনচুরি হেড, $H = 25 - (-6.8) = 31.8$ m (water) (তাত্ত্বিক হেড)

$\therefore$ অপচয় $= 31.8 \times \frac{8}{100} = 2.544$

$\therefore$ প্রকৃত হেড, h = ভেনচুরি হেড-অপচয়

$= 31.8 - 2.544$

$= 29.256$ m (water)

আমরা জানি, নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = K \times \frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \qquad K = 1$$

$$= \frac{1 \times 0.049 \times 0.0314}{\sqrt{(0.049)^2 - (0.0314)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 29.256}$$

$= 0.97994\ m^3/sec$

$= 979.94$ litre/sec **(Ans)**

$\therefore$ প্রবাহের গতিবেগ, $Q = a_1v_1$

বা, $v_1 = \frac{Q}{a_1}$

$$= \frac{0.97994}{0.049}$$

$= 19.9988$ m/sec

$\cong 20$ m/sec **(Ans)**

উদাহরণ–৭.২২। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ পথের ব্যাস 12cm ও থ্রোটের ব্যাস 4 সে.মি.। ভেনচুরি মিটারে তেল প্রবাহিত হয়। ভেনচুরি মিটারটি আনুভূমিক তলে অবস্থিত। পারদ ও তেলের গেজ পার্থক্য 150 mm হলে নির্গমন নির্ণয় কর। তেলের আঃ গুঃ 0.90 এবং ভেনচুরি সহগ 0.98. [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১০(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে

$d_1 = 12$ cm $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (12)^2 = 113.04$ cm^2

$\therefore d_2 = 4$ cm $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times 4^2 = 12.56$ cm^2

$S_1 = 0.90$
$S_2 = 13.6$
$H = 150$ mm $= 15$ cm
$K = 0.98$
নির্গমন, $Q = ?$

হেডের পার্থক্য, $h = H\frac{S_2 - S_1}{S_1} = 15\left(\frac{13.6 - 0.9}{0.9}\right)$
$= 211.67$ cm

আমরা জানি, নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = k \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$
$$= \frac{0.98 \times 113.04 \times 12.56}{\sqrt{(113.04)^2 - (12.56)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 211.67}$$
$$= 7981.67 \text{ cm}^3/\text{sec}$$
$$= 7.98 \text{ litre/sec } \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ–৭.২৩। 25 cm × 12 cm সাইজের একটি আনুভূমিক ভেনচুরি মিটার 0.8 আঃ গুঃ তেল প্রবাহিত হলে ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্য নির্ণয় কর, যদি নির্গমনের পরিমাণ 150 litre/sec হয়। [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]

সমাধান: দেয়া আছে,

$d_1 = 25$ cm $= 0.25$ m $\quad \therefore a_1 = \frac{\pi}{4} \times (0.25)^2 = 0.049$ m^2

$d_2 = 12$ cm $= 0.12$ m $\quad \therefore a_2 = \frac{\pi}{4} \times (0.12)^2 = 0.0113$ m^2

$s_1 = 0.80$
$s_2 = 13.6$
$Q = 150$ litre/sec
$= \frac{150}{1000} = 0.15$ m^3/sec

ধরি, ম্যানোমিটারের রিডিং H মিটার (পারদ)

$\therefore$ ভেনচুরি হেড, $h = H\left(\frac{s_2 - s_1}{s_1}\right) = H\left(\frac{13.6 - 0.8}{0.8}\right) = 16H$

ধরি, $K = 0.98$

আমরা জানি, নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = k \times \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

বা, $0.15 = 0.98 \times \frac{0.049 \times 0.0113}{\sqrt{(0.049)^2 - (0.0113)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 16H}$

বা, $0.15 = 0.202\sqrt{H}$

বা, $\sqrt{H} = \frac{0.15}{0.202}$

বা, $\sqrt{H} = 0.74$

বা, $H = 0.5514$ m
$= 55.14$ cm **(Ans)**

উদাহরণ-৭.২৪। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস 25 সেমি. এবং থ্রোটের ব্যাস 10 সেমি.। এটিকে আনুভূমিকভাবে স্থাপন করে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তৈল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তৈল পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য 15m পাওয়া গেল। মিটারের সহগ 0.98 হলে *L*/min এককে নির্গমনের পরিমাণ কত হবে? [বাকাশিবো-২০১০]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$= \frac{490.63 \times 78.5}{\sqrt{(490.63)^2 - (78.5)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 240} \times .98$$

$$= 53478.85 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$= 53.48 \text{ l/s}$$

$$= 3208.73 \text{ litre/min } \textbf{(Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$a_1 = 0.785 \times (25)^2$
$= 490.63\text{cm}^2$

$a_2 = 0.785 \times (10)^2$
$= 78.5\text{cm}^2$

$h = H\left(\frac{S_2 - S_1}{S_1}\right)$
$= 15\left(\frac{13.6 - 0.8}{0.8}\right)$
$= 240$ cm

$k = 0.98$

$Q = ?$

উদাহরণ-৭.২৫। ক্রমশ সরু খাড়াভাবে অবস্থিত 5m লম্বা একটি পাইপ যার ভিতর দিয়ে উপর থেকে পানি নিচে প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটির উপর অংশের ব্যাস 16cm এবং নিচের অংশের ব্যাস 10cm। প্রতিমিনিটে পাইপটি থেকে 2,000 kg পানি প্রবাহিত হলে পাইপটির দুই প্রান্তের চাপের পার্থক্য বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৩(পরি)]

বার্নোলীর সূত্র

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{P_1}{w} - \frac{P_2}{w}\right) = Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_1 - P_2)}{w} = 0 - 500 + \frac{(424.858)^2}{2 \times 981} - \frac{(165.85)^2}{2 \times 981}$$

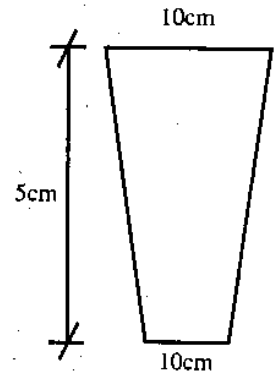
$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{w} = -500 + 91.88 - 14.01$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{w} = -422.14$$

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = -422.14 \times 0.001$$

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = -0.422 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore P_2 - P_1 = 0.422\text{kg/cm}^2 \textbf{ (Ans)}$$



চিত্র ঃ ৭.১৭

দেওয়া আছে,

$Q = 2000$ kg/min
$= 2000$ *l*/min
$= 33.33$ *l*/s
$= 33.33 \times 10^3 \text{cm}^3/\text{s}$

$V_1 = \frac{33.33 \times 10^3}{0.785 \times (16)^2}$
$= 165.85$ cm/s

$V_2 = \frac{33.33 \times 10^3}{0.785 \times (10)^2}$
$= 424.58$ cm/s

$Z_1 = 500$ cm

$P_1 - P_2 = ?$

৭.৫ পিটট টিউবের সাহায্যে বেগ ও নির্গমন নির্ণয় (Compute the velocity and discharge by the using of pitot tube) ঃ

উদাহরণ–৭.২৬। একটি 5 মিটার লম্বা পাইপ আনুভূমিকের সাথে 15° কোণে হেলানো আছে। পাইপের নীচের অংশের ব্যাস 100 সেমি. এবং ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পেয়ে উপরের ব্যাস 250 সেমি. হয়েছে। নীচের অংশে প্রবাহের গতিবেগ 100 মিটার/সে. হলে দু'অংশের মাঝে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–২০১৪(পরি)]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g}$$

বা, $\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} - Z_1$

বা, $\frac{P_1 - P_2}{\omega} = 129.41 + \frac{(160)^2}{2 \times 981} - 0$

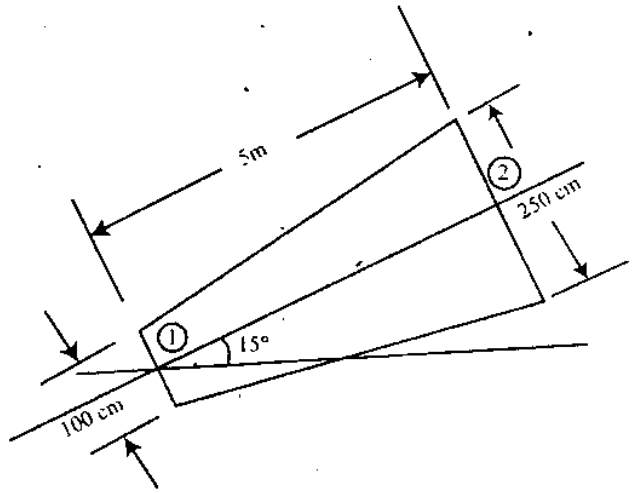
বা, $\frac{P_1 - P_2}{\omega} = 129.41 + 13.05 - 509.68$

বা, $\frac{P_1 - P_2}{\omega} = -367.22$

বা, $P_1 - P_2 = -367.22 \times 0.001$

বা, $P_1 - P_2 = -0.367$

বা, $P_2 - P_1 = 0.367\ kg/cm^2$ **(উত্তর)** ।



চিত্র ঃ ৭.১৮

দেওয়া আছে,

পাইপের দৈর্ঘ্য, $L = 5m = 500\ cm$

1 নং প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 100\ cm$

2 নং প্রান্তের ব্যাস, $d_2 = 250\ cm$

1 নং প্রান্তের ক্ষেত্রফল, $a_1 = \frac{\pi}{4} \times (100)^2$

2 নং প্রান্তের ক্ষেত্রফল, $a_2 = \frac{\pi}{4} \times (250)^2$

1 নং প্রান্তের বেগ, $v_1 = 10\ m/s$

$= 1000\ cm/s$

∴ 2 নং প্রান্তের বেগ,

$$v_2 = \frac{a_1 v_1}{a_2}$$

$$= \frac{\frac{\pi}{4}(100)^2 \times 1000}{\frac{\pi}{4} \times (250)^2}$$

$$= 160\ cm/s$$

$Z_1 = 0\ cm$

$Z_2 = 500 \sin 15°$

$= 129.41\ cm$

উদাহরণ–৭.২৭। কোন পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট তরলের বেগ মাপার জন্য একটি পিটট টিউব ব্যবহৃত হল। পিটট টিউবটি একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার এর সাথে যুক্ত, যার পাঠ পারদের 7cm এর সমান। প্রবাহের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: দেয়া আছে,

$S_1 = 0.80$

$S_2 = 13.6$

$H = 7m$

$\therefore$ প্রেসার হেডের পার্থক্য, $h = H\left(\frac{S_2 - S_1}{S_1}\right) = 7\left(\frac{13.6 - 0.8}{0.8}\right)$

$= 112$ cm of liquid

$= 1.12$ m of liquid

$\therefore$ প্রবাহের বেগ, $V = K\sqrt{2gh}$

$= 1 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.12}$

$= 4.69$ m/s **(Ans)**

উদাহরণ–৭.২৮। একটি পাইপে প্রবাহিত পানির বেগ মাপার সময় পাইপের কেন্দ্রে অবস্থিত পিটট টিউবে 5cm পানির উচ্চতা পাওয়া গেল। যদি পানির প্রকৃত বেগ কেন্দ্রের বেগের $\frac{2}{3}$ অংশ হয়, তবে পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতিমিনিটে নির্গত পানির পরিমাণ কত? পাইপের ব্যাস 25 cm.

সমাধান: দেয়া আছে, পানির উচ্চতা $h = 5$ cm

$d = 25$ cm

পানির প্রকৃত বেগ, $V = \frac{2}{3}V_1$ | $K = 1$ (ধরি)

$\therefore$ পাইপের কেন্দ্রে বেগ, $V_1 = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2 \times 9.81 \times 5}$

$= 99.04$ cm/sec

$\therefore$ প্রকৃত বেগ, $V = \frac{2}{3} \times 99.04$

$= 66.03$ cm/sec

$\therefore$ নির্গমনের পরিমাণ, $Q = av$

$= \frac{\pi}{4} \times (25)^2 \times 66.03$

$= 32395.97$ cm^3 / sec

$= \frac{32395.97 \times 60}{1000}$

$= 1943.76$ litre/min **(Ans)**

উদাহরণ-৭.২৯। 8m ব্যাস এবং 10m উঁচু একটি পাত্রের তলদেশে একটি অর্ধগোলক লাগানো আছে। পাত্রের তলদেশে 200cm^2 এর অরিফিস দ্বারা পানিতে পূর্ণ পাত্র খালি হতে কত মিনিট সময় লাগবে? [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান:

আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় সময় $T = \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}}\left(\frac{2}{3}RH^{1.5} - \frac{1}{5}H^{2.5}\right)$

$= \frac{2\pi}{.62 \times 0.02 \times \sqrt{2 \times 9.81}} \times \left(\frac{2}{3} \times 4 \times (10)^{1.5} - \frac{1}{5} \times (10)^{2.5}\right)$

$= 2411.67$ sec.

$= 40.20$ min **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$R = \frac{8}{2} = 4m$

$H = 10m$

$a = 200cm^2$

$= 0.2\ m^2$

$C_d = 0.62$

উদাহরণ–৭.৩০। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1.25 মিটার এবং থ্রটের 0.65 ব্যাস মিটার এর মাঝ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও থ্রটের মাঝে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেন্সিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 7.5 সে.মি.। মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ ও থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

বড় প্রান্তের ব্যাস, $d_1 = 1.25$ m

থ্রটের ব্যাস, $d_2 = 0.65$m

মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট = 0.97

বড় প্রান্তের ক্ষেত্রফল, $A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \times (1.25)^2}{4} = 1.23\ m^2$

থ্রটের ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \times (0.65)^2}{4}$

$= 0.332 m^2$

হেডের পার্থক্য $h = (13.6 - 1) \times 7.5$

$= 94.5$ cm

$= 0.945$ cm

$$\therefore C = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g}$$

$$= \frac{1.23 \times 0.332}{\sqrt{(1.23)^2 - (0.332)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81}$$

$= 1.53$

$\therefore$ নির্গমন $Q = kc\sqrt{h}$

$= 0.97 \times 1.53 \times \sqrt{0.945}$

$= 1.44\ m^3/sec$

$= 1440$ lit/sec

$\therefore$ থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ,

$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{1.44}{0.332} = 4.34$ m/sec **(Ans.)**

উদাহরণ-৭.৩১। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের ওপরের প্রান্তের ব্যাস 12cm এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 6cm। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে 1500 লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান ঃ

বার্নোলীর সূত্র হতে পাই–

$$Z_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\Rightarrow 300 + \frac{p_1}{w} + \frac{(221.16)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{p_2}{w} + \frac{(884.64)^2}{2 \times 981}$$

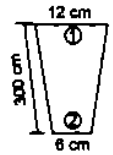
$$\Rightarrow \frac{(P_1 - P_2)}{w} = 398.69 - 300 - 24.93$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{w} = 73.76$$

$\Rightarrow P_1 - P_2 = 73.76 \times 0.001$

$\Rightarrow P_1 - P_2 = 0.07\ kg/cm^2$ (Ans.)

দেওয়া আছে,



চিত্র ঃ ৭.১৯

$Q = 1500$ L/min

$= 25$ L/sec

$= 25 \times 10^3\ cm^3$

$Z_1 = 300$ cm

$$v_1 = \frac{25 \times 10^3}{0.785 \times (12)^2}$$

$= 221.16$ cm/sec

$$V_2 = \frac{25 \times 10^3}{0.785 \times (6)^2} = 884.64 \text{ cm/sec}$$

$Z_2 = 0$

$P_1 - P_2 = ?$

উদাহরণ-৭.৩২। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস 18 cm এবং থ্রোটের ব্যাস 12 cm। এটি আনুভূমিকভাবে স্থাপন করে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তেল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তেল-পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য 25 cm পাওয়া গেল। মিটারের সহগ 0.98 হলে লিটার/মিনিট এককে নির্গমন কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$= \frac{254.34 \times 113.04}{\sqrt{(254.34)^2 - (113.04)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 400} \times 0.98$$

$= 109552.82\ cm^3/sec$

$= 6573.17$ liter/min (Ans)

দেওয়া আছে,

$a_1 = 0.785 \times (18)^2 = 254.34\ cm^2$

$a^2 = 0.785 \times (12)^2 = 113.04\ cm^2$

$h = H\left(\frac{s_2 - s_1}{s_1}\right) = 25\left(\frac{13.6 - 0.8}{0.8}\right) = 400$ cm

$k = 0.98$

$Q = ?$

উদাহরণ-৭.৩৩। 2.5m দীর্ঘ একটি পাইপ ক্রমশ সরু খাড়াভাবে অবস্থিত যাহার ভিতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের উপরের ব্যাস 10 cm, নিচের ব্যাস 5 cm যদি নির্গমনের পরিমাণ 1250kg/min পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০১]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$Z_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$250 + \frac{p_1}{w} - \frac{p_2}{w} = 0 + \frac{(1061.57)^2}{2 \times 981} - \frac{(265.39)^2}{2 \times 981}$$

বা, $\left(\frac{p_1}{w} - \frac{p_2}{w}\right) = \frac{(1061,57)^2}{2 \times 981} - \frac{(276.39)^2}{2 \times 981} - 250$

$$\frac{p_1 - p_2}{w} = 288.48$$

$p_1 - p_2 = 288.4 \times w$

$= 288.4 \times 0.001$

$= 0.288\ kg/cm^2$ (উত্তর)

দেওয়া আছে,

$Q = 1250$ kg/min $= \frac{1250 \times 1000}{60}\ cm^3/sec = 20833.3\ cm^3/sec$

$v_1 = \frac{20833.3}{0.785 \times (10)^2} = 265.39$ cm/sec

$v_2 = \frac{20833.3}{0.785 \times (5)^2} = 1061.57$ cm/sec

$Z_1 = 2.5$ m $= 250$ cm

$p_1 - p_2 = ?$

উদাহরণ-৭.৩৪। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ও থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 9.5 সেমি এবং 4 সেমি.। ব্যবহৃত ম্যানোমিটারে তরল পারদের পার্থক্য 13 সে.মি। যদি মিটার সহগ 0.98 এবং মিটারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তরলের আঃ গুরুত্ব 0.85 হয়, তবে প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৯]

সমাধান:

আমরা জানি,

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$= \frac{70.85 \times 12.56}{\sqrt{(70.85)^2 - (12.56)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 195} \times 0.98$$

$= 7735.99\ cm^3/sec$

$= 7.74$ lit/sec (উত্তর)।

দেওয়া আছে,

$a_1 = 0.785 \times (9.5)^2 = 70.85\ cm^2$

$a_2 = 0.785 \times (4)^2 = 12.56/cm^2$

$h = H\left(\frac{s_2 - s_1}{s_1}\right) = 13\frac{(13.6 - 0.85)}{0.85} = 195$ cm

$K = 0.98$

উদাহরণ-৭.৩৫। 0.1 মিটার × 0.05 মিটার আকৃতির ভেনচুরি মিটার পানির প্রবাহ নির্ণয়ের জন্য সংযোগ করা হল। ইহার সঙ্গে সংযুক্ত একটি পারদ ব্যবহৃত ম্যানোমিটার এর পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 3 cm হলে এ মুহূর্তে নির্গমনের পরিমাণ কত হবে? [বাকাশিবো-৯৮ (পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$d_1 = 0.1m = 10$ cm
$a_1 = 0.785 \times (10)^2$
$= 78.5$ cm^2
$d_2 = 0.05$ m
$= 5$ cm
$a_2 = 0.785 \times (5)^2$
$= 19.625$ cm^2
$= 3\left(\frac{(13.6-1)}{1}\right)$
$= 37.8$ cn
ধরি, $k = .98$

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$= \frac{78.5 \times 19.625}{\sqrt{(78.5)^2 - (19.625)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 37.8} \times 0.98$$

$= 5409$ cm^3/sec
$= 5.40$ litre/sec **(উত্তর)**

উদাহরণ-৭.৩৬। 10 সে.মি. ব্যাসের একটি আনুভূমিক পাইপের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার লাগানো আছে যার মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 20 লিটার পানি প্রবাহিত হয়। ডিফারেনসিয়াল ইউ টিউব ম্যানোমিটারের পাঠ 60 সে.মি. পারদে দেখায়। যদি মিটার সহগ 0.95 হয়, তাহলে থ্রোটের ব্যাস কত হবে? [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৯]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$d_1 = 10$ cm
$a_1 = 0.785 \times (10)^2$
$= 78.5$ cm^2
$a_2 = 0.785\ d_2^2$
$d_2 = ?$
$k = 0.95$
$h = 60$ cm
$Q = 20$ lit/sec
$= 20 \times 10^3$ cm^3/sec

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$\text{বা, } 20 \times 10^3 = \frac{(76.5) \times 0.785 \times d_2^2}{\sqrt{(78.5)^2 - (0.785 \times d_2^2)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times 60} \times 0.95$$

বা, $(61.62d_2^2) = (20 \times 10^3)^2 \times \{(78.5)^2 - (0.785 \times d_2^2)\} \times (2 \times 981 \times 60) \times (0.95)^2$
বা $3797d_2^4 = 4.24962 \times 10^{13}\ (6162.25 - 0.6162d_2^4)$
বা, $3797d_2^4 = 2.618766 \times 10^{17} - 2.61866\ 10^{13}d_2^4$
$2.618966 \times 10^{13}d_2^4 = 2.618766 \times 10^{17}$
$d_2^4 = 10000$
$d_2^2 = 100$
$d_2 = 10$ cm **(উত্তর)**

উদাহরণ-৭.৩৭। একটি ভেনচুরি মিটারের মধ্যে দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে যার প্রশস্ত এবং থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 12 সেমি এবং 5 সেমি। উক্ত প্রান্ত দুটির মধ্যে একটি ইউটিউবের পারদ স্তম্ভের পার্থক্য নির্ণয় কর। মিটার সহগ 0.97 নির্গমন Q = 9.572 litre/sec. [বাকাশিবো-৯৮]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$d_1 = 12$ cm
$a_1 = 0.785 \times (12)^2$
$= 113.04$ cm^2
$d_2 = 5$ cm
$a_2 = 0.785 \times (5)^2$
$= 19.625$ cm^2
$h = ?$
$k = 0.97$
$Q = 0.572$ litre/sec
$= 0.572 \times 10^3$ litre/sec.

আমরা জানি,

$$Q = \frac{a_1a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh} \times k$$

$$9.572 \times 10^3 = \frac{113.04 \times 19.625}{\sqrt{(113.04)^2 - (19.625)^2}} \times \sqrt{2 \times 981 \times h} \times 0.97$$

বা, $9.572 \times 10^3 = 19.93 \times 44.3 \times 0.97 \times \sqrt{h}$
বা, $9.572 \times 10^3 = 856.4 \times \sqrt{h}$
$\sqrt{h} = 11.18$
$h = (11.18)^2$
$= 124.9$
$= 125$ cm **(উত্তর)**

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বার্ণোলীর সূত্র কী?** [বাকাশিবো-২০০৩(পরি), ০০(পরি)]

অথবা, বার্ণোলীর সূত্রটি লেখ। বাকাশিবো-২০০৮, ০৯ ১১(পরি), ১৩, ১৩(পরি)]

উত্তর ঃ অবিশ্রান্ত (Continuous) ধারায় প্রবাহমান কোন একটি অসংকোচনীয় (Incompressible) তরল পদার্থ এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তরিত হওয়ার সময় তার প্রবাহ পথের যে কোন অবস্থানে প্রতিটি কণার মোট হেড বা মোট শক্তি সর্বদা সমান থাকবে। এটাই বার্ণোলীর সূত্র। গাণিতিক ভাবে, $z_1 + \frac{P_1}{W} + \frac{V_1^2}{2y} = z_2 + \frac{P_2}{W} + \frac{V_2^2}{2y}$

২। **বার্ণোলির সূত্রের তিনটি বাস্তব প্রয়োগ উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ বার্ণোলীর সূত্রের অসংখ্য বাস্তব প্রয়োগ থাকলেও নিচেরগুলো বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য ঃ
(১) ভেনচুরি মিটার (২) অরিফিস মিটার (৩) পিটট টিউব।

৩। **বার্ণোলীর সূত্রানুসারে মোট হেড কী?**

উত্তর ঃ বার্ণোলীর সূত্রানুসারে মোট হেড = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি + চাপ শক্তি = পটেনশিয়াল হেড + কাইনেটিক হেড + প্রেসার হেড।

৪। **ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে কী কাজ করা হয়?**

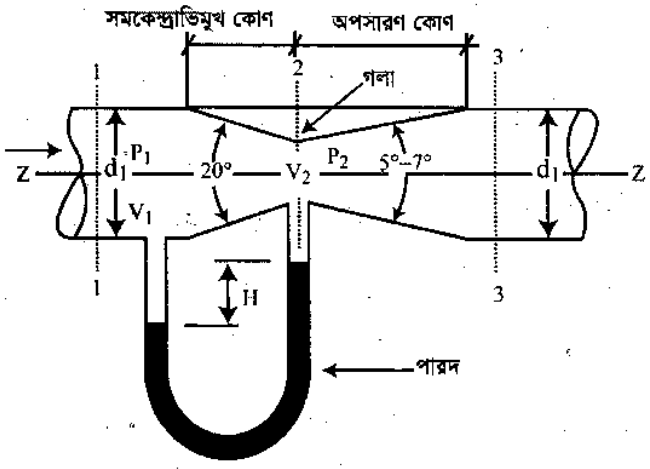
উত্তর ঃ ভেঞ্চুরি মিটারের সাহায্যে কোন পাইপের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত তরলের নির্গমন নির্ণয় করা যায়।

৫। **বার্ণোলির সূত্রের সাহায্যে কোন কোন যন্ত্রের বাস্তব প্রয়োগ সম্ভব ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ ১। ভেনচুরি মিটার ২। অরিফিস মিটার (৩) পিটোট টিউব।

৬। **একটি ভেনচুরি মিটারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ দেখাও।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ভেনচুরি মিটার

৭। **ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম কী?** [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]

অথবা, ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]

অথবা, ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ভেনচুরি মিটারের মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ বায়ুমণ্ডলে নির্গত হলে থ্রটে চাপ অবশ্যই বায়ুমণ্ডলীয় চাপের চেয়ে কম হবে। এতে থ্রটে শূন্য চাপের সৃষ্ট হয়। এ শূন্য চাপকে ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম বলে।

৮। **ভেনচুরি হেড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৩, ১৪]

অথবা, ভেনচুরি হেড কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১০(পরি), ১৪(পরি)]

উত্তরঃ প্রত্যেক ভেনচুরি মিটারের সাথে ইউ (U) টিউব বা পিজো মিটার টিউব সংযোগ করা হয়। পাইপ দিয়ে নির্গত বা প্রবাহিত তরলের পরিমাণ ভেনচুরি মিটার পাইপের সাথে সংযোগ করলে U টিউব বা Pizometer tube এর উভয় বাহুর মধ্যে চাপ পার্থক্যের পাঠকে ভেনচুরি হেড বলে।

৯। **পিটট টিউব কী? পিটোট টিউবের সাহায্যে কী মাপা যায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৫(পরি)]

অথবা, পিটট টিউব দিয়ে কী করা যায়?

অথবা, পিটট টিউব দিয়ে কী করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, পিটট টিউব কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০(পরি), ১২]

উত্তরঃ পিটট টিউব একটি পরিমাপক যন্ত্র, যার সাহায্যে প্রবাহমান তরল পদার্থের বেগ ও বেগজনিত উচ্চতা মাপা হয়। এ যন্ত্রটি একটি কাচনল দিয়ে গঠিত। যার নিম্নপ্রান্ত 90° কোণে বাঁকা। এর নিম্নপ্রান্তকে প্রবাহমান তরল পদার্থের প্রবাহের দিকে মুখ করে স্থাপন করা হয়। পিটট টিউবের সাহায্যে প্রবাহমান তরলের বেগ ও বেগজনিত উচ্চতা পরিমাপ করা যায়।

১০। **ভেনচুরি মিটার কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, ভেনচুরি মিটার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, ভেনচুরী মিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের কী নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

অথবা, ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের কী নির্ণয় করা যায়? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তরঃ ভেনচুরি মিটার এমন একটি যন্ত্র যার সাহায্যে কোন পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত তরলের নির্গমন (Discharge) নির্ণয় করা যায়। ভেনচুরি মিটারের দু'প্রান্ত ক্রমশ টেপার হয়ে মাধ্যাংশে খুবই সরু হয়। সরু অংশকে মিটারেরর থ্রট বলে। প্রশস্ত ও সরু প্রান্তে পিজোমিটার টিউব ব্যবহারের মাধ্যমে দুপ্রান্তে চাপের পার্থক্যের সাহায্যে পাইপ দিয়ে প্রবাহিত তরলের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

১১। **ভেনচুরি মিটারকে কেন আনুভূমিক রাখা হয়? উল্লম্ব বা কৌণিকভাবে রাখলে কোন অসুবিধা হবে কী?**

উত্তরঃ ভেনচুরি মিটারে ব্যবহৃত ইউ-টিউব সাধারণত মিটারের অক্ষের সাথে খাড়াভাবে সংযোগ দেয়া হয়। সে জন্য ব্যবহারের সময় মিটারকে অনুভূমিক রাখা হয়।

উল্লম্ব বা কৌণিক ভাবে রাখলে কোন অসুবিধা হবে না। তবে সেক্ষেত্রে ব্যবহারের অবস্থান অনুযায়ী ইউ-টিউবের সংযোগ দেয়া হয়।

১২। **পিটট টিউব প্রবাহের অনুকূলে, প্রতিকূলে এবং সমকোণে স্থাপন করলে কী ধরনের পাঠ দিবে?**

উত্তরঃ পিটট টিউবকে প্রবাহের অনুকূলে স্থাপন করলে টিউবে পানি প্রবেশের সুযোগ না থাকায় কোন রিডিং পাওয়া যাবে না। প্রবাহের প্রতিকূলে স্থাপন করলে পানির প্রকৃত বেগ নির্ণয় সম্ভব এবং এভাবে পিটোট টিউব স্থাপন করা হয়। টিউবের নিম্নপ্রান্ত সমকোণে স্থাপন করলে টিউবে পানি প্রবেশের সুযোগ না থাকায় কোন পাঠ দিবে না।

১৩। **ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে তেলের নির্গমন বের করতে h কিভাবে নির্ণয় করা হয়?**

উত্তরঃ ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পানি ছাড়া অন্য তরল পদার্থ যেমন দুধ, তেল ইত্যাদি তরল পদার্থের নির্গমন করতে নিচের সূত্র ব্যবহার করে ভেনচুরি হেড নির্ণয় করা হয়।

$$h = \text{পারদের উচ্চতা} \times \left(\frac{13.6-S}{S}\right)$$

এখানে, h = ভেনচুরি হেড, S = তেল বা অন্যান্য পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

১৪। ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]

উত্তর ঃ নির্গমন, $Q = KC\sqrt{h}$

এখানে, K = মিটার সহগ

$$C = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2g}$$

h = প্রকৃত হেড।

১৫। ভেনচুরি মিটারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ ভেনচুরি মিটারের সুবিধা হচ্ছে, এটি অরিফিস মিটারের তুলনায় আরো সঠিক এবং অরিফিসের তুলনায় বিস্তৃত প্রবাহের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায়। এতে হারানো চাপ প্রায় ৯০% রিকভার করা যায়। আবার অসুবিধা হচ্ছে, ভেনচুরি মিটার ভারী এবং রক্ষণাবক্ষেণ সহজ নয়।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

১। প্রমাণ কর যে, $Z_1 + \frac{\rho_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\rho_2}{\omega} + \frac{(V_2)^2}{2g}$

অথবা, বার্নোলীর সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $Z_1 + \frac{\rho_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\rho_2}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g}$ (নোটেশনগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮(পরি), ০৯(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, বার্নোলীর উপপাদ্যটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটির প্রমাণ দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটি চিত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী বার্নোলীর সূত্রটি প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, বিভিন্ন নোটেশনের ব্যাখ্যা এবং চিত্রসহ বার্নোলীর সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, চিত্রের সাহায্যে বার্নোলীর সূত্রটি প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ১০(পরি), ১২(পরি), ১৪]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। প্রবাহমান তরল পদার্থের তিনটি বিন্দুতে এর মোট হেড সমান। চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। প্রমাণ কর যে, ভেনচুরি মিটারের ভিতর দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ, $Q = KC\sqrt{H}$,

অথবা, প্রমাণ কর যে, $Q = C\sqrt{H}$ (ভেনচুরি মিটারের নির্গমন নির্ণয়ে ক্ষেত্রে) [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। পিটট টিউবের কার্যাবলি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। পিটট টিউব কী? এর সাহায্যে কিভাবে প্রবাহমান তরলের বেগ নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, পিটট টিউবের সাহায্যে তরলের বেগ নির্ণয় পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। একটি ভেনচুরি মিটার অংকন করে এর বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ-এর ভেনচুরি মিটার অংশ দেখ।

সমস্যাবলি ঃ

১। 70 mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি পাইপ দিয়ে প্রতিবর্গ cm 3.5 kg চাপে এবং প্রতি সেকেন্ডে 1.5 মিটার গতিবেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটির ডেটাম হেড 7 মিটার। ঘর্ষণ অগ্রাহ্য করে টোটাল হেড নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 30 cm]

২। 300 মিঃ লম্বা একটি পাইপ প্রতি 100 মিটারে 1 মিটার ঢালু। পাইপটির উপরের প্রান্তের ব্যাস 1 মিটার এবং এটি ক্রমাগত কমে নিম্ন প্রান্তে 5 মিটার। প্রতি মিনিটে প্রবাহের পরিমাণ 5400 লিটার। উপরের প্রান্তে চাপের পরিমাণ $0.7 kg/cm^2$ হলে নিচু প্রান্তের চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ $1 kg/cm^3$]

৩। 100 মিটার লম্বা একটি আনুভূমিক পাইপের মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 50 মিটার পানি নির্গত হচ্ছে। পাইপটির ব্যাস একটি প্রান্তে 30 cm এবং অপর প্রান্ত 20 cm। বড় প্রান্তে চাপের পরিমাণ $1 kg/cm^3$ হলে ছোট প্রান্তের চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ $0.99 kg/cm^3$]

৪। একটি পাইপের ব্যাস A বিন্দুতে 150 mm এবং এটা ক্রমান্বয়ে কমে B বিন্দুতে 75mm। A বিন্দুতে ডেটাম হতে 6m এবং B বিন্দুতে ডেটাম হতে 3m উপরে। A বিন্দুতে চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে 1kg ও প্রবাহের গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে 3.6 মিটার হলে B বিন্দুতে চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ $0.31 kg/cm^2$]

৫। 30 মিটার লম্বা একটি পাইপ AB আনুভূমিকের সঙ্গে 60° কোণে স্থাপিত। A প্রান্ত উপরের দিকে এবং B প্রান্ত নিচের দিকে। A প্রান্তের ব্যাস 15 cm ও B প্রান্তের ব্যাস 50 cm। B বিন্দুতে প্রতি বর্গ মিটারে চাপের পরিমাণ 4.5 kg হলে A বিন্দুতে চাপ কত? [উত্তর ঃ $1.42 kg/cm^2$]

৬। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি পাইপ খাড়াভাবে অবস্থিত যার উপরের প্রান্তের ব্যাস 12 cm এবং নিচের ব্যাস 6 cm। পাইপটির ভেতর উপর দিক হতে নিচের দিকে প্রতি মিনিটে 1250 লিটার পানি প্রবাহিত হলে উভয় প্রবাহিত হলে উভয় প্রান্তের চাপের পার্থক্য কত হবে? [উত্তর ঃ $0.6 kg/cm^2$]

৭। একটি ভেনচুরি মিটার 8.5 সেমি ব্যাসের পাইপের সাথে লাগানো আছে। এর গলার ব্যাস 2.5 সেমি এবং সহগ 0.97। যদি ভেনচুরি হেড পানিতে 4.62 সে.মি হয়, তবে এর ভিতর প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত পানির পরিমাণ কত? [উত্তর ঃ 0.114 litre/sec]

৮। একটি ভেনচুরি মিটারকে 25 সেমি ব্যাসের পাইপের সহিত যুক্ত করা হয়েছে। থ্রোটের ব্যাস 10 সেমি। পাইপের ভিতর দিয়ে 0.8 আঃ গুঃ বিশিষ্ট তেল প্রবাহিত হচ্চে। চাপ পার্থক্য পারদ এর 25 সেমি এবং মিটার সহগ k = 0.98 হলে litre/sec এককে তেলের নির্গমন কত? [উত্তর ঃ 0.69 litre/sec.]

৯। 15 সেমি × 5 সেমি সাইজের একটি ভেনচুরি মিটারের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত পানির পরিমাণ লিটার / সেকেন্ড এককে নির্ণয় কর, যদি ভেনচুরি মিটারের ইনলেট এবং থ্রোট এ যুক্ত ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার পারদের 6 cm পাঠ প্রদান করে। ভেনচুরী মিটার এর সহগ 0.98. [উত্তর ঃ Q = 7.45 litre/sec.]

১০। একটি 30 cm × 15 cm সাইজের ভেনচুরি মিটার দ্বারা 0.8 আঃ গুঃ বিশিষ্ট তেলের প্রবাহ মাপার কাজে ব্যবহৃত হয়। তেলের নির্গমন প্রতি সেকেন্ডে 100 লিটার হলে ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের পাঠ নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ h = 9.95 m]

১১। একটি ভেনচুরি মিটার দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 5 লিটার পানি প্রবাহিত হয়, থ্রোটের ব্যাস 12 cm এবং মিটার সহগ 0.97। একটি পারদ ব্যবহৃত ম্যানোমিটারে চাপের পার্থক্য 5 cm হলে ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস কত? [উত্তর ঃ d_1 = 14.70 cm.]

১২। একটি ভেনচুরিমিটার এর ক্ষেত্রফলদ্বয়ের অনুপাত 9 : 1 যাহাতে বড় ব্যাস 30 সেমি। প্রবাহের সময় বড় সেকশনে প্রেসার হেড 6.5 মিটার এবং থ্রোটে প্রেসার হেড 4.25 মিটার। যদি সহগ K = 0.99 হয়, তবে নির্গমন বের কর। [উত্তর ঃ Q = 52 litre/sec.]

অধ্যায় ৮

অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

(Flow Through Orifices and Mouth piecs)

৮.০ সূচনা (Introduction) ঃ

কোন পাত্রে সংরক্ষিত তরল খালি করতে বা তরলকে স্থানান্তর করতে অনেক সময় পাত্রের তলায় বা পাশে প্রয়োজনীয় আকারের ছিদ্র রাখা হয়। এই অধ্যায়ে ছোট, বড়, বৃত্তকার ত্রিভুজাকার ইত্যাদি আকারের ছিদ্র পথে তরল প্রবাহ সংক্রান্ত বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৮.১ অরিফিস, ওয়াটারজেট, ভেনাকন্ট্রাকটা (Orifice, waterjet, venacontracta) ঃ

৮.১.১ অরিফিস (Orifice) ঃ

একটি তরল পূর্ণ পাত্রের পার্শ্ব বা তলদেশের যে কোন জায়গায় যদি একটি ছিদ্র করে দেওয়া হয় তবে তা দিয়ে বেগে তরল ধারা নির্গত হতে থাকবে। এ ছিদ্রকে অরিফিস বলে।

কোন নির্দ্দিষ্ট সময়ে অরিফিস দিয়ে যে পরিমাণ তরল পদার্থ নির্গত হয় তা অরিফিসের আকার-আকৃতি ও ধরনের উপর নির্ভরশীল। তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় অরিফিসের চারিপার্শ্বে কিছু পরিমাণ ঘর্ষণ জনিত বাধার সৃষ্টি করে। অরিফিসের চারিপার্শ্বকে তীক্ষ্ম ধার বিশিষ্ট করে উক্ত বাধার হার হ্রাস করা হয়। অরিফিস অতিক্রমের সময় তরল পদার্থের জেট সংকোচিত হয় এবং এর ফলে নির্গমনের হার কিছুটা হ্রাস পায়। জেটের সংকোচন অরিফিসের আকার-আকৃতি ও প্রবাহের হেডের উপর নির্ভরশীল।

অরিফিসের আকার ও আকৃতি এবং প্রবাহের প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন রকম আছে।

(ক) আকার অনুসারে (According to size) ঃ

১। ছোট অরিফিস (Small orifice)

২। বড় অরিফিস (Large Orifice)।

(খ) আকৃতি অনুসারে (According to Shape) ঃ

১। বৃত্তাকার অরিফিস (Circular Orifice)

২। আয়তাকার অরিফিস (Rectangular Orifice)

৩। ত্রিভূজাকার অরিফিস (Triangle Orifice)।

(গ) কিনারার আকৃতি অনুসারে (According to Sharp of edge) ঃ

১। তীক্ষ্ণধার কিনারা অরিফিস (Sharp edges Orifice)

২। ঘন্টামুখী অরিফিস (Clock wise Orifice)।

(ঘ) নির্গমনের প্রকৃতি অনুসারে (According to nature of discharge through orifice) ঃ

১। সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অরিফিস (Fully submerged Orifice)

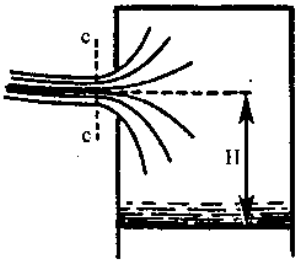
২। আংশিক নিমজ্জিত অরিফিস (Partially submerged Orifice)।

৮.১.২ ওয়াটারজেট (Water Jet) ঃ

কোন ছিদ্রের ভিতর দিয়ে অবিরাম বা একটানা প্রবাহিত পানির ধারাকে পানির জেট বলে ।

৮.১.৩ ভেনাকন্ট্রাকটা (Vena-contracta) ঃ

আমরা জানি কোন অরিফিস হতে পানি বাহিরে আসলে এর ক্ষেত্রফল সংকচিত হয়। এ সংকোচন অবস্থা প্রবাহ গেটের ব্যাসের অর্ধেক দূরত্ব পর্যন্ত বিস্তৃত এবং এ দূরত্বে সংকোচন সর্বনিম্নে পৌঁছে ওপরে প্রসারিত হয়, যে সেকশনে ক্ষেত্রফল সর্বনিম্ন হয় তাকে ভেনাকন্ট্রাকটা বলে বা জেটের যে অংশে স্রোত রেখাসমূহ সর্ব প্রথম প্রায় সমান্তরালে সংকোচিত হয় ঐ অংশকে ভেনাকন্ট্রাকটা বলে। চিত্রে c–c ভেনাকন্ট্রাকটা। ভেনাকন্ট্রাকটাতে গতিবেগ সর্বোচ্চ এবং এর পর জেটের আর কোন সংকোচন ঘটে না।



চিত্র ঃ ৮.১

৮.২ সংকোচন সহগ (C_c) বেগের সহগ (C_v), নির্গমন সহগ (C_a) এবং বাধার সহগ (C_r) এর ব্যাখ্যা (Explain the meaning of Co-efficient of contraction (C_c) Co-efficient of velocity (Cv), Co-efficient of discharge (Cd), Co-efficient of resistance (C_r) ঃ

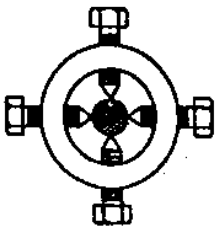
৮.২.১ সংকোচনের সহগ (Co-efficient of contraction) (C_C) ঃ

ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল ও অরিফিসের ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে সংকোচনের সহগ বলে।

$$\text{সংকোচনের সহগ } C_C = \frac{\text{ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল}}$$

হেড ও অরিফিসের আকার আকৃতির উপর নির্ভর করে উক্ত সহগ সামান্য পরিবর্তন হতে পারে। ক্ষুদ্র তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অরিফিসের ক্ষেত্রে সংকোচন সহগের গড় মান 0.64। পরীক্ষামূলকভাবে নিম্নের চিত্রের মাইক্রো স্ক্রু গেজ দিয়ে ভেনা-কন্ট্রাকটার জেটের ক্ষেত্রফল পরিমাপের মাধ্যমে সংকোচন সহগ (C_C) এর মান নিরূপণ করা যায়। এটা একটি বৃত্তাকার বলয় (ring) এর গায়ে সমদূরে স্থাপিত 4টি কেন্দ্রমুখী স্ক্রু সমন্বয়ে গঠিত।

বলয়টি জেটের ভেনাকন্ট্রাকটাতে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে জেটটি ওর কেন্দ্রে অবস্থান করে। অতপর স্ক্রুসমূহ এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে প্রতিটি স্ক্রুর অগ্রভাগ জেট স্পর্শ করে এ অবস্থায় বলয়টি সরিয়ে নেয়া হয় স্ক্রুসমূহের ভিতরস্থ পরিসর পরিমাপ করা হয়। বাস্তবে এ পদ্ধতি নির্ভরযোগ্য নয় কারণ জেট প্রকৃতপক্ষে সুষম আকৃতি হয় না, তাছাড়া বলয় স্থাপন ও বেশ কঠিন, তবে বেগের সহগ (C_V) ও নির্গমনের সহগ (C_d) এর মান নির্ণয় করে, $C_C = \frac{C_d}{C_V}$ সূত্রের মাধ্যমে সংকোচন সহগের মান নিরূপণে অধিক সঠিক ফল পাওয়া যায়।


চিত্র ঃ ৮.২

৮.২.২ বেগের সহগ (Co-efficient of velocity) (C_V) ঃ

ভেনাকন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত গতিবেগ ও তাত্ত্বিক গতিবেগের অনুপাতকে বেগের সহগ বলে।

$$\text{গাণিতিকভাবে বেগের সহগ } (C_V) = \frac{\text{ভেনাকন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{তাত্ত্বিক গতি বেগ}}$$

অরিফিসের ঘর্ষণের জন্য এই বেগের পার্থক্য ঘটে। অরিফিসের প্রান্তের আকৃতির ভিন্নতার জন্য বেগের সহগের মানের অতি সামান্য পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয় অর্থাৎ ধারাল প্রান্তের অরিফিসের জন্য এই পরিবর্তন অতি সামান্য। একটি ধারাল প্রান্তের (edged) অরিফিসে C_v এর মান পানির উচ্চতার (Head of water) সঙ্গে সঙ্গে বৃদ্ধি পায়। নিচে একটি 10mm ব্যাসের অরিফিসে, পানির উচ্চতা পরিবর্তনে C_v এর মান কিভাবে পরিবর্তিত হয় তার ছোক দেওয়া হয়।

H	2cm	50cm	3.5m	17.0m	102.0m
C_v	0.959	0.967	0.975	0.991	0.994

তবে সাধারণতঃ C_v এর গড় মান প্রায় 0.97 ধরা হয়

ভেনা-কন্ট্রাকটার জেট এর আত্মিক গতিবেগ $v = \sqrt{2gH}$

*** হাইড্রলিক কো-ইফিসিয়েন্ট এর জন্য পরীক্ষামূলক পদ্ধতি (Experimental Method for Hydraulic Coefficient) ঃ**

ধরি, ধারাবাহিক পানি সরবরাহের মাধ্যমে একটি জালাধারে (Watertank) ধ্রুব উচ্চতার পানি ধারণ করছে (চিত্রঃ ৮.৩)। জলাধারাটির একদিকে সংযুক্ত একটি অরিফিসের মাধ্যমে পানি বাহিরের দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। জেট এর মধ্যে একটি পানির কণা P বিবেচনা করা হল। ধরি, C–C সেকশন বরাবর ভেনা-কন্ট্রাকটা অবস্থান করছে।

এমতাবস্থায়, ধরি, H = পানির ধ্রুব উচ্চতা।

x = c–c ও ρ এর মধ্যে আনুভূমিক দূরত্ব

y =c c–c ও ρ এর মধ্যে খাড়া দূরত্ব

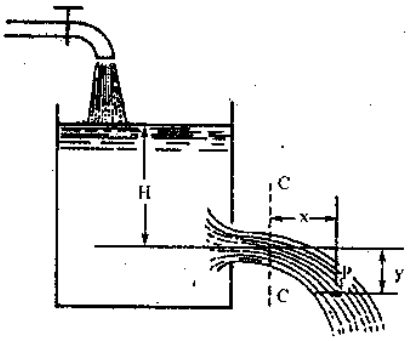
v = জেট এর বেগ এবং

t =c–c থেকে P তে পৌঁছাতে পানির কণাটি দ্বারা অতিক্রান্ত সময় সেকেন্ড।

আমরা জানি,

$x = vt$

$x^2 = v^2t^2$



চিত্র ঃ ৮.৩

$$t^2 = \frac{x^2}{V^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

এবং

$$y = \frac{1}{2}\, gt^2$$

$$t^2 = \frac{2y}{g} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

সমীকরণ (1) এবং (2) পরস্পর সমান (এখানে g হল মহাকর্ষণজনিত ত্বরণ)

সুতরাং $\frac{x^2}{V^2} = \frac{2y}{g}$

$$V^2 = \frac{x^2 g}{2y}$$

$$V = \sqrt{\frac{gx^2}{2y}}$$

কিন্তু $C_v = \frac{V}{\sqrt{2gH}}$

$\therefore$ $C_v = \frac{\sqrt{\frac{gx^2}{2y}}}{\sqrt{2gH}}$ [v এর মান বসাইয়া]

$$C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$$

৮.২.৩ নির্গমনের সহগ (Co-efficient of discharge) (C_d) ঃ

জেটের সংকোচন ও গতিবেগ হ্রাসের কারণে প্রকৃত নির্গমন তাত্ত্বিক নির্গমন অপেক্ষা অনেক কম হয়। প্রকৃত নির্গমনের ও তাত্ত্বিক নির্গমনের অনুপাতকে নির্গমন সহগ বলা হয়।

নির্গমন সহগকে সাধারণত C_d দিয়ে প্রকাশ করা হয়

$$C_d = \frac{\text{প্রকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}} = \frac{\text{পরিমাপকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}}$$

$$= \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$$

$$\therefore C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$$

Q_{ac} = প্রকৃত নির্গমন

Q_{th} = তাত্ত্বিক নির্গমন

৮.২.৪ বাধার সহগ (Co-efficient of resistance) (Cr) ঃ

অরিফিসের কেন্দ্ররেখা বরাবর হেড এর সাথে অরিফিসের হ্রাস প্রাপ্ত হেডের অনুপাতকে বাধার সহগ বলে।

$$\text{বাধার সহগ } (C_r) \frac{\text{অরিফিসের হেডলস}}{\text{অরিফিসের পানির হেড}}$$

সাধারণতঃ সংখ্যা সংক্রান্ত সমস্যা সমাধানে বাধার সহগ উপেক্ষা করা হয়।

৮.৩ সংকোচনের সহগ (C_C), বেগের সহগ (C_v) এবং নির্গমনের সহগের (C_d) মধ্যকার সম্পর্ক (Relation Ship between C_c, C_v, C_d) ঃ

$$\text{সংজ্ঞানুযায়ী নির্গমন সহগ } (C_d) = \frac{\text{প্রকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}}$$

$$= \frac{\text{জেটের প্রকৃত ক্ষেত্রফল} \times \text{প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল} \times \text{তাত্ত্বিক গতিবেগ}}$$

$$= \frac{\text{জেটের প্রকৃত ক্ষেত্রফল}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল}} \times \frac{\text{প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{তাত্ত্বিক গতিবেগ}}$$

$$= \frac{a_c}{a} \times \frac{V_{ac}}{V_{th}}$$

$$c_d = C_C \times C_v.$$

অথবা,

আমরা জানি

$$C_C = \frac{a_{ac}}{a}$$

$$\therefore a_{ac} = a.\ C_c \ldots (1)$$

আবার $C_v = \frac{V_{ac}}{\sqrt{2gH}}$

$$V_{ac} = C_v.\sqrt{2gH} \ldots (2)$$

আমরা জানি

$$C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}} = \frac{V_{ac} \times a_{ac}}{a \times \sqrt{2gH}}$$

C_C = সংকোচনে সহগ

a_c=ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল

a = অরিফিসের ক্ষেত্রফল

C_V = বেগের সহগ

V_{ac} = প্রকৃত বেগ।

$\sqrt{2gH}$ = তাত্ত্বিক বেগ।

সমীকরণ (1) ও (2) হতে আমরা পাই

$$= \frac{C_v.\sqrt{2gH} \times a.\ C_c}{a\sqrt{2gH}}$$

$$cd = C_v \times C_c$$

উদাহরণ-৮.১ । 6 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে 9 মিঃ হেডের আওতায় পানি নির্গত হচ্ছে। C_d =0.6 এবং C_v =0.9 হলে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ লিটারে এবং ভেনা-কন্ট্রাকটাতে প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১২(পরি)]

সমাধান ঃ

অরিফিসের ক্ষেত্রফল $a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 6^2}{4} = 28.26\ cm^2$

পানির হেড H = 9 m = 900 cm

তাত্ত্বিক নির্গমন $= a.\sqrt{2gH}$

$= 28.26 \times \sqrt{2 \times 981 \times 900}$

$= 37552.85\ cm^3/see = 37.55$ litres/sec

প্রকৃত নির্গমন = C_d x তাত্ত্বিক নির্গমন

= 0.6 x 37.55 = 22.53 লিটার/ সেঃ (উত্তর)

ভেনা-কন্ট্রাকটাতে প্রকৃত গতিবেগ = $C_v \times \sqrt{2gH}$

$= 0.9 \times \sqrt{2 \times 981 \times 900}$

= 0.9 x 1328.83 = 1195.95 cm/sce

= 11.96 m/see **(উত্তর)** ।

উদাহরণ-৮.২ । 1m সার্বক্ষণিক হেডে 35cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার অরিফিস দিয়ে পানি জেট আকারে নির্গত হচ্ছে, ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে পানির জেটের একটি নির্দিষ্ট কণার আনুভূমিক দূরত্ব 32cm এবং খাড়া দূরত্ব 17 cm। জেট দিয়ে 1.45 লিটার/সেকেন্ড হারে পানি নির্গত হলে হাইড্রলিক সহগগুলো নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

দেওয়া আছে,

x = 32 cm

y = 17 cm

H = 1m = 100 cm

Q = 0.45 litre/sec

$a = 0.785 \times (35)^2 = 961.6\ cm^2$

C_v = ? C_d = ? C_c = ?

সমাধান ঃ

(ক) $\sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$

$= \sqrt{\frac{(32)^2}{4 \times 17 \times 100}}$

$= 0.388 \simeq 0.40$

(খ) $C_d = \frac{\text{প্রকৃতি নির্গমন}}{a\sqrt{2gH}}$

$= \frac{1.45}{961.6\sqrt{2 \times 981 \times 100}}$

$= \frac{1.45\ litre/sec}{355835.18\ cm^3/sec}$

$= \frac{1.45\ litre/sec}{355.83\ litre/sec}$

= 0.0034

(গ) $C_d = C_v \times C_c$

$\therefore C_c = \frac{C_d}{C_v} = \frac{0.0034}{0.40}$

= 0.0085 **(উত্তর)** ।

উদাহরণ-৮.৩। একটি অরিফিসের ক্ষেত্রফল $12cm^2$ যার ভিতরে দিয়ে সার্বক্ষণিক 1.15m হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। ভেনা-কন্ট্রাকটা হতে ঐ জেটের একটি নির্দিষ্ট কর্ণার আনুভূমিক দূরত্ব 2m এবং খাড়া দূরত্ব 1m। অরিফিস দিয়ে প্রতি সেকেন্ড 3.7 litre পানি নির্গত হচ্ছে। নির্গমন সহগ, বেগের সহগ এবং সংকোচন সহগের মান বের কর। [বাকাশিবো-০৭, ০৮, ০৯]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$x = 2m$
$y = 1m$
$H = 1.15m$
$a = 12cm^2$
$= 12 \times 10^{-4} m^2$
$Q_{ac} = 3.7 l/s$
$= 3.7 \times 10^{-3} m^3/s$
$C_v = ?$
$C_d = ?$
$C_c = ?$

(ক) আমরা জানি,

বেগের সহগ $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$

$= \sqrt{\frac{(2)^2}{4 \times 1 \times 1.15}}$

$= 0.93$ **(Ans)**

(খ) নির্গমন সহগ $C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$

$= \frac{3.7 \times 10^{-3}}{a\sqrt{2gh}}$

$= \frac{3.7 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.15}}$

$= 0.65$ **(Ans)**

(গ) সংকোচন সহগ $C_c = \frac{C_d}{C_v}$

$= \frac{0.65}{0.93}$

$= 0.69$ **(Ans)**

উদাহরণ-৮.৪। একটি অরিফিসের ব্যাস 10cm নির্গমন সহগ 0.6 এবং বেগের সহগ 0.9। যদি অরিফিস দিয়ে 1.2m হেডে পানি নির্গত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ এবং প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১২]

সমাধান:

দেওয়া আছে,
$C_v = 0.90$
$C_d = 0.60$
$a = .785 \times (10)^2 = 78.5cm^2$
$H = 12m$
$= 120cm$
$Q = ?$

আমরা জানি,

তাত্ত্বিক নির্গমন $Q_{th} = a\sqrt{2gH}$

$= 78.5 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.2 \times 10^2}$

$= 38.09 \times 10^3 cm^3/s$

$= 38.09 l/s$

প্রকৃত নির্গমন $Q_{ac} = C_d \times Q_{th}$

$= 0.60 \times 38.09$

$= 22.85 l/s$ **(Ans)**

ভেনা কন্টাকটাতে প্রকৃত গতিবেগ $= C_v \times \sqrt{2gH}$

$= 0.90 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 120}$

$= 436.7 cm^2/s$

$= 0.436 l/s$ **(Ans)**

উদাহরণ-৮.৫। একটি অরিফিস মিটার পানির হেড 20cm। ভেনা-কন্ট্রাকটা হতে জলকণার আনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে 40cm ও 15cm হলে $C_v = ?$ [বাকাশিবো-০৮]

সমাধান:

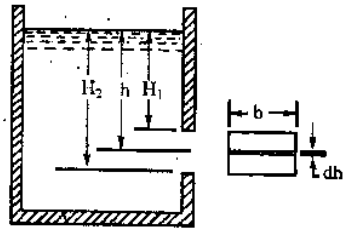
দেওয়া আছে,
$x = 40cm$
$y = 15cm$
$H = 20cm$
$C_v = ?$

আমরা জানি, $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$

$= \sqrt{\frac{(40)^2}{4 \times 15 \times 20}}$

$= 1.15$ **(Ans)**

৮.৪ বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিস দিয়ে নির্গমন (Discharge through large vertical rectangular orifice) ঃ



চিত্র ঃ ৮.৪

তরল পদার্থ হতে প্রাপ্য উচ্চতা (Head) অরিফিসের উচ্চতার পাঁচগুণ অপেক্ষা কম হলে উক্ত অরিফিসকে বৃহৎ অরিফিস হিসেবে বিবেচনা করা হয়। যেহেতু কোন অরিফিস দিয়ে প্রবাহমান তরল পদার্থের গতিবেগ উক্ত তরল পদার্থ হতে প্রাপ্য হেডের উপর নির্ভরশীল। কাজেই একটি বৃহৎ অরিফিস দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় অরিফিসের উচ্চতা বরাবর হেডের পরিবর্তনের কারণে তরল পদার্থের কণাসমূহের গতিবেগ একই রকম থাকবে না। মনেকরি উপরের চিত্রে টাংকের এক পার্শ্বে অবস্থিত একটি বৃহৎ আয়তাকার অরিফিস দিয়ে তরল পদার্থ নির্গত হচ্ছে।

H_1 = অরিফিসের উপরে কিনারা হতে তরল পদার্থের উচ্চতা।

H_2 = অরিফিসের নীচের কিনারা হতে তরল পদার্থের উচ্চতা।

b = অরিফিসের প্রস্থ

C_d = নির্গমন সহগ।

পানির উপরিতল হতে h গভীরতায় dh পুরুত্বের একটি আনুভূমিক খণ্ডের কথা চিন্তা করি।

খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b.dh.

খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে পানির তাত্ত্বিক বেগ = $\sqrt{2gh}$ এবং খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে নির্গমন = C_d x ক্ষেত্রফল x তাত্ত্বিক গতিবেগ-

$= C_d \times b.dh. \sqrt{2gh}$

∴ অরিফিসের মধ্যে দিয়ে মোট নির্গমন

$$Q = C_d.b.\sqrt{2g} \int_{H_1}^{H_2} \sqrt{h}\,.\,dh.$$

$$= \frac{2}{3} c_d\, b \sqrt{2g}\, [h^{\frac{3}{2}}]_{H_1}^{H_2}$$

$$= \frac{2}{3} C_d\, b \sqrt{2g} \left(H_2^{3/2} - H_1^{3/2}\right)$$

উদাহরণ-৮.৬। একটি ট্যাংক হতে 1.5 মিঃ চওড়া ও 1 মিঃ গভীরতায় একটি আয়তাকার অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হচ্ছে। ট্যাংকে পানির উপরিতলের অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 3 মিঃ উপরে। নির্গমন সহগ 0.6 হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

নির্গমনের পরিমাণ $Q = \frac{2}{3} Cd.b \sqrt{2g} \left[H_2^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}} \right]$

C_d = নির্গমন সহগ = 0.6

b = অরিফিসের পাশ = 1.5 মিঃ

H_1 = অরিফিসের উপর কিনারা হতে পানির উপরিতল পর্যন্ত দূরত্ব H_1 = 3 মিঃ

H_2 =অরিফিসের নীচের কিনারা হতে পানির উপরিতল পর্যন্ত দূরত্ব H_1 = (3+1)=4মিঃ

$$= \frac{2}{3} \times 0.6 \times 1.5 \times \sqrt{2 \times 9.81}\; b\left(4^{\frac{3}{2}} - 3^{\frac{3}{2}}\right)$$

$= 7.44\ m^3/see$ **(উত্তর)।**

উদাহরণ-৮.৭। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 300mm এবং 5m উচ্চতা জনিত চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিট এ বের কর। যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়। [বাকাশিবো-১১]

সমাধান:

আমরা জানি,

প্রবাহপূর্ণ মাউথপিস নির্গমনের ক্ষেত্রে

$Q = 0.70a\sqrt{2gH}$

$= 0.70 \times 0.07 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 6}$

$= 0.53\ m^3/s$

$= 536.5\ l/s$

$= 8.94\ l/min$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$a = 0.785 \times (0.3)^2$

$= 0.07\ m^2$

$H = 6m$

$Q = ?$

উদাহরণ-৮.৮। 10cm ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে 20cm হলে প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর, যখন নির্গমনের পরিমাণ 1360kg/min। [বাকাশিবো-১১]

সমাধান:

আমরা জানি,

প্রসারণ সহগ $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

$= \frac{(288.79 - 72.2)^2}{2 \times 9.81}$

$= 23.90m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$Q = 1360kg/min$

$= 1360\ l/min$

$= 22.67\ l/s$

$Q = 22.67 \times 10^3\ cm^3/s$

$v_1 = \frac{22670}{0.785 \times 10^2}$

$= 288.79cm/s$

$v_2 = \frac{22670}{0.785 \times (20)^2}$

$= 72.2cm/s$

৮.৫ আয়তাকার ও অর্ধগোলাকার পাত্র হতে অরিফিসের মাধ্যমে খালি করার সময় নির্ণয় (Calculate the time of emptying a rectangular tank and hemispherical vessel through orifice) :

(ক) আয়তাকার ট্যাংকে খালি করার প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয় :

মনেকরি, চিত্রে আয়তাকার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পানি ভর্তি একটি ট্যাংকের তলদেশে একটি অরিফিস আছে।

A = ট্যাংকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

H_1 = তরল পদার্থের প্রাথমিক উচ্চতা

H_2 = তরল পদার্থের চূড়ান্ত উচ্চতা

a = অরিফিসের ক্ষেত্রফল

T = পানিকে H_1 উচ্চতা হতে H_2 উচ্চতায় নামতে প্রয়োজনীয় সময়, সেকেন্ড।

∴ T সেকেন্ডে অরিফিস্ দিয়ে প্রবাহিত পানির আয়তন = $A(H_1 - H_2)$।

প্রাথমিক তাত্ত্বিক গতিবেগ, $V = \sqrt{2gH_1}$

∴ প্রবাহের প্রাথমিক হার, $Q = Cd.\ a.\ \sqrt{2gH_1}$

অনুরূপভাবে প্রবাহের চূড়ান্ত হার, $Q_2 = Cd.\ a.\ \sqrt{2gH_2}$

$\therefore$ প্রবাহের গড় হার $= \dfrac{C_d.a.\sqrt{2gH_1} + C_d.\,a.\sqrt{2gH_2}}{2}$

$$= \frac{1}{2} C_d.a\sqrt{2g}\left(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}\right)$$

$\therefore$ প্রবাহের মোট সময় $T = \dfrac{\text{পানির আয়তন}}{\text{প্রবাহের গড় হার}}$

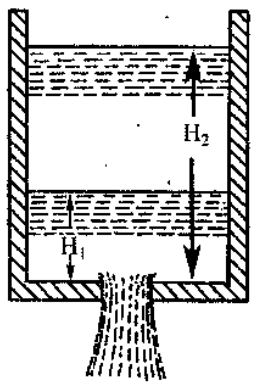
অর্থাৎ $T = \dfrac{A(H_1 - H_2)}{\frac{1}{2} Cd.a\sqrt{2g}\left(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}\right)}$

বা $T = \dfrac{2A(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{C_d.\,a.\sqrt{2g}}$

যদি ট্যাংকটিকে সম্পূর্ণভাবে খালি করতে হয় তা হলে

$H_2 = 0$

তখন $T = \dfrac{2A\sqrt{H_1}}{C_d.\,a\sqrt{2g}}$



চিত্র ঃ ৮.৫

উদাহরণ-৮.৯। 10 মিটার লম্বা ও 6 মিটার চওড়া একটি ট্যাংকে পানির উচ্চতা 1.25m। যদি ট্যাংকটির তলদেশ অবস্থিত $0.23m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হয়। তা হলে ট্যাংকটিকে সম্পূর্ণভাবে খালি করতে কত সময় লাগবে। নির্গমন সহগ এর মান 0.62।

সমাধান ঃ

ট্যাংকটির ক্ষেত্রফল $= 10 \times 6 = 60\ m^2$

পানির প্রাথমিক উচ্চতা $H_1 = 1.25$ m.

অরিফিসের ক্ষেত্রফল $= 0.23\ m^2$

নির্গমন সহগ $= C_d = 0.62$

মনে করি T = ট্যাংকটিতে সম্পূর্ণভাবে খালি করতে প্রয়োজনীয় সময়, সেকেন্ডে।

$\therefore T = \dfrac{2A(\sqrt{H_1})}{C_d.\,a.\sqrt{2g}}$

$= \dfrac{2 \times 60 \times \sqrt{1.25}}{0.62 \times 0.23\,.\sqrt{2 \times 9.81}}$

= 212 সেকেন্ড

= 3 মিনিট 32 সেকেন্ড (**উত্তর**)।

উদাহরণ-৮.১০। $1m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রের গভীরতা 5m। পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র আছে। নির্গমন সহগ 0.60 হলে 2 মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে আসবে? [বাকাশিবো২০০৬]

সমাধান:

পাত্রের ক্ষেত্রফল A = 1 বর্গমিটার

পানির প্রাথমিক উচ্চতা H_1 = 5 মিটার

অরিফিসের ব্যাস = 50 মিঃ মিঃ = 0.05 মিঃ

$\therefore$ অরিফিসের ক্ষেত্রফল, $a = \frac{\pi \times (0.05)^2}{4}$

$= 0.00196$ বঃ মিঃ

সময় T = 2 মিনিট = 120 সেকেন্ড।

নির্গমন সহগ $C_d = 0.6$

মনে করি H_2 = পানির চূড়ান্ত উচ্চতা বা 2 মিনিট পর উচ্চতা

$$T = \frac{2A(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{C_d . a\sqrt{2g}}$$

বা $$120 = \frac{2 \times 1(\sqrt{5} - \sqrt{H_2})}{0.6 \times 0.00196 \times \sqrt{2 \times 9,81}}$$

বা $$120 = \frac{5 - 2\sqrt{H_2}}{0.00521}$$

বা $$5 - 2\sqrt{H_2} = 120 \times 0.00521$$

বা $$5 - 0.625 = 2\sqrt{H^2}$$

বা $$4.375 = 2\sqrt{H_2}$$

$\therefore$ $$\sqrt{H_2} = 2.875$$

$$H_2 = 4.785 \text{ মিটার।}$$

$\therefore$ 2 মিনিট পর পানির উচ্চতা $(H_1 - H_2) = 5 - 4.785 = 0.215$ মিটার নিচে নেমে আসবে।

উদাহরণ-৮.১১। আংশিক নিমজ্জিত একটি অরিফিস 120cm চওড়া এবং 70cm গভীর অরিফিসটির একপাশে অরিফিসের উপরের কিনারা হতে পানির উচ্চতা 140cm এবং অপর পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 30cm নিচে। C_d = 0.60 হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

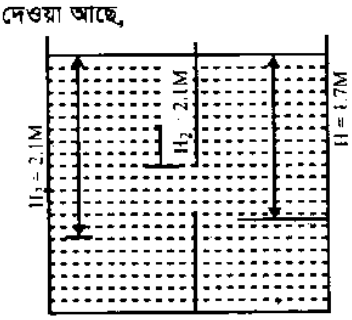
$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5}) + C_d b\sqrt{2gH}\,(H_2 - H)$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.60 \times 1.2\sqrt{2 \times 9.81}\,((2.1)^{1.5} - (1.4)^{1.5}) + 0.60 \times 1.2 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.7}\,(2.1 - 1.7)$$

$= 2.94 + 1.66$

$= 4.61\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,



H = 1.7m

H_1 = 1.4m

H_2 = 2.1m

C_d = 0.60

b = 1.2m

Q = ?

উদাহরণ-৮.১২। একটি আয়তাকার অরিফিস 1m চওড়া ও 0.6m গভীর। অরিফিসটির একপাশে অরিফিসের উপর কিনারা হতে পানির উচ্চতা 1.2m এবং অপর পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 30cm নিচে। $C_d = 0.62$ হলে নির্গমনের পরিমাণ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

সমাধান:

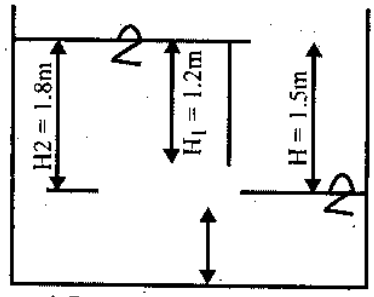
আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5}) + C_d\sqrt{2gH}\,(H_2 - H)$$

$$= \frac{3}{2} \times 0.62 \times 1\sqrt{2 \times 9.81}\,(1.8^{1.5} - 1.2^{1.5}) + 0.62 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.5}\,(1.8 - 1.5)$$

$$= 3.02\ m^3/s \textbf{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,



$H = 1.5m$
$H_1 = 1.2m$
$H_2 = 1.8m$
$b = 1m$
$C_d = 0.62$
$Q = ?$

উদাহরণ-৮.১৩। একটি পানির ট্যাংকের ব্যাস 240cm উচ্চতা 3m। উক্ত ট্যাংকের তলদেশে 100mm ব্যাসের গোলাকার ছিদ্র রয়েছে। পানিপূর্ণ ট্যাংকটির 1.5m খালি হতে কত সময় লাগবে? [বাকাশিবো-১০(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$T = \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}}\left[\frac{2}{3}R\,(H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) - \frac{1}{5}(H_1^{2.5} - H_2^{2.5})\right]$$

$$= \frac{2\pi}{0.62 \times 7.85 \times 10^{-3} \times \sqrt{2} \times 9.81}\left[\frac{2}{3} \times 1.2\,(3^{1.5} - 1.5^{1.5}) - \frac{1}{5}(3^{2.5} - 1.5^{2.5})\right]$$

$$= 291.45 \times 0.12$$

$$= 35.17s \textbf{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$R = \frac{240}{100} = \frac{2.4}{2} = 1.2m$
$H_1 = 3m$
$H_2 = 91.5m$
$a = 0.785 \times 0.1^2$
$= 7.85 \times 10^{-3} m^2$
$T = ?$
$C_d = 0.62$

উদাহরণ-৮.১৪। $2m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রে পানির গভীরতা 5m। পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র আছে নির্গমন সহগ 0.60 হলে দুই মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে নেমে আসবে? [বাকাশিবো-১১]

সমাধান:

আমরা জানি, $T = \frac{2A(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{C_d\, a\sqrt{2g}}$

$$\Rightarrow 120 = \frac{2 \times 2\,(\sqrt{5} - \sqrt{H_2})}{0.60 \times 1.9625 \times 10^{-3}\sqrt{2 \times 9.81}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{5} - \sqrt{H_2} = 0.156$$

$$\Rightarrow \sqrt{5} - 0.156 = \sqrt{H_2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{H_2} = 2.08$$

$$\Rightarrow H_2 = 4.32m$$

পানি নেমে আসবে $= (5 - 4.32)m$
$= 0.67m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$C_d = 0.60$
$a = 0.785 \times (0.05)^2$
$= 1.9625 \times 10^{-3} m^2$
$H_1 = 5m$
$H_2 = ?$
$T = 2min = 120s$
$A = 2m^2$

উদাহরণ-৮.১৫। 2m ব্যাসের অর্ধ গোলাকার একটি পাত্রের 90cm উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলদেশে অরিফিসের ব্যাস 25cm হলে 40cm উচ্চতায় পানি আসতে কত সময়ের প্রয়োজন? C_d = .62. [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় সময় $T = \dfrac{2A\left(\sqrt{H_1}-\sqrt{H_2}\right)}{C_d\, a\sqrt{2g}}$

$= \dfrac{2\times 3.14\left(\sqrt{0.9}-\sqrt{0.40}\right)}{0.62\times 0.05\times\sqrt{2\times 9.81}}$

$= 14.46s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$A = 0.785\times(2)^2 = 3.14m^2$

$a = 0.785\times(.25)^2 = 0.05m^2$

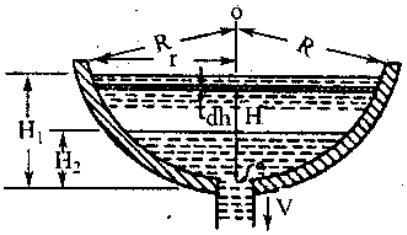
$C_d = 0.62$

$H_1 = 0.90m$

$H_2 = 0.40m$

$T = ?$

৮.৫.১ অর্ধগোলাকার (Hemispherical) ট্যাংক খালি করতে প্রয়োজনীয় সময় (Required time to empty of a hemispherical) ঃ



চিত্র ঃ ৮.৬

মনে করি R = ট্যাংকের ব্যাসার্ধ

C_d = নির্গমন সহগ

a = অরিফিসের ক্ষেত্রফল

H_1 = তরল পদার্থের প্রাথমিক উচ্চতা

H_2 = তরল পদার্থের চূড়ান্ত উচ্চতা

T = তরল পদার্থের উচ্চতা H_1 হতে H_2 তে নামাতে প্রয়োজনীয় সময় সেঃ,

মনে করি এক সময় অরিফিসের উপর তরলের উচ্চতা h, সুতরাং এ অবস্থায় তরলের তাত্ত্বিক বেগ = $\sqrt{2gh}$

তরলের মুক্ততলের ব্যাসার্ধ = r

তরলের মুক্ততলের ক্ষেত্রফল $A = \pi r^2$

মনে করি সামান্য সময় dt এর ব্যবধানে (নির্গমনের ফলে) তরলের স্তর dh পরিমাণ কমে আসল। সুতরাং উক্ত তরলের আয়তন $dq = -Adh = -\pi r^2 dh$ . . (1)

h এর মান কমার কারণে নেগেটিভ চিহ্ন বসানো হল।

∴ dt সময়ের ব্যবধানে অরিফিসের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তরলের পরিমাণ

dq = নির্গমনের সহগ x অরিফিসের ক্ষেত্রফল x তাত্ত্বিক বেগ x সময়

$= C_d \times a \times \sqrt{2gh} \times dt$. . . . . (2)

সমীকরণ (1) এবং সমীকরণ (2) মূলত সমান।

$\therefore -\pi r^2 dh = Cd.\ a.\ \sqrt{2gh}\ .dt$ . . . . . (3)

ট্যাংকের জ্যামিতি হতে আমরা পাই-

$$r^2 = R^2 - (R-h)^2$$
$$= R^2-(R^2+h^2-2Rh)$$
$$= R^2 - R^2 - h^2 + 2Rh = 2Rh - h^2$$

৩নং সমীকরণে r^2 এর মান বসায়ে পাই

$$-\pi\,(2Rh - h^2)\,dh = C_d.\,a.\sqrt{2gh}\ \times dt$$

$$\therefore\ dt = \frac{-\pi(2Rh-h^2)dh}{C_d.a.\sqrt{2gh}} = \frac{-\pi(2Rh-h^2)\times h^{-1}dx}{C_d.a.\sqrt{2g}}$$

এখন উপরের সমীকরণটি ইন্টিগেশন করি। H_1 হতে H_2 স্তর পর্যন্ত ট্যাংক খালি হওয়ার মোট সময়,

$$T = \int_{H_1}^{H_2} \frac{-\pi(2Rh-h^2)h^{-\frac{1}{2}}\,.\,dh}{C_d.a\sqrt{2g}}$$

$$= \frac{-\pi}{C_d.a.\sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} (2Rh^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{3}{2}})\,dh$$

$$= \frac{-\pi}{C_d.a\sqrt{2g}} \left[\frac{2\times 2}{3} Rh^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} h^{\frac{5}{2}}\right]_{H_1}^{H_2}$$

$$= \frac{-\pi}{C_d.a.\sqrt{2g}} \left[\frac{4}{3} R\,(H_2^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}}) - \frac{2}{5}\left(H_2^{\frac{5}{2}} - H_1^{\frac{5}{2}}\right)\right]$$

যেহেতু H_1, H_2 হতে বৃহত্তর, সে জন্য উপরের সমীকরণের ঋণাত্মক চিহ্ন পরিহার করে পাই-

$$T = \frac{\pi}{C_d\,a\sqrt{2g}} \left[\frac{4}{3} R\left(H_1^{\frac{3}{2}} - H_2^{\frac{3}{2}}\right) - \frac{2}{5}\left(H_1^{\frac{5}{2}} - H_2^{\frac{5}{2}}\right)\right]$$

$$T = \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}} \left[\frac{2}{3} R\,(H_1^{\frac{3}{2}} - H_2^{\frac{3}{2}}) - \frac{1}{5}(H_1^{\frac{5}{2}} - H_2^{\frac{5}{2}})\right]$$

যদি পাত্রটি সম্পূর্ণ খালি হয় তা হলে $H_2 = 0$ হবে।

$$\therefore\ T = \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}} \left[\frac{2}{3} RH_1^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{5} H_1^{\ 5/2}\right] \text{Sec}$$

আবার যদি ট্যাংকটি প্রাথমিক পর্যায়ে সম্পূর্ণ পূর্ণ থাকে এবং পরীশেষে ওটা সম্পূর্ণ খালি হয় তাহলে $H_1 = R$ এবং $H_2 = 0$

$$\therefore\ T = \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}} \left[\frac{2}{3} R.\,R^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{5} R^{\frac{5}{2}}\right] \text{Sec}$$

$$= \frac{2\pi}{C_d a\sqrt{2g}} \left[\frac{2}{3}.\,R^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{5} R^{\frac{5}{2}}\right] \text{Sec}$$

$$\therefore\ T = \frac{14\pi R^{\frac{5}{2}}}{15 C_d.a\sqrt{2g}}$$ সেকেন্ড **(উত্তর)**

উদাহরণ-৮.১৬। 8m ব্যাস এবং 10m উঁচু একটি পাত্রের তলদেশে একটি অর্ধগোলক লাগানো আছে। পাত্রের তলদেশে $200cm^2$ এর অরিফিস দ্বারা পানিতে পূর্ণ পাত্র খালি হতে কত মিনিট সময় লাগবে? [বাকাশিবো-০৪]

সমাধান:

আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় সময় $T = \frac{2\pi}{cda\sqrt{2g}}\left(\frac{2}{3}RH^{1.5} - \frac{1}{5}H^{2.5}\right)$

$= \frac{2\pi}{0.62 \times 0.02 \times \sqrt{2 \times 9.81}} \times \left(\frac{2}{3} \times 4 \times (10)^{1.5} - \frac{1}{5} \times (10)^{2.5}\right)$

$= 24115$ sec.

$= 40.20$ min **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$R = \frac{8}{2} = 4m$

$H = 10m$

$a = 200cm^2 = 0.02m^2$

$C_d = 0.62$

উদাহরণ-৮.১৭। একটি বড় ট্যাংকের পাশে অবস্থিত একটি আয়তাকার অরিফিস 2m চওড়া ও 1m গভীর। অরিফিসটির এক পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 5m উপরে এবং বিপরীত পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 0.5m নিচে। কো-ইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ 0.63 হলে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬]

সমাধান:

আমরা জানি,

আংশিক ডুবন্ত অরিফিস

এর ক্ষেত্রে $Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5})$

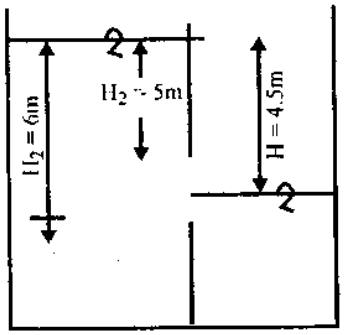
$+ C_d b\,(H_2 - H)\sqrt{2gH}$

$= \frac{2}{3} \times 0.63 \times 2 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (6^{1.5} - 5^{1.5}) + 0.63 \times 2 \times (6 - 5.5)\sqrt{2 \times 9.81 \times 5.5}$

$= 13.08 + 6.54$

$= 19.62\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে



$C_d = 0.63$

$b = 2m$

$H_2 = 6m$

$H_1 = 5m$

$H = 5.5m$

$Q = ?$

উদাহরণ-৮.১৮। 8m ব্যাসের একটি অর্ধগোলাকার পাত্রের 6m উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলায় অরিফিসের ব্যাস 15cm। 3m উচ্চতায় পানি আসতে কত সময় লাগবে নির্ণয় কর ($C_d = 0.62$)। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় সময় অর্ধগোলাকার পাত্রের

ক্ষেত্রে $T = \frac{2\pi}{Cda\sqrt{2g}}\left[\frac{2}{3}R\,(H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) - \frac{1}{5}(H_1^{2.5} - H_2^{2.5})\right]$

$= \frac{2\pi}{0.62 \times 0.0176 \times \sqrt{2 \times 9.81}} \left[\frac{2}{3} \times 4(6^{1.5} - 3^{1.5}) - \frac{1}{5}(6^{2.5} - 3^{2.5})\right]$

$= 130 \times (25.33 - 14.52)$

$= 1405s$

$= 23.42$ min **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$C_d = 0.62$

$a = 0.785 \times .15^2 = 0.0176$

$R = \frac{8}{2} = 4m$

$H_1 = 6m$

$H_2 = 3m$

$T = ?$

৮.৬ মাউথপিসের সংজ্ঞা (Define the mouth piece) ঃ

পানি বা তরল পদার্থ বের হওয়ার ছিদ্র পথে বা অরিফিসের সাথে যখন কোন খোলা মুখ বিশিষ্ট পাইপ যুক্ত করা হয় (বাহিরে বা ভিতরের দিকে) যার দৈর্ঘ্য সাধারণতঃ অরিফিসের ব্যাসের দ্বিগুণ বা তিনগুণ হয় তখন ঐ পাইপকে মাউথপিস বলে। মাউথপিস ব্যবহারে নির্গমণ সহগ বৃদ্ধি পায় ফলে নির্গমণের পরিমাণও বৃদ্ধি পায়।

৮.৬.১ মাউথ পিসের কাজ (Function of mouth piece) ঃ

মাউথ পিসের মূল কাজ হল নির্গমন বৃদ্ধি করা। কোন অরিফিস দিয়ে কি পরিমান তরল পদার্থ নির্গত হবে তা নির্ভর করে নির্গমন সহগের উপর। অরিফিস দিয়ে যে তরল পদার্থ নির্গত হয়ে থাকে তা পরিমাণের দিক দিয়ে খুবই কম। কারণ নির্গমনের সহগের মান কম হয় বলে নির্গমনের পরিমাণ ও কম হয়ে থাকে। তাই বিজ্ঞানীগণ অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য গবেষনা চালাতে থাকে। অনেক পরীক্ষা নিরীক্ষা পর অবশেষে সিদ্ধান্তে উপনীত হয় যে, যদি অরিফিসের সাথে একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপ সংযুক্ত করা যায় তাহলে নির্গমনের সহগের মান বৃদ্ধি পায়। ফলে নির্গমনের পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। তাই নির্গমন বৃদ্ধির নিমিত্তে মাউথপিসের ব্যবহার অপরিহার্য্য হয়ে পড়ে।

অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্যে পার্থক্য (Difference between Orifice and mouth piece) ঃ

অরিফিস	মাউথপিস
১। অরিফিস তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট হয়।	১। মাউথ পিস ধার তীক্ষ্ণ হয় না তবে এর দৈর্ঘ্য কমপক্ষে ব্যাসের দ্বিগুণ।
২। অরিফিস পাত্রের গায়ে থাকে।	২। মাউথ পিস পাত্রের গায়ের বাহিরে বা ভিতরে সংযুক্ত থাকে।
৩। নির্গমনের সহগ কম ।	৩। নির্গমনের সহগ বেশি।
৪। নির্গমনের পরিমাণ কম হয়।	৪। নির্গমনের পরিমাণ বেশি।
৫। অরিফিস একটা ছিদ্র বিশেষ।	৫। মাউথপিস একটা কম দৈর্ঘ্যের পাইপ বিশেষ।

মাউথ পিসের প্রকারভেদ (Types of mouth piece) ঃ

(ক) মাউথপিসের অবস্থান অনুসারে (According to position of mouth piece) ঃ

১। অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস (External mouth piece)

২। অভ্যন্তরীণ মাউথপিস (Internal mouth piece)

(খ) মাউথ পিসের আকার অনুসারে (According to size of mouth piece) ঃ

১। নলাকৃতি মাউথ পিস (Cylinderical mouth piece)

২। অভিসারী মাউথ পিস (Convergent mouth piece)

৩। অভিসারী অপসারী মাউথপিস (Convergent divergent mouth piece)।

(গ) নির্গমনের প্রকৃতি অনুযায়ী (According to nature of discharge) ঃ

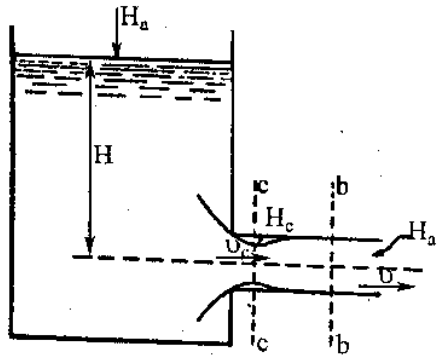
১। পূর্ণ প্রবাহ মাউথ পিস (Running full mouth piece)

২। মুক্ত প্রবাহ মাউথ পিস (Running free mouth piece)।

৮.৭ অনাভ্যন্তরীণ ও অভ্যন্তরীণ মাউথপিস (External and Internal mouth piece) ঃ

৮.৭.১ অনাভ্যন্তরীণ মাউথ পিস (External mouth piece) ঃ

অরিফিসের বাহিরের দিক হতে নিম্নের চিত্রানুযায়ী একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপ সংযুক্ত করে নির্গমনের পরিমাণ বৃদ্ধি করা যায়।



চিত্র ঃ ৮.৭

মনে করি, চিত্রে প্রদর্শিত পাত্র হতে একটি মাউথপিস দিয়ে H মিটার হেডে তরল পদার্থ নির্গত হচ্ছে। মাউথপিসে প্রবেশ হয়ে তরল পদার্থের জেট প্রথমে সংকুচিত হয় ও পরে প্রসারিত হয়ে পাইপকে ভরে ফেলে। মনে করি H_a হল বায়ুমণ্ডলের চাপ, তরল পদার্থের উচ্চতায় মিটারে। মাউথ হতে বের হবার মুহূর্তে তরলের (outlet) চাপ হবে H_a অর্থাৎ বায়ুমণ্ডলের চাপ। কিন্তু যেহেতু ভেনা-কন্ট্রাকটাতে গতিবেগ আউট লেটের গতিবেগ অপেক্ষা বেশি। সেহেতু ভেনা-কন্ট্রাকটাতে চাপ বা বায়ুমন্ডলের চাপ অপেক্ষা কম হবে।

যেহেতু মাউথ পিস অর্থাৎ আউটলেট পাইপটি তরল পদার্থ দিয়ে পূর্ণ, সুতরাং সংকোচন সহগ এর মান = (1) এক। তরল পদার্থের যে কোন দু' বিন্দুতে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে কো-ইফিসিয়েন্ট অফ্ ভেলোসিটি নির্ণয় করা যেতে পারে।

মনে করি, a = পাইপের ক্ষেত্রফল

a_c = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে প্রবাহের ক্ষেত্রফল

V = পাইপের আউটলেটে গতিবেগ

V_c = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে গতিবেগ।

H_c = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে এবসলিউট প্রেসার।

ভেনা-কন্ট্রাকটাতে সংকোচন সহগ 0.62 ধরে

$$a_c = Cc.a$$
$$= 0.62a$$

∴ C- C তে প্রবাহের পরিমাণ = b– b তে প্রবাহের পরিমাণ

$$V_c a_c = Va.$$

$$\therefore V_c = \frac{Va}{a_c} = \frac{Va}{0.62a} = \frac{V}{0.62}$$

c – c ও b – b এর মধ্যে ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির কারণে হেড লস

$$h_e = \frac{(V_c - v)^2}{2g}$$

এখন V_c এর মান বসায়ে পাই

$$\text{হেড লস} = \frac{\left(\frac{V}{0.62} - V\right)}{2g} = \frac{0.38V^2}{2g}$$

আবার পাত্রে তরল পদার্থের উপরিতল ও b– b তে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে,

$$H_a + H = H_a + \frac{V^2}{2g} + \text{হেড লস}$$

$$\therefore H = \frac{0.38V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g} = 1.38\,\frac{V^2}{2g}$$

$$\therefore \text{ বেগের সহগ } C_v = \frac{V}{\sqrt{2gH}}$$

$$= \frac{V}{\sqrt{2g \times \frac{1.38\,V^2}{2g}}} \text{ - - - (H এর মান বসায়ে)}$$

$$= \frac{V}{1.17\,V} = 0.85$$

এখন $C_d = C_v \times C_c = 0.85 \times 1 = 0.85$ [$\because$ নির্গমন প্রান্তে $C_c = 1$)

ভেনা-কন্ট্রাকটাতে চাপ নির্ণয়ের জন্য পাত্রে তরল পদার্থের উপরিতলে ও C_c অংশে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে-

$$H_a + H = H_c + \frac{V_2^{\,2}}{2g}$$

কিন্তু $V_c = \frac{v}{0.62}$

এবং $H = \frac{1.38V^2}{2g}$

$$\therefore \quad H_a + \frac{1.38\,V^2}{2g} = H_a + (2.6 \times \frac{v^2}{2g})$$

$$\therefore \quad H_c = H_a - 1.22\,\frac{v^2}{2g}$$

অর্থাৎ ভেনা-কন্ট্রাকটাতে চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপ অপেক্ষা $1.22\,\frac{v^2}{2g}$ কম।

নির্গমনের উপর মাউথপিসের প্রতিক্রিয়া হল ভেনা-কন্ট্রাকটাতে চাপ কমানো এবং এভাবে কার্যকরী হেড বাড়ানো হয়।

উদাহরণ-৮.১৯। 10 সেঃ মিঃ ব্যাস বিশিষ্ট একটি অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস দ্বারা 5 মিটার হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। নির্গমনের পরিমাণ ও ভেনা-কন্ট্রাকটাতে পরম চাপ নির্ণয় কর। সংকোচনের সহগ $C_c = 0.59$। [বাকাশিবো–০৪]

সমাধান:

মাউথপিসের ক্ষেত্রফল, $a = \frac{\pi \times (.1)^2}{4} = 0.0078$ বঃ মি.

নির্গমনের পরিমাণ, $Q = C_d.\ a.\ \sqrt{2gH}$

$= 0.85 \times 0.0078 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 5}$ [$C_d = 0.85$ ধরে]

$= 0.066$ ঘঃ মিঃ/সেঃ **(উত্তর)**।

বিকল্প পদ্ধতি ঃ

পানির উপরিতলে ও মাউথ পিসের আউটলেটে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে,

$$5 = \frac{v^2}{2g} + \frac{(V_c - v)^2}{2g} \quad \text{কিন্তু } V_c = \frac{v}{0.59} \qquad \because av = a_c v_a$$

$$\therefore 5 = \frac{V^2}{2g} + \frac{\left(\frac{V}{0.59} - V\right)^2}{2g} \qquad v_e = \frac{v \times a}{a_c} = \frac{v}{C_a} = \frac{v}{0.59}$$

$$= \frac{V^2}{2g} + \frac{\left(\frac{V}{0.59} - V\right)^2}{2g}$$

$$= \frac{V^2}{2g} + \frac{\left(\frac{v - 0.59V}{0.59}\right)^2}{2g}$$

$$= \frac{V^2}{2g} + \frac{\left(\frac{0.41}{0.59}\right)^2}{2g} = \frac{V^2}{2g} + \frac{0.483V^2}{2g} = \frac{V^2 + 0.483V^2}{2g}$$

$$= \frac{V^2 + 0.483V^2}{2 \times 9.81}$$

$$\therefore 5 = \frac{1.483V^2}{19.62}$$

$$\therefore V^2 = \frac{19.62 \times 5}{1.483} = 66.15$$

$\therefore$ V = 8.13 মিটার/সেঃ

$\therefore$ নির্গমনের পরিমাণ Q = av =0.007 x 8.13

= 0.0569 ঘনমিটার/সেঃ

$$V_c = \frac{v}{0.59} = \frac{8.13}{0.59} = 13.78 \text{ মিটার/সেঃ}$$

পানির উপরিতল ও ভেনা-কন্ট্রাকটাতে বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে,

$$10.34 + 5 = Hc + \frac{Vc^2}{2g}$$

$$\therefore Hc = 15.34 - \frac{(13.78)^2}{19.62}$$

$$= 15.34 - 9.7$$

= 66.64 মিটার **(উত্তর)।**

উদাহরণ-৮.২০। 6 সেন্টিমিটার ব্যাসের একটি নলাকার মাউথপিস একটি পানিধারী চৌবাচ্চার খাড়াপার্শ্বে লাগানো আছে। চৌবাচ্চায় পানির উচ্চতায় মাউথপিসের কেন্দ্র হতে 3 মিটার। মাউথপিসের মধ্যে দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। $C_c = 1$, $C_v = 0.85$

সমাধানঃ দেওয়া আছে-

মাউথপিসের ব্যাস d = 6 সেঃ মিঃ = 0.06 মিটার.

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $a = \frac{\pi \times d^2}{7} = \frac{\pi \times (0.06)^2}{4} = 0.0028$ বঃ মিঃ

মাউথপিস হতে পানির উচ্চতা H = 3 মিঃ

মাউথপিসের মধ্যে দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ Q = ?

আমরা জানি, নির্গমন $Q = C_d . a \sqrt{2gH}$.

$= 0.85 \times 0.0028 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 3} \quad \because Cd = Cv \times C_C = 0.85 \times 1 = 0.85$

= 0.0182 ঘঃ মিঃ/সেঃ

= 18.26 লিটার/সেঃ **(উত্তর)।**

উদাহরণ–৮.২১। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 0.20m। উহাতে সার্বক্ষণিক4m চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর, যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,

মাউথপিসের ব্যাস = 0.20m

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times (0.20)^2}{4} = 0.0314159\ m^2$

পানির, উচ্চতা জনিত চাপ = 4m

নির্গমন Q = ?

আমরা জানি, $Q = 0.707\ a\sqrt{2gH}$

$= 0.707 \times 0.0314159 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 4}$

= 0.1968 ঘনমিটার/সেকেন্ড

=11.81 ঘনমিটার/মিনিট

= 11805.92 লিটার/মিনিট **(উত্তর)**।

৮.৭.২ অভ্যন্তরীণ মাউথপিস (Internal mouth piece) বা বোর্ডার মাউথ পিস (Borda's mouth piece) ঃ

অভ্যন্তরীণ মাউথপিসকে বোর্ডাস মাউথপিস বলে। ফরাসী গনিতজ্ঞ এবং প্রকৌশলী চালর্সবোর্ড টিউবের মাধ্যমে পানির প্রবাহের উপর অনেকগুলো পরীক্ষা নিরীক্ষা করেন। তার নাম অনুসারে অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের নাম রাখা হয় বোর্ডার মাউথপিস। উহাকে পুনঃ প্রবেশ (Re-entrant) মাউথপিসও বলা হয়। এ মাউথ পিসকে 2 ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথাঃ

১। প্রবাহমুক্ত মাউথপিস (Mouth piece Running free)

২। প্রবাহপূর্ণ মাউথপিস (Mouth piece Running full)।

প্রবাহমুক্ত মাউথপিস (Mouth piece Running free)

যে মাউথপিসে জেটের সংকোচনের পর কিনারা স্পর্শ না করে তাকে প্রবাহ মুক্ত মাউথপিস বলে।

মনে করি,

H = মাউথ পিসের কেন্দ্র হতে তরল পদার্থে উচ্চতা

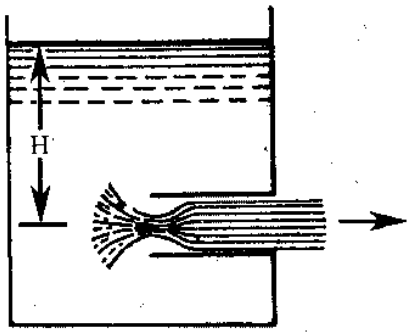
a = অরিফিস বা মাউথপিসের ক্ষেত্রফল

a_c = সংকুচিত জেটের ক্ষেত্রফল

v = তরল পদার্থের বেগ

ω = তরলের আপেক্ষিক ওজন।

$\therefore$ মাউথপিসে অবস্থিত তরল পদার্থের চাপ $p = \omega H$.



চিত্র ঃ ৮.৮

মাউথপিসে ক্রিয়াশীল বল = চাপ x ক্ষেত্রফল = $\omega H \times a$ . . .(1)

প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহমান তরলের ভরবেগ = ভর x বেগ

$$= \frac{wa_c v}{g} \times v$$

$$= \frac{wa_c v^2}{g} \quad \ldots\ldots (2)$$

∴ প্রাথমিক অবস্থায় তরল পদার্থ স্থির ছিল। সুতরাং

আদিবেগ 0 এবং ভরবেগের পরিবর্তন = $\frac{\omega a_c v^2}{g}$ ..... (3)

আমরা জানি, নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র যে, বস্তুর ভরবেগ পরিবর্তনের হার ওর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। অতএব সমীকরণ (1) ও (2)নং হতে পাই যে,

$$\omega H_a = \frac{\omega a_c v^2}{g}$$

বা, $H_a = \frac{a_c v^2}{g}$

$$\therefore \frac{v^2}{2g} . a = \frac{a_c v^2}{g}$$

$$\therefore a = 2a_c$$

$$\frac{a_c}{a} = \frac{1}{2}$$

$v = \sqrt{2gH}$.

$\because H = \frac{v^2}{2g}$

সুতরাং সংকোচনের সহগ $C_c = \frac{a_c}{a} = 0.5$ যদি বেগের সহগ

$C_v = 1$ হয় ($V_C = V$)

তাহলে, নির্গমনের সহগ, $C_d = C_v \times C_c = 1 \times 0.5 = 0.5$

∴ নির্গমন $Q = C_d . a\sqrt{2gH}$

$= 0.5\, a\sqrt{2gH}$

উদাহরণ-৮.২২। একটি বোর্ডার মাউথপিসের ব্যাস 100 মিঃ মিঃ। ওটা ট্যাংকের একপাশে অরিফিসের সংগে সংযুক্ত। অরিফিসের কেন্দ্র রেখা হতে ট্যাংকে পানির উচ্চতা 6 মিটার। যদি মাউসপিস প্রবাহমুক্ত হয় তাহলে মাউথপিস দিয়ে নির্গমন কত হবে? $C_d = 0.5$

সমাধান:

দেয়া আছে-

মাউথ পিসের ব্যাস = 100 মিঃমিঃ = 10 সেঃমিঃ

$\therefore a = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.54$ বর্গ সেঃমিঃ

পানির উচ্চতা 6 মিটার = 600 সেঃমিঃ

নির্গমন Q = ?

আমরা জানি $Q = 0.5\, a\sqrt{2gH}$

$= 0.5 \times 78.53 \sqrt{2 \times 981 \times 600}$

= 42607.39 ঘঃ সেঃমিঃ/ সেঃ

= 42.60739 লিটার/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৮.২৩। একটি প্রবাহমুক্ত বোর্ডার মাউথপিসের 4 মিটার ধ্রুব হেডে পানি নির্গমন হতেছে। মাউথ পিসের ব্যাস 4 সেঃমিঃ। নির্গমনের পরিমাণ লিটার/সেঃ বের কর। $C_d = 0.5$

সমাধান ঃ

দেয়া আছে -

ব্যাস d $= 4\ cm = 0.04m$

ধ্রুব হেড H $= 4m$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times (0.04)^2}{4} = 0.0013$$

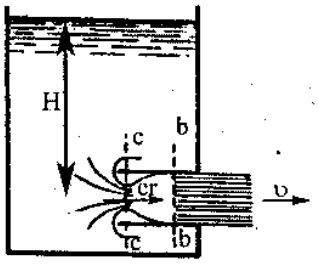
নির্গমনের $Q = C_d.\ a.\ \sqrt{2gH}$

$= 0.5 \times 0.0013\ \sqrt{2 \times 9.81 \times 4}$

$= 0.00556\ m^3/sec$

= 5.56 লিটার/Sec (**উত্তর**)।

৮.৭.৩ প্রবাহ পূর্ণ মাউথপিস (Mouth pieces Running full) ঃ



চিত্র ঃ ৮.৯

যে মাউথপিসে জেট সংকোচনের পর প্রসারিত হয় এবং সম্পূর্ণ মাউথপিস প্রবাহী দিয়ে পূর্ণ হয় তাকে প্রবাহ পূর্ণ মাউথপিস বলে।

মনে করি

H = মাউথপিসের কেন্দ্র হতে তরল পদার্থের উচ্চতা

a_c = ভেনা-কন্ট্রাকটায় প্রবাহিত তরল পদার্থের ক্ষেত্রফল

V = নির্গমন দ্বারে তরল পদার্থের বেগ

V_c = ভেনা-কন্ট্রাক্টাতে তরল পদার্থের বেগ

যেহেতু তরল পদার্থের প্রবাহ অভিরাম। সুতরাং অভিরাম প্রবাহের সূত্রানুসারে $V_c a_c = Va$

$$\therefore V_c = \frac{Va}{a_c}$$

আমরা জানি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের সংকোচনের সহগ = 0.5

অর্থ্যাৎ $\frac{a_c}{a} = 0.5$

সুতরাং উপরের সমীকরণে এ মান বসায়ে আমরা পাই

$$V_c = \frac{V_a}{a_c} = V\frac{a}{a_c} = v.\frac{1}{0.5}$$

$$\text{বা } V_c = v\frac{10}{5} = 2V \ldots\ldots\ldots (1)$$

চিত্রে আমরা দেখতে পাই c-c সেকশন অতিক্রম করার পর b–b সেকশনে জেট হঠাৎ সম্প্রসারিত হয়েছে। সুতরাং জেট হঠাৎ সম্প্রসারিত হওয়ার কারণে শক্তি অপচয় (head loss) বের হবে। তাহলে জেটে হঠাৎ সম্প্রসারিত হওয়ার ফলে যে শক্তির অপচয় হয়, তা-

$$h_e = \frac{(V_c - v)^2}{2g} = \frac{(2v - v)^2}{2g} \quad \therefore V_c = 2v$$

$$\therefore h_e = \frac{v^2}{2g}$$

এখন c–c ও b–b তে বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে পাই যে

$$H = \frac{V^2}{2g} + \text{শক্তির অপচয়}$$

$$= \frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g}$$

$$= \frac{2V^2}{2g}$$

$$H = \frac{V^2}{g}$$

$$V = \sqrt{gH}$$

$\therefore$ প্রকৃত নির্গমন $= a\sqrt{gH}$

আমরা জানি, তাত্ত্বিক নির্গমন $= a\sqrt{2gH}$

$\therefore$ নির্গমনের সহগ $C_d = \frac{\text{প্রকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}}$

বা $C_d = \frac{a\sqrt{gH}}{a\sqrt{2gH}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$

$\therefore$ নির্গমন, $Q = C_d \times a\sqrt{2gH}$

$= 0.707a\sqrt{2gH}$

উদাহরণ-৮.২৪। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 200 মিঃমিঃ। ওটা 8 মিটার উচ্চতা জনিত চাপে পানি নির্গমন করতেছে। তাহলে মাউথপিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিট বের কর। যদি-

(ক) মাউথপিস প্রবাহ মুক্ত হয়।

(খ) মাউথপিস প্রবাহ পূর্ণ হয়। [বাকাশিবো–০৭]

সমাধানঃ দেয়া আছে-

মাউথপিসের ব্যাস = 200 মিঃমিঃ =0.2 মিটার।

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 0.2^2}{4} = 0.0314159$ বঃমিঃ

পানির, উচ্চতা জনিত চাপ = 8 মিটার

নির্গমন Q = ?

(ক) মাউথপিস প্রবাহ মুক্ত হলে ঃ

আমরা জানি, $Q = 0.5\, a\sqrt{2gH}$

$= 0.5 \times 0.0314 \sqrt{2 \times 9.81 \times 8}$

= 0.19679 ঘনমিটার/ সেঃ

= 11.8 ঘনমিটার/মিনিট

= 11807.70 লিটার/মিনিট

(খ) মাউথপিস প্রবাহ পূর্ণ ঃ

আমরা জানি $Q = 0.707a\sqrt{2gH}$

$= 0.707 \times 0.0314 \sqrt{2 \times 9.81 \times 8}$

= 0.27812 ঘনমিটার/সেঃ

= 16.6872 ঘন মিঃ/মিঃ

= 16687.2 লিটার/মিঃ **(উত্তর)**।

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **অরিফিস কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, অরিফিস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ একটি তরল পূর্ণ পাত্রের পার্শ্ব বা তলদেশের যে কোন জায়গায় যদি একটি ছিদ্র করে দেওয়া হয় তবে তা দিয়ে বেগে তরল ধারা নির্গত হতে থাকবে। এ ছিদ্রকে অরিফিস বলে।

২। **ভেনাকন্ট্রাকটা কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২]

অথবা ভেনাকন্ট্রাকটা (Venacontracta) কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, ভেনাকন্ট্রাকটা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১০, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, ভেনাকন্ট্রাকটা কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১১, ১২(পরি)]

উত্তর ঃ অরিফিস দিয়ে তরল নির্গতকালে জেন্ট আকারে বের হওয়ার সময় কিছুটা সংকোচিত হয়ে পরে সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হয়। জেন্ট পানির ধারা (Stream) সর্ব প্রথম যে অংশ হতে সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হয় সে অংশকে ভেনা-কন্ট্রাকটা বলে।

৩। **বেগের সহগ কী?**

উত্তর ঃ অরিফিস দিয়ে তরল নির্গতকালে ভেনা-কন্ট্রাক্টাতে জেন্ট এর প্রকৃত বেগ এবং তাত্ত্বিক বেগের অণুপাতকে বেগের সহগ (co-efficient of velocity) বলে।

গাণিতিকভাবে, বেগের সহগ $(c_v) = \dfrac{\text{ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{তাত্ত্বিক গতিবেগ}}$

৪। **কোন ধরনের অরিফিসকে বৃহৎ অরিফিস বলা হয়।**

উত্তর ঃ তরল পদার্থের প্রাপ্ত হেড অরিফিসের উচ্চতার পাঁচগুণ অপেক্ষা কম হলে উক্ত অরিফিসকে বৃহৎ অরিফিস বলা হয়।

৫। **ডুবানো অরিফিস কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ ডুবানো অরিফিস দুই প্রকার, যথা ঃ-

(i) সম্পূর্ণ ডুবানো বা নিমজ্জিত অরিফিস।

(ii) আংশিক ডুবানো বা নিমজ্জিত অরিফিস।

৬। **আয়তাকার ও অর্ধগোলাকার পাত্র হতে অরিফিসের মাধ্যমে খালি করার সময় নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় লিখ।**

উত্তর ঃ আয়তকার ট্যাংক খালি করার প্রয়োজনীয় সময়, $T = \dfrac{2A\sqrt{H_1}}{Cd.a\sqrt{2g}}$ এবং

অর্ধগোলাকার ট্যাংক খালি করতে প্রয়োজনীয় সময়, $T = \dfrac{14\pi R_2^{\frac{5}{2}}}{15\ cd.a\sqrt{2g}}$

৭। **ভেনাকন্ট্রাকটা ও সংকোচনের সহগের মধ্যে সম্পর্ক কী?**

উত্তর ঃ ভেনা-কন্ট্রাকটা ও সংকোচনের সহগ মধ্যে সম্পর্ক হল এই যে, সংকোচনের সহগ ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেট এর ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভরশীল। জেট এর ক্ষেত্রফল বাড়লে সংকোচনের সহগ বাড়বে।

৮। **মাউথপিস কী?**

অথবা, মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ পানি বা তরল পদার্থ বের হওয়ার ছিদ্র পথে বা অরিফিসের সাথে যখন কোন খোলা মুখ বিশিষ্ট পাইপ যুক্ত করা হয় (বাহিরে বা ভিতরের দিকে) যার দৈর্ঘ্য সাধারণতঃ অফিসের ব্যাসের দ্বিগুণ বা তিনগুণ হয় তখন ঐ পাইপকে মাউথপিস বলে।

অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

৯। নির্গমনের সহগ কিভাবে বৃদ্ধি করা যায়?

উত্তর ঃ অরিফিসের সাথে একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপ সংযুক্ত করা হইলে নির্গমনের সহগ বৃদ্ধি পায়।

১০। অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস কী?

উত্তর ঃ যখন অরিফিসের বাহিরের দিকে একটি স্বল্প দৈর্ঘ্যের পাইপ সংযুক্ত নির্গমনের পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয় তখন তাকে অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস (External mouth pice) বলে।

১১। মুক্তপ্রবাহ মাউথপিস কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, মুক্তপ্রবাহ মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ১০(পরি), ১১(পরি)]

উত্তর ঃ মাউথপিসে প্রবেশের পর তরলের জেট সংকোচন হয়। এই সংকোচনের পর পুনরায় প্রসারিত না হয়ে বা মাউথপিসের গায়ে বা তরল স্পর্শ না করে নির্গত হলে তাকে মুক্ত প্রবাহ মাউথ পিস বলে।

১২। প্রবাহ পূর্ণ মাউথপীস কাকে বলে?

উত্তর ঃ মাউথপিসে প্রবেশের পর তরলের জেট সংকোচন হওয়ার পর যদি প্রসারিত হয় এবং মাউথপিস পূর্ণ হয়ে তরল নির্গত হলে তাকে পূর্ণ প্রবাহ মাউথপিস বলে।

১৩। বর্ডার মাউথ পিস কত প্রকার? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ বর্ডার মাউথপিস দুই প্রকার, যথা–

১। প্রবাহযুক্ত মাউথপিস,

২। প্রবাহপূর্ণ মাউথপিস।

১৪। হাইড্রোলিক সহগগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক সহগ ৩ টি যথা ঃ

১। বেগের সহগ

২। সংকোচন সহগ

৩। নির্গমন সহগ।

১৫। বোর্ডার মাউথপিস (Bordar mouth piece) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, বোর্ডার মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২, ১৪(পরি)]

উত্তর ঃ কোন পাত্রের ভিতরের দিকে অরিফিসের সাথে সংযুক্ত মাউথ পিসকে বোর্ডার মাউস পিস বলে।

১৬। সংকোচন সহগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর ঃ **সংকোচন সহগ ঃ** ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল ও অরিফিসের ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে সংকোচনের সহগ বলে।

$$\text{সংকোচনের সহগ } (C_c) = \frac{\text{ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল}}$$ ।

১৭। একটি অরিফিস হতে 125cm হেডে পানি নির্গত অবস্থায় ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে নির্দিষ্ট পানি কণার অনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে 70cm এবং 35cm হলে বেগের সহগ কত? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$$\text{বেগের সহগ } C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$$

$$= \sqrt{\frac{(70)^2}{4 \times 35 \times 125}}$$

$$= 0.53 \textbf{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$H = 125cm$

$x = 70cm$

$y = 35cm$

$C_v = ?$

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **অরিফিসের আকার আকৃতি ও প্রকৃতি অনুযায়ী শ্রেণি বিন্যাস কর।**

উত্তর ঃ অরিফিসের আকার ও আকৃতি এবং প্রবাহের প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন রকম আছে।

(ক) আকার অনুসারে (According to size) ঃ

১। ছোট অরিফিস

২। বড় অরিফিস

(খ) আকৃতি অনুসারে (According to Shape) ঃ

১। বৃত্তাকার অরিফিস

২। আয়তাকার

৩। ত্রিভুজাকার অরিফিস।

(গ) কিনারার আকৃতি অনুসারে (According to Sharp of edge) ঃ

১। তীক্ষ্ণধার কিনারা অরিফিস

২। ঘন্টামুখী অরিফিস।

(ঘ) নির্গমনের প্রকৃতি অনুসারে (According to nature of discharge through orifice) ঃ

১। সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অরিফিস

২। আংশিক নিমজ্জিত অরিফিস।

২। **নির্গমনের সহগ বলতে কী বুঝ?**

অথবা, নির্গমন সহগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১১(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ অরিফিসের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত তরলের প্রকৃত নির্গমন এবং তাত্ত্বিক নির্গমনের অনুপাতকে নির্গমনের সগহ (Co-efficient of discharge) বলে। একে Cd দ্বারা প্রকাশ করা হয়। জেটের সংকোচন ও গতিবেগ হ্রাসের কারণে প্রকৃত নির্জমন তাত্ত্বিক নির্গমন অপেক্ষা অনেক কম হয়।

$$C_d = \frac{\text{প্রকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}} = \frac{\text{পরিমাপকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}}$$

৩। **প্রমাণ কর যে, $C_d = C_c \times C_v$.** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, নির্গমন সহগ $(c_d) = c_c \times c_v$ [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $C_d = C_v \times C_c$; যেখানে C_d = নির্গমন সহগ C_v = বেগের সহগ C_c = সংকোচন সহগ [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, দেখাও যে, নির্গমন সহগ, $C_d = C_v \times C_c$ [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, দেখাও যে, $C_d = C_v \times C_c$ [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ আমরা জানি নির্গমন সহজ,

$$C_d = \frac{\text{প্রকৃত নির্গমন}}{\text{তাত্ত্বিক নির্গমন}}$$

$$= \frac{\text{জেটের প্রকৃত ক্ষেত্রফল} \times \text{প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল} \times \text{তাত্ত্বিক গতিবেগ}}$$

$$= \frac{\text{জেটের প্রকৃত ক্ষেত্রফল}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল}} \times \frac{\text{প্রকৃত গতিবেগ}}{\text{তাত্ত্বিক গতিবেগ}}$$

$$= \frac{a_c}{a} \times \frac{V_{ac}}{V_{th}} \quad \left[\frac{a_c}{a} = C_c \text{ এবং } \frac{V_{ac}}{V_{th}}\right]$$

$$= C_c \times C_v$$

$\therefore Cd = C_c \times C_v$ **প্রমাণীত**

৪। **অরিফিস ও মাউথপিসের মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬]

অথবা, মাউথপিস ও অরিফিস-এর মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪, ১০]

উত্তর ঃ অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্যে পার্থক্য ঃ

অরিফিস	মাউথপিস
১। অরিফিস তীক্ষ্ম ধার বিশিষ্ট হয়।	১। মাউথপিস ধার তীক্ষ্ম হয় না তবে এর দৈর্ঘ্য কমপক্ষে ব্যাসের দ্বিগুণ।
২। অরিফিস পাত্রের গায়ে থাকে।	২। মাউথপিস পাত্রের গায়ের বাহিরে বা ভিতরে সংযুক্ত থাকে।
৩। নির্গমনের সহগ কম ।	৩। নির্গমনের সহগ বেশি।
৪। নির্গমনের পরিমাণ কম হয়।	৪। নির্গমনের পরিমাণ বেশি।
৫। অরিফিস একটা ছিদ্র বিশেষ।	৫। মাউথপিস একটা কম দৈর্ঘ্যের পাইপ বিশেষ।

৫। **মাউথ পিস-এর প্রকারভেদ লিখ।**

উত্তর ঃ মাউথ পিসের প্রকারভেদ ঃ

(ক) মাউথপিসের অবস্থান অনুসারে ঃ

১। অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস (External mouth piece),

২। অভ্যন্তরীণ মাউথপিস (Internal mouth piece)

(খ) মাউথ পিসের আকার অনুসারে ঃ

১। নলাকৃতি মাউথ পিস (Cylinderical mouth piece)

২। অভিসারী মাউথ পিস (Convergent mouth piece)

৩। অভিসারী অপসারী মাউথপিস (Convergent divergent mouth piece)।

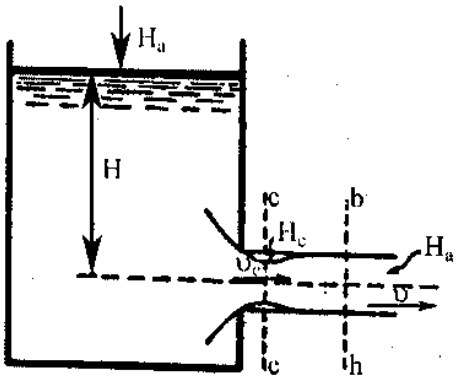
(গ) নির্গমনের প্রকৃতি অনুযায়ী ঃ

১। পূর্ণপ্রবাহ মাউথ পিস (Running full mouth piece)

২। মুক্তপ্রবাহ মাউথ পিস (Running free mouth piece)।

৬। **একটি অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিসের চিত্র অংকন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।**

উত্তর ঃ



Ha = বায়ুমণ্ডলের চাপ (তরল পদার্থের উচ্চতায় মিটারে)

H = মাউথপিসের কেন্দ্র হইতে তরল পদার্থের উচ্চতা।

Vc = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে তরলের বেগ।

ac = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে তরলের বেগ।

Hc = ভেনা-কন্ট্রাকটাতে তরলেল চাপ।

3 = পাইপের আউটলেটে গতিবেগ।

৭। **মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা লিখ।** [বাকাশিবো–২০১১, ১৩]

অথবা, মাউথপিছ ব্যবহারে কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো–০৭]

অথবা, মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১(পরি)]

উত্তর ঃ মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধাসমূহ ঃ

(i) মাউথপিস ব্যবহারে নির্গমন সহগ বৃদ্ধি পায়।

(ii) একই ব্যাসের অরিফিস দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ তরল নির্গত হয়, মাউথপিস ব্যবহারে তার চেয়ে বেশি নির্গমণ হয়।

৮। **প্রমাণ কর যে $c_v = \sqrt{\frac{x^2}{4xH}}$ যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।** [বাকাশিবো–২০০৪, ১০(পরি), ১৪(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4xH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

[বাকাশিবো-২০০৬, ১১, ১২(পরি), ১৩)

উত্তর ঃ ধরি, ধারাবাহিক পানি সরবরাহের মাধ্যমে একটি জালাধারে (Watertank) ধ্রুব উচ্চতার পানি ধারণ করছে (চিত্রঃ ৮.৩)। জলাধারাটির একদিকে সংযুক্ত একটি অরিফিসের মাধ্যমে পানি বাহিরের দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। জেট এর মধ্যে একটি পানির কণা P বিবেচনা করা হল। ধরি, C–C সেকশন বরাবর ভেনা-কন্ট্রাকটা অবস্থান করছে।

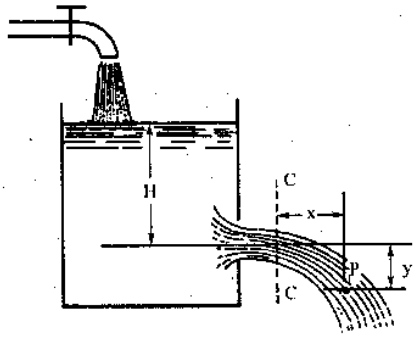
এমতাবস্থায়, ধরি, H = পানির ধ্রুব উচ্চতা।

x = c–c ও ρ এর মধ্যে আনুভূমিক দূরত্ব

y =c c–c ও ρ এর মধ্যে খাড়া দূরত্ব

v = জেট এর বেগ এবং

t =c–c থেকে P তে পৌঁছাতে পানির কণাটি দ্বারা অতিক্রান্ত সময় সেকেন্ড।



আমরা জানি,

$x = vt$

$x^2 = v^2t^2$

$t^2 = \frac{x^2}{v^2}$ ..... (1)

এবং

$y = \frac{1}{2} gt^2$

$t^2 = \frac{2y}{g}$ ..... (2)

সমীকরণ (1) এবং (2) পরস্পর সমান (এখানে g হল মহাকর্ষণজনিত ত্বরণ)

সুতরাং $\frac{x^2}{V^2} = \frac{2y}{g}$

$V^2 = \frac{x^2g}{2y}$

$V = \sqrt{\frac{gx^2}{2y}}$

কিন্তু $C_v = \frac{V}{\sqrt{2gH}}$

$\therefore$ $C_v = \frac{\sqrt{\frac{gx^2}{2y}}}{\sqrt{2gH}}$ [v এর মান বসাইয়া]

$C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **চিত্রসহ নির্গমনের সহগ ও বেগের সহগ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **ডুবানো অরফিস দিয়ে কিভাবে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয় চিত্রসহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, বহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে নির্গমন $Q = c_d b\sqrt{2gH}\,(H_2 - H_1)$

অথবা, বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের নির্গমনের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪R]

অথবা, একটি বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিসের ক্ষেত্রে মোট নির্গমনের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৫.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **অর্ধ বৃত্তাকার ট্যাংকে খালি করতে প্রয়োজনীয় সময় কিভাবে নির্ণয় করা হয়।**

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **প্রমাণ কর যে বৃহৎ আকার অরিফিস দিয়ে নির্গমন**

$2/3\ C_d.b\sqrt{2g}\,(H_2^{3/2} - H_1^{3/2})$ [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, বিভিন্ন নোটেশনের ব্যাখ্যা ও চিত্রসহ বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

অথবা, একটি বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর ঃ $Q = \frac{2}{3}\ C_d b\sqrt{2g}\,(H_2\frac{3}{2} - H_1\frac{3}{2})$

[বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, নোটেশনসহ বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, বৃহৎ অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = \frac{2}{3}C_d.b\sqrt{2g}\,(H_2\frac{3}{2} - H_1\frac{3}{2})$ [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, বৃহৎ অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = 2/3\ c_d.b\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5})$ [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **পরীক্ষামূলক পদ্ধতিতে বেগের সহগের সূত্র নিরূপণ কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 2.5 সেঃ মিঃ ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার অরিফিস হতে সার্বক্ষণিক 1 মিটার হেডের আওতায় জেট আকারে পানি নির্গত হতেছে। জেটের ভেনা-কন্ট্রাকটা হতে পানির একটি নির্দিষ্ট কণার আনুভূমিক দূরত্ব 35 সেঃ মিঃ ও খাড়া দূরত্ব 3.5 সেঃ মিঃ। জেট দিয়ে প্রতি সেকেণ্ডে 1.35 লিটার পানি নির্গত হতে হাইড্রলিক সহগসমূহ নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** $C_d = 0.63$, $C_v = 0.94$ $C_c = 0.6$]

২। একটি ট্যাংকে অরিফিসের কেন্দ্র হতে পানির উচ্চতা 1.5 মিঃ। অরিফিসটির ব্যাস 5 সেঃ মিঃ। সংকোচন সহগ 0.62, বেগের সহগ 0.98 হলে ক) C_d (খ) তাত্ত্বিক নির্গমন ও (গ) প্রকৃত নির্গমন বের কর।

[**উত্তর ঃ** 0.61, 10.65 লিঃ/ সেঃ, 6.5 লি/সেঃ]

৩। একটি আয়তকার অরিফিস 1 মিঃ চওড়া ও 1.25 মিঃ গভীর। অরিফিসটির উভয় পাশে পানির উচ্চতার পার্থক্য 1.4 মিঃ। C_d =0.6 হলে অরিফিসটির মধ্যে দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর। [**উত্তরঃ 2.36লিঃ/সেঃ**]

৪। আংশিক নিমজ্জিত একটি অরিফিস 1.2 মিটার চওড়া ও 6 মিঃ গভীর। অরিফিসটির এক পাশে অরিফিসের উপরে কিনারা হতে পানির উচ্চতা 1.2 মিটার এবং অন্য পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 30 সেঃ মিঃ নিচে। C_d = 0.62 নির্গমন নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 2.36 লিঃ/সেঃ]

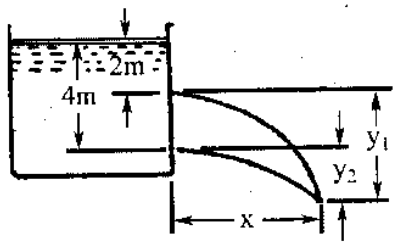
৫। 11 মিটার লম্বা, 7 মিটার চওড়া একটি ট্যাংকে পানির গভীরতা 4 মিঃ। ট্যাংকের তলদেশে অবস্থিত 0.3 বঃ মিঃ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হতেছে। নির্গমন সহগ 0.62 হলে ট্যাংকটিকে খালি করতে কত সময়ের প্রয়োজন হবে? [**উত্তর ঃ** 8 মিনিট]

৬। 6 মিটার দৈর্ঘ্য ও 5 মিটার প্রস্থ বিশিষ্ট একটি ট্যাংকের তলদেশে অবস্থিত 2 সেঃ মিঃ ব্যাসের একটি অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হতেছে। নির্গমন 0.64 হলে পানির উচ্চতাকে 2 মিঃ হতে 0.5 মিটারে আনতে কত সময় লাগবে? [**উত্তর ঃ** 8.33 সেকেন্ড।

৭। ঝুলন্ত একটি ট্যাংকের একদিকে 25.44 মিঃমিঃ ব্যাসের একটি বৃত্তাকার অরিফিস বন্ধ অবস্থায় রয়েছে। অরিফিসের ঢাকনাটি খুলে দিলে এবং অরিফিসের বিপরীত দিকে ট্যাংকের বাহিরে 1.64 kg বল প্রয়োগ করলে ট্যাংকটি স্থির অবস্থায় থাকে। যদি সার্বক্ষণিক হেড 2.74মিটার এবং 0.1409 ঘন মিটার/মিনিট পানি নির্গত হয় তাহলে বের কর। (ক) C_d (খ) Cv (গ) C_c

[**উত্তর ঃ** 0.63, 0.92, 0.68]

৮। একটি পাত্রের একই পাশে দু'টি অরিফিস আছে। উপরের অরিফিসের গভীরতা 2 মিঃ, নিচের অরিফিসের গভীরতা 6 মিটার। যদি উভয় অরিফিসের বেগের সহগ 0.9 হয় তবে পানির ধারা পরস্পর কত দূরে পড়বে? [**উত্তর ঃ** 6.24 মিটার]



চিত্র ঃ

৯। একটি পাত্র হতে 2.15 cm ব্যাসের অরিফিসের মধ্যে দিয়ে পানি জেট আকারে নির্গত হচ্ছে। অরিফিসের উপর পানির উচ্চতা 2 মিটার। যদি পাত্রে পানির চাপ 0.7Kg/cm^2, C_d=0.62, Cv=0.95 হলে অরিফিস দিয়ে নির্গমন ও জেটের ব্যাস নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 2.99 লিঃ/সেঃ, 1.69 cm.]

১০। 12 cm ব্যাসের একটি অরিফিস দিয়ে 18 মিটার হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। C_d = 0.6, Cv = 0.9 হলে অরিফিস দিয়ে নির্গমন এবং ভেনা-কন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত বেগ মিটার/সেঃ নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 127.52 লিঃ/সেঃ, 16.91 মিঃ/সেঃ]

১১। অনাভ্যন্তরিণ মাউথপিস এর নির্গমনের চিত্র সহ নির্ণয় কর।

১২। প্রবাহমুক্ত মাউথপিস এর সাহায্যে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় ব্যাখ্যা কর।

১৩। প্রবাহপূর্ণ কি? ওটা দিয়ে কিভাবে নির্গমন এর পরিমাণ বের করা হয়। চিত্রসহ লিখ।

১৪। 2.5 সেঃমিঃ ব্যাসের একটি ইন্টারন্যাল মাউথপিস মধ্যে দিয়ে সর্বক্ষণিক 1.5 মিটার হেডের আওতায় পানি নির্গত হচ্ছে। মাউথপিসটি মুক্তভাবে প্রবাহিত হলে নির্গমন নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 1.33 লিটার/সেঃ]

১৫। 9 মিটার ব্যাসের একটি ইন্টারন্যাল মাউথপিসের একটি ট্যাংকের পার্শে লাগানো আছে এবং ওটা পূর্ণভাবে প্রবাহিত হচ্ছে। ট্যাংকে পানির উচ্চতা অরিফিস কেন্দ্র হতে 2 মিঃ হলে নির্গমন নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 5.57 লিটার/সেঃ]

১৬। 10 সেঃ মিটার ব্যাসের একটি এক্সটারন্যাল মাউথপিস দিয়ে সার্বক্ষণিক 10 মিঃ হেডের আওতায় পানি নির্গত হতেছে। বায়ুমণ্ডলের চাপ পানির 10.3 মিটার হলে ভেনা কন্ট্রাকটাতে অ্যাবসলিউট প্রেসার কত। [**উত্তর ঃ** 1.4 মিটার]

১৭। 5 সেঃমিঃ ব্যাসের একটি এক্সটারন্যাল মাউথপিসের সাহায্যে সার্বক্ষণিক 3 মিঃ উচ্চতায় পানি ডিসচার্জ হতেছে। যদি Cc = 0.6 হয়, তবে (ক) নির্গমন সহগ (খ) নির্গমনের পরিমাণ (গ) ভেনা-কন্ট্রাকটাতে পরম চাপ নির্ণয় কর।

[**উত্তর ঃ** (ক) 0.4992 (খ) 0.0125মিঃ^{3}/সেঃ,7.5 মিঃ (পানি)]

১৮। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 10 সেঃমিঃ এবং ওটা 400 সেঃমিঃ উচ্চতা জনিত চাপে পানি নির্গমন করতেছে মাউথপিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিটে বের কর। যদি (1) মাউথপিস প্রবাহমুক্ত (2) মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ।

[**উত্তর ঃ** (1) 2088 লিটার/মিনিট (2) 2952 লিটার/মিনিট

১৯। 11 মিটার লম্বা এবং 7 মিঃ চওড়া একটি ট্যাংকে পানির গভীরতা 4 মিটার। তলদেশে অবস্থিত 0.3 মিটার ক্ষেত্রফল বিশি একটি অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হতেছে। C_d = 0.62 হলে ট্যাংকটি খালি করতে কত সময়ের প্রয়োজন হবে?

[**উত্তর ঃ** 6.23 মিনিট

অধ্যায় ৯

তরল প্রবাহীর হেড লস

(Losses of Head of Flowing Liquied)

৯.১ ফ্লুইড ঘর্ষণ (Fluid Friction) ঃ

তরল পদার্থ যখন পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন প্রবাহ কিছুটা বাধাগ্রস্থ হয়। যার ফলে গতিবেগ কমে যায় এবং প্রাপ্ত হেডের কমতি হয়। যদিও বিভিন্ন কারণে হেড অপচয় ঘটে তবুও পাইপের ঘর্ষণজনিত কারণে হেড অপচয় পাইপের অভ্যন্তরের অমসৃনতার উপর নির্ভরশীল। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, পাইপের অভ্যন্তরে পৃষ্ঠের অমসৃণতা যত বেশি ঘর্ষণজনিত বাধাও তত বেশি হয়। এ ঘর্ষণকে ফ্লুইড ঘর্ষণ এবং এ বাধাকে ঘর্ষণজনিত বাধা বলা হয়। ফ্লুইড প্রবাহের ক্ষেত্রে মোট ঘর্ষণজনিত বাধা নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভরশীল–

(i) ভিজা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল,

(ii) ফ্লুইডের ঘনত্ব,

(iii) পৃষ্ঠের অমসৃণতা,

(iv) প্রবাহীর বেগ,

(v) ঘর্ষণসহগ।

৯.২ বিভিন্ন প্রকারের হেড লস (Different type's of head loss) ঃ

তরল পদার্থ সম্পূর্ণভাবে মসৃণ এবং একই রকম সরল পথ (Uniform Straight passage) দিয়ে প্রবাহিত হতে পারলে এর নিজস্ব ভিসকোসিটি ছাড়া অন্য কোন কারণে বাধার সন্মুখীন হয় না। কিন্তু বাস্তব ক্ষেত্রে ঐ রূপ পথ অসম্ভব। তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় ঘর্ষণ, ব্যাস, দিক পরিবর্তন, বাধার সম্মুখীন হবার কারণে যে শক্তির অপচয় ঘটে তাকে তরল পদার্থের ভেলোসিটি হেড হিসাবে প্রকাশ করা হয়। তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় যে সকল কারণে হেড লস হয়, তা নিম্নরূপঃ

(a) ঘর্ষণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to friction). $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$

(b) পাইপের এলবো এবং বাকে প্রবাহের দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to change of direction of flow at elbow and bend) $h_c = \frac{kv^2}{2g} = \frac{0.5v^2}{2g}$

(c) হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to sudden enlargement) $h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$

(d) হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to the sudden Contraction), $h_c = \frac{kv^2}{2g} = \frac{0.375v^2}{2g}$

(e) পাইপের প্রবেশের পথে শক্তির অপচয় (Loss of the head at entrance in a pipe), $h_{en} = \frac{0.5v^2}{2g}$

(f) পাইপের মধ্যে কোন কিছু দিয়ে তরল বাধা প্রাপ্ত বা অবরোধের কারণে (Loss of the head due to the obstruction)

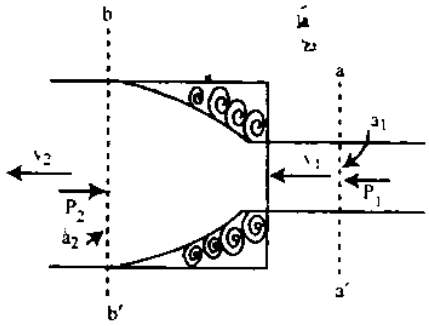
$$h_o = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-a)C_c} - 1\right]^2$$

(g) পাইপ হতে বের হওয়ার পথে শক্তির অপচয় (Loss of the head at exit from pipe), $h_{ex} = \frac{v^2}{2g}$

৯.৩ বিভিন্ন প্রকার হেড লসের সংজ্ঞা ও সূত্রাবলি (Define the different types of head loss and formulae) ঃ

১। হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of head due to sudden enlargement) ঃ

মনে করি, a_1 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোন পাইপের মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ ধারাবাহিকভাবে প্রবাহিত হচ্ছে যার বেগ v_1 এবং চাপ P_1 । এ পাইপটির ব্যাস হঠাৎ বেড়ে ক্ষেত্রফল a_2 হল এবং প্রবাহের বেগ ও চাপ যথাক্রমে v_2 ও P_2 তে উপনীত হল। নিম্নের চিত্র হতে স্পষ্ট বুঝা যায় যে, a–a সেকশন হতে b-b সেকশনে তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় এর কোণায় (corner) ইডি (eddy) বা পশ্চাৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়েছে।



চিত্র ঃ ৯.১

এ ইডি বা পশ্চাৎ স্রোত সৃষ্টির ফলেই হেড লস বা শক্তির অপচয় ঘটে থাকে। মনে করি এ পশ্চাৎ স্রোত সৃষ্ট (কোণার ক্ষেত্রফল $(a_2 - a_1)$ এবং চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে P_o প্রয়োগ করে। পরীক্ষা দ্বারা পাওয়া গিয়েছে যে $P_o = P_1$। এ অনুমিত সত্যের উপর ভিত্তি করে হঠাৎ সম্প্রসারণের কারণে হেড লসের সূত্র পাওয়া যায়।

পুনরায় a – a এবং b – b এর মধ্যে প্রবাহিত তরল পদার্থের ভর বেগ সম্পর্কের কথা চিন্তা করি। উক্ত প্রবাহিত তরল পদার্থের প্রতি সেকেন্ডে ভর বেগ পরিবর্তনের জন্য যে লব্ধি বল (Resultant force) কাজ করছে তাহল-

$$= P_2a_2 - P_1a_1 - P_o(a_2 - a_1)$$
$$= P_2a_2 - P_1a_1 - P_1(a_2 - a_1) \qquad [\therefore P_o = P_1 \text{ মনে করি}]$$
$$= P_2a_2 - P_1a_1 - P_1a_2 + P_1a_1$$
$$= P_2a_2 - P_1a_2$$
$$= a_2(P_2 - P_1) = \text{মোট বল বা টোটাল বল।}$$

তরল পদার্থের উক্ত ভরের উপর প্রতি সেকেন্ডে মোমেন্টামের

(Momentum) পরিবর্তন $= \frac{\omega a_1 v_1^2}{g} - \frac{\omega a_2 v_2^2}{g}$ [কিন্তু $a_1v_1 = a_2v_2$]

∴ প্রতি সেকেন্ডে মোমেন্টামের পরিবর্তন

$$= \frac{\omega a_2 v_2 v_1}{g} - \frac{\omega a_2 v_2^2}{g} = \omega a_2\left(\frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g}\right)$$

আমরা জানি, মোট বল প্রতি সেকেন্ডে মোমেন্টামের পরিবর্তনের সমান,

$$\therefore a_2(P_2 - P_1) = \omega a_2\left(\frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g}\right)$$

অথবা $\frac{P_2}{\omega} - \frac{P_1}{\omega} = \frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g}$ ---------- (1)

মনে করি, হঠাৎ ব্যাস বৃদ্ধির ফলে শক্তির অপচয় $= h_e$

এখন পাইপের a–a এবং b–b সেকশনে বার্নোলীর সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$\frac{P_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g} + h_e$$

$$\frac{P_2}{\omega} - \frac{P_1}{\omega} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - h_e \text{ ---------- (2)}$$

∴ দেখা যাইতেছে যে সমীকরণ (১) ও সমীকরণ (২) পরস্পর সমান।

$$\therefore \frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - h_e$$

$$\therefore h_e = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1v_2}{g} + \frac{v_2^2}{g}$$

$$\therefore h_e = \frac{v_1^2 - v_2^2 - 2v_2v_1 + 2v_2^2}{2g}$$

$$\therefore h_e = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_2v_1}{2g}$$

$$\therefore h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

২। ঘর্ষণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of head due to friction)ঃ

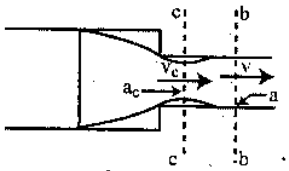
ঘর্ষণ জনিত কারণে শক্তির অপচয় $= \frac{4flv^2}{2gd}$

এখানে f = ঘর্ষণ সহগ।
l = পাইপের দৈর্ঘ্য।
v = তরলে গতিবেগ।
g = মধ্যাকর্ষণ জনিত ত্বরণ।
d = পাইপের ব্যাস।

N.B. ঘর্ষণ জনিত কারণে শক্তি অপচয় সম্পর্কে পরবর্তী অধ্যায়ে ব্যাপক আলোচনা করা হবে।

৩। হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to Sudden Contraction) ঃ

হঠাৎ সংকোচনের কারণে যে হেড লস হয়ে থাকে, তা প্রকৃতপক্ষে সংকোচনের কারণেই নয় বরং সংকোচনের পরে যে হঠাৎ প্রসারণ ঘটে এর জন্য উক্ত হেড লস বা শক্তির অপচয় ঘটে থাকে। ধরা যাক, পাইপটির ক্ষেত্রফল হঠাৎ সংকোচিত হয়ে a_1 হতে a_2 হয়েছে। তরল পদার্থ এ সংকীর্ণ পাইপ দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় c-c অংশে ভেনা-কন্ট্রাকট সৃষ্টি করে আরও সংকুচিত হবে। ধরা যাক, Cc তে গতিবেগ v_c এবং সংকোচিত ক্ষেত্রফল a_c,



চিত্র ঃ ৯.২

এখন $a_c = c_c, a$ [c_c সংকোচন সহগ]

মনে করি, v = b-b সেকশনে তরল পদার্থের গতিবেগ। b-b সেকশনে তরল পদার্থের জেট প্রসারিত হয়ে পাইপ সম্পূর্ণভাবে ভরে যাবে। অবশেষে c-c ও b-b এর মধ্যে উক্ত প্রসারণের একটি হেড লস ঘটবে।

$\therefore$ হেড লস $= \frac{(v_c - v)^2}{2g}$ [কিন্তু $av = a_c v_c = c_c.a.v_c$]

$\therefore v_c = \frac{av}{c_c a} = \frac{v}{c_c}$

$\therefore$ হেড লস $= \frac{\left(\frac{v}{c_c} - v\right)^2}{2g}$

গোলাকার অরিফিসের ক্ষেত্রে $c_c = 0.62$

হেড লস $= \frac{V\left(\frac{1}{0.62} - 1\right)^2}{2g} = 0.375\frac{v^2}{2g} = \frac{kv^2}{2g}$

পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে ধ্রুবকের প্রকৃত মান 0.375 অপেক্ষা 0.50 এর নিকটবর্তী। এ উচ্চমানটিই সাধারণত ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ k = 0.5

$\therefore$ হঠাৎ সংকোচনের কারণে হেড লস $= \frac{0.5v^2}{2g}$

৪। পাইপের প্রবেশের পথে শক্তির অপচয় (Loss of Head entrance in a pipe) ঃ

কোন পাত্র হতে কোন পাইপে তরল পদার্থ প্রবেশ করার সময় যে হেড লস ঘটে থাকে, তা প্রকৃতপক্ষে হঠাৎ সংকোচনের ফলে ঘটে থাকে।

মনে করি, V = পাইপের গতিবেগ

$\therefore$ প্রবেশের পথে হেড লস $= \frac{0.5v^2}{2g}$।

তরল পদার্থ খুব লম্বা পাইপ দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় হেডের উক্ত অপচয় ঘর্ষণজনিত অপচয়ের তুলনায় খুব কম বলে তখন একে অগ্রাহ্য করা হয়।

N.B. যখন প্রবেশের পথে হেডলস $\frac{0.5v^2}{2g}$ প্রমাণের প্রয়োজন হয় তখন সংকোচনের ফলে শক্তির অপচয় (3নং লস) এর ব্যাখ্যা দিলে চলবে।

৫। পাইপ হতে বের হওয়ার পথে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to the exit of a pipe) ঃ

তরল পদার্থ পাইপ হতে বের হবার সময় যে হেড লস ঘটে ওটা প্রকৃতপক্ষে তরল পদার্থের গতির কারণে ঘটে থাকে।

এ ক্ষেত্রে হেড লস $= \frac{V^2}{2g}$ (এখানে এটা হল পাইপে তরল পদার্থের গতিবেগ)।

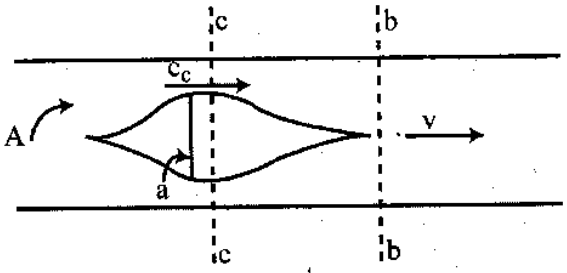
লম্বা পাইপের ক্ষেত্রে উক্ত হেড লস ঘর্ষণজনিত অপচয়ের তুলনায় খুব কম বলে উহাকে তখন অগ্রাহ্য করা যেতে পারে।

৬। পাইপে এলবো বা দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of head due to the change of the direction of flow at elbow and bend) ঃ

এ হেড লস তীক্ষ্ণ বেন্ড ও এলবো ব্যবহারের ফলে সৃষ্ট বাধার কারণে হয়ে থাকে। এ ক্ষেত্রে হেড লস $h_d = \frac{kV^2}{2g}$ [এখানে K হল একটা সহগ যা বেন্ডের ব্যাসার্ধ ও কোণের উপর নির্ভরশীল। 90° এলবো এর ক্ষেত্রে k এর মান প্রায় 1 এর সমান।)

৭। পাইপের মধ্যে তরলের কোন কিছু দিয়ে বাধাপ্রাপ্ত বা অবরোধের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to obstruction in pipe) ঃ

পাইপ দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হবার সময় বাধার কারণে যে হেড লস ঘটে থাকে, তা প্রকৃতপক্ষে বাধার পর হঠাৎ বৃদ্ধির কারণেই ঘটে থাকে।



চিত্র ঃ ৯.৩

মনে করি চিত্রের ন্যায় একটি পাইপের মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হচ্ছে। যার মধ্যে একটি প্রতিবন্ধকতা আছে।

A = b-b সেকশনে পাইপের ক্ষেত্রফল -মিঃ^{2}

a = প্রতিবন্ধকতার ক্ষেত্রফল- মিঃ^{2}

C_c = সংকোচন সহগ যা প্রতিবন্ধকতা রাখার কারণে সৃষ্টি হয়েছে।

(A – a) = c-c সেকশনে যে পরিসর জাগা দিয়ে পানি প্রবাহিত হতেছে তার ক্ষেত্রফল- মিঃ^{2}

V = b-b সেকশনের প্রবাহের গতিবেগ মিঃ/সেঃ

V_c = c-c সেকশনের গতিবেগ মিঃ/সেঃ

প্রবাহের ধারাবাহিকতার সূত্র হতে আমরা পাই

$AV = C_c (A - a)V_c$

$$V_c = \frac{AV}{(A-a)\,C_c} \text{ ---------- } (1)$$

আমরা জানি হঠাৎ পাইপ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয়,

$$h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \text{ ---------- } (2)$$

$$= \frac{(Vc - V)^2}{2g} \qquad [\text{এখানে } V_1 = V_c \text{ এবং } V_2 = V]$$

২নং সমীকরণে V_c মান বসায়ে পাই

$$h_o = \frac{\left\{\frac{Av}{(A-a)c_c} - V^2\right\}^2}{2g}$$

$$= \frac{V^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-a)c_c} - 1\right]^2$$

h_o = প্রতিবন্ধকতার জন্য শক্তির অপচয় এবং

$h_o = h_e$ বসিয়ে

৯.৪ হেড লসের সূত্র অবলম্বনে হেড লস নির্ণয় (Use the head loss formula to calculate the loss of head) ঃ

উদাহরণ–৯.১। 10cm ব্যাসের একটি পাইপ হঠাৎ বাড়িয়ে 20cm করা হলে হঠাৎ বাড়াতে হেড লস নির্ণয় কর। যখন পাইপ দিয়ে 60 litre/sec পানি প্রবাহিত হয়। [বাকাশিবো–২০০৫]

সমাধানঃ

১ম অংশের ব্যাস = 10 সেঃমিঃ = 0.1 মিঃ

১ম অংশের ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{\pi x d^2}{4} = \frac{\pi x (0.1)^2}{4}$

$= 0.007854$ বঃ মিঃ

সম্প্রসারিত অংশের ব্যাস = 20 সেঃমিঃ = 0.2 মিঃ

∴ সম্প্রসারিত অংশের ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi x (0.2)^2}{4} = 0.0314$ বঃ মিঃ

প্রবাহের পরিমাণ Q = 60 লিঃ/সেঃ = 0.06 ঘন মিঃ/সেঃ

∴ ১ম অংশের গতিবেগ $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.06}{0.007854} = 7.64$ মিঃ/সেঃ

সম্প্রসারিত অংশের গতিবেগ $v_2 = \frac{0.06}{0.0314} = 1.91$ মিঃ/সেঃ

∴ হঠাৎ বৃদ্ধির জন্য হেড লস $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{(7.64 - 1.91)^2}{2 \times 9.81}$

$= 1.67$ মিটার (উত্তর)।

উদাহরণ–৯.২। একটি পাইপের ক্ষেত্রফল 0.1 বঃ মিঃ হতে হঠাৎ বেড়ে 0.4 বঃ মিঃ হয়েছে। পাইপটির মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 0.3 ঘঃ মিঃ পানি প্রবাহিত হলে এবং পাইপের ছোট অংশ প্রতি বঃ সেঃ চাপের পরিমাণ 0.85 কিঃ গ্রাম হলে (ক) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস (খ) পাইপের বড় অংশের চাপ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

ছোট অংশের পাইপের ক্ষেত্রফল $a_1 = 0.1$ বঃ মিঃ

বড় অংশে পাইপের ক্ষেত্রফল $a_2 = 0.4$ বঃ মি

প্রবাহের পরিমাণ Q = 0.3 ঘঃ মিঃ/সেঃ

ছোট অংশে চাপ, $P_a = 0.85$ কিঃ গ্রামঃ/বঃ সেমি = 8500 kg/m^2

মনে করি, h_e = হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস,

ছোট অংশের পানির গতিবেগ, $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.3}{0.1} = 3$ মি/সেঃ

বড় অংশের পাইপের গতিবেগ $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.3}{0.4} = 0.75$ মিঃ/সেঃ

$\therefore h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{3 - .75}{2 \times 9.81} = \frac{(2.25)^2}{19.62} = 0.26$ মিঃ

মনে করি, P_2 = বড় অংশের চাপ কিঃ গ্রাম/বঃ সেঃমিঃ। এখন পাইপটিকে আনুভূমিক মনে করে এবং উহার উভয় অংশে বার্ণোলীর সূত্রে প্রয়োগ করে-

$$\frac{p_1}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g} + h_e$$

বা $\frac{8500}{1000} + \frac{(3)^2}{2 \times 981} = \frac{P_2}{\omega} + \frac{(0.75)^2}{2 \times 9.81} + 0.26$

বা $8.5 + 0.46 - 0.029 - 0.26 = \frac{p_2}{\omega}$

বা $8.670 = \frac{p_2}{\omega}$

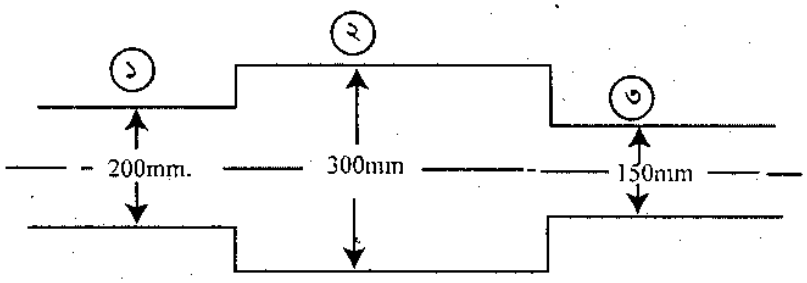
$p_2 = 8.670 \times 1000$

$= 8670$ kg/m^2

$= 0.876$ kg/ cm^2 **(উত্তর)**।

উদাহরণ–৯.৩। একটি আনুভূমিক পাইপের ব্যাস 20 সেঃ মিঃ হতে হঠাৎ বৃদ্ধি পেয়ে 30 সেঃমিঃ হয়েছে। উক্ত পাইপের কিছু দৈর্ঘ্য পর হঠাৎ ব্যাস 15 সেঃমিঃ হয়েছে। পাইপ দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ প্রতি সেকেন্ডে 250 লিটার হলে (ক) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড লস নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–২০১০]

সমাধানঃ



চিত্র ঃ ৯.৪

প্রথম পাইপের ব্যাস d_1 =20 সেঃমিঃ = 0.2 মিটার

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 0.2^2}{4} = 0.03$ মিঃ^{2}

দ্বিতীয় পাইপের ব্যাস d_2 = 30 সেঃ মিঃ = 0.3 মিটার

ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \times (0.3)^2}{4} = 0.07065$ বঃ মিঃ

৩য় পাইপের ব্যাস, d_3 = 15 সিঃমিঃ = 0.15 মিঃ

ক্ষেত্রফল $a_3 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 0.15^2}{4} = 0.01766$ মিঃ^{2}

পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ মনে করি Q = 250 লিঃ/সেঃ = 0.25 ঘঃ মিঃ/সেঃ

(ক) পাইপের ব্যাস হঠাৎ বৃদ্ধির ফলে শক্তির অপচয় = h_e

এবার পাইপ (১) এর তরলের বেগ $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.25}{0.0314} = 7.96$ মিঃ/ সেঃ

পাইপ (2) এ তরলের বেগ $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.25}{0.07065} = 3.54$ মিঃ/ সেঃ

পাইপ (3) এ তরলের বেগ $v_3 = \frac{Q}{a_3} = \frac{0.25}{.01766} = 14.16$ মিঃ/সেঃ

$$\therefore h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{(7.96 - 3.54)^2}{2 \times 9.81} = \frac{(4.42)^2}{19.62}$$

= 0.995 মিঃ **(উত্তর)**

(খ) হঠাৎ পাইপের ব্যাস হ্রাস পাওয়ার ফলে শক্তির অপচয়

$$h_e = \frac{.375 \times V_3^2}{2g} = \frac{.375 \times (14.16)^2}{2 \times 9.81}$$

= 3.83 মিঃ **(উত্তর)**

উদাহরণ–৯.৪ । 40 মিটার লম্বা একটি পাইপের এক প্রান্ত একটি পানির ট্যাংকের সাথে সংযুক্ত এবং অপর প্রান্ত দিয়ে পানি নির্গত হতেছে। ট্যাংকে হতে প্রথম 25 মিঃ পাইপের ব্যাস 15 সেঃমিঃ এবং উহা হঠাৎ বৃদ্ধি পেয়ে পরবর্তী অংশে 30 সেঃমিঃ। ট্যাংকে পানির উপরিতল পাইপের কেন্দ্র হতে 8 মিটার উপরে। ঘর্ষণজনিত f= 0.04 হলে সম্ভাব্য সকল হেড লস বিবেচনা করে প্রবাহের হার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

পাইপের মোট দৈর্ঘ্য $l = 40$ মিটার।

১ম অংশের দৈর্ঘ্য, $l_1 = 25$ মিটার

২য় অংশের দৈর্ঘ্য $l_2 = 40–25 = 15$ মিটার

১ম অংশের ব্যাস, $d_1 = 15$ সেঃমিঃ $= 0.15$ মিটার,

২য় অংশের ব্যাস, $d_2 = 30$ সেঃমিঃ $= 0.30$ মিটার

পাইপের কেন্দ্রের উপর পানির উচ্চতা = 8 মিটার

ঘর্ষণজনিত সহগ $f = 0.04$.

মনে করি, Q = প্রবাহের হার

v_1 = ১ম অংশে প্রবাহের গতিবেগ

v_2 = ২য় অংশের প্রবাহের গতিবেগ

$\therefore a_1v_1 = a_2v_2$

$$\therefore v_1 = \frac{a_2v_2}{a_1} = \frac{\frac{\pi \times (0.3)^2 \times V_2}{4}}{\frac{\pi}{4}(.15)^2}$$

$$= \frac{(0.3)^2 \times v^2}{(0.15)^2} = 4v^2$$

(ক) পাইপের প্রবেশের পথে হেড লস $= \frac{0.5v_1^2}{2g} = \frac{0.5 \times (4v_2)^2}{2g} = \frac{8v_2^2}{2g}$

(খ) পাইপের ১ম অংশে ঘর্ষণজনিত হেড লস

$$h_{f_1} = \frac{4fl_1v_1^2}{2gd_1} = \frac{4 \times 0.04 \times 25 \times (4v_2)^2}{2g \times 0.15}$$

$$= \frac{426.67v_2^2}{2g}$$

(গ) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস $= \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

$$= \frac{(4v_2 - v_2)^2}{2g}$$

$$= \frac{9\,v_2^2}{2g}$$

(ঘ) পাইপের ২য় অংশে ঘর্ষণজনিত হেড লস,

$$h_{f_d} = \frac{4fl_2v_2^2}{2gd_2}$$

$$= \frac{4 \times 0.04 \times 15 \times v_2^2}{2g \times 0.3}$$

$$= \frac{8v_2^2}{2g}$$

(ঙ) পাইপ হতে বের হওয়ার পথে হেডলস $= \frac{v_2^2}{2g}$

উল্লেখিত অপচয়গুলোর মধ্যে মোট হেডের (8 মিঃ) অপচয় ঘটে।

অর্থাৎ $8 = \frac{8\,v_2^2}{2g} + \frac{426.67v_2^2}{2g} \frac{+\,9\,v_2^2}{2g} + \frac{8\,v_2^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g}$

$$8 = \frac{452.67v_2^2}{2g}$$

$$\therefore v_2^2 = \frac{2 \times 9.81 \times 8}{452.67}$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{\frac{156.96}{452.67}} = \sqrt{0.35} = 0.59 \text{ মিঃ/সেঃ}$$

$\therefore$ নির্গমনের হার, $Q = a_2v_2$

$$= \frac{\pi \times (.3)^2}{4} \times 0.59 = \frac{314 \times .09}{4} \times 0.59$$

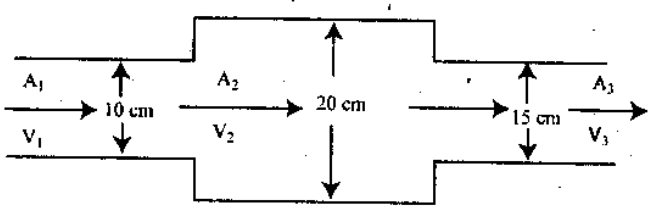
$= 0.0416$ ঘঃ মিঃ/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–৯.৫। একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপের মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 100 লিটার পানি নির্গত হচ্ছে। 10 সেঃমিঃ হতে পাইপ বেড়ে 20 সেঃমিঃ হল, আবার কমে 15 সেঃমিঃ ব্যাস হল। তা হলে (ক) হঠাৎ বৃদ্ধি (খ) হঠাৎ কমা ও (গ) তরল পাইপে প্রবেশের ফলে শক্তির অপচয় বের কর।

সমাধানঃ দেওয়া আছে

নির্গমন, $Q = 100$ লিটার/ সেঃ

$= 0.1$ ঘন মিটার/ সেঃ



চিত্র ঃ ৯.৫

প্রথম অংশের ক্ষেত্রফল, $a_1 = \frac{\pi}{4}\left(\frac{10}{100}\right)^2 = \frac{\pi}{400}$বঃ মিঃ

২য় অংশের ক্ষেত্রফল, $a_2 = \frac{\pi}{4}\left(\frac{20}{100}\right)^2 = \frac{\pi}{100}$বঃ মিঃ

৩য় অংশের ক্ষেত্রফল, $a_3 = \frac{\pi}{4}\left(\frac{15}{100}\right)^2 = \frac{9\pi}{1600}$বঃ মিঃ

অতএব, ১ম অংশের গতিবেগ, $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.1}{\frac{\pi}{400}} = \frac{40}{\pi} = 12.74$ মিঃ/সেঃ

২য় অংশের গতিবেগ, $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.1}{\frac{\pi}{100}} = \frac{10}{\pi} = 3.185$ মিঃ/ সেঃ

৩য় অংশের গতিবেগ , $v_3 = \frac{Q}{a_3} = \frac{0.1}{\frac{9\pi}{100}} = \frac{160}{9\pi} = 5.66$ মিঃ/সেঃ

(ক) হঠাৎ ব্যাস বৃদ্ধির ফলে শক্তির অপচয়, $h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{(12.74 - 3.185)^2}{2 \times 9.81}$

$= 4.65$ মিটার

(খ) হঠাৎ ব্যাস কমার ফলে শক্তির অপচয়, $h_e = \frac{0.375v_3^2}{2g} = \frac{0.375 \times (5.66)^2}{2 \times 9.81}$

$= 0.612$ মিটার

(গ) পাইপে প্রবেশের ক্ষেত্রে শক্তির অপচয় $= \frac{0.5v_1^2}{2g} = \frac{0.5 \times (12.74)^2}{2 \times 9.81}$

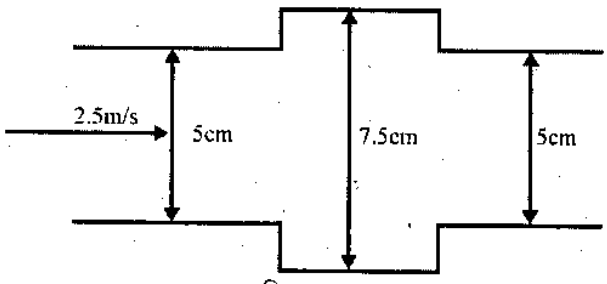
$= 4.14$ মিটার **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৯.৬। 7m দৈর্ঘ্যের একটি পাইপের ব্যাস 5cm যার ভেতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে এবং বেগ 2.5m/s। যদি মধ্যস্থলের 2m পাইপের ব্যাস 7.5cm করা যায়। তাহলে কতটুকু হেডলস বাঁচানো যাবে? f = 0.01 [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান: (ক) মোট দৈর্ঘ্য 7m বিবেচনা করে ঘর্ষণজনিত হেডলস

$h_f = \frac{4flv^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 7 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.05}$

$= 1.78m$



চিত্র : ৯.৬

(খ) মধ্যস্থলের 2m দৈর্ঘ্য হঠাৎ বৃদ্ধিজনিত হেডলস

(i) $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

$= \frac{(2.5 - 1.11)^2}{2 \times 9.81} = 0.098m$

(ii) 2m দৈর্ঘ্য ঘর্ষণজনিত হেডলস

$h_f = \frac{4flv_2^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times (1.11)^2 \times 2}{2 \times 9.81 \times 0.075}$

$= 0.066m$

$L = 7m$

$v = 2.5m/s$

$V_3 = V_1 = 2.5m/s$

$v_2 = \frac{Q}{a_1}$

$= \frac{2.5 \times 0.785 \times 5^2}{0.785 \times 7.5^2}$

$= 1.11m/s$

$f = 0.01$

(iii) 2m বাদে বাকি 5m-এ ঘর্ষণজনিত হেডলস

$h_f = \frac{4flv^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 5 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.05}$

$= 1.27m$

(iv) 2m দৈর্ঘ্য হঠাৎ সংকোচনের জন্য

$h_c = \frac{0.375v^2}{2g}$

$= \frac{0.375 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81}$

$= 0.12m.$

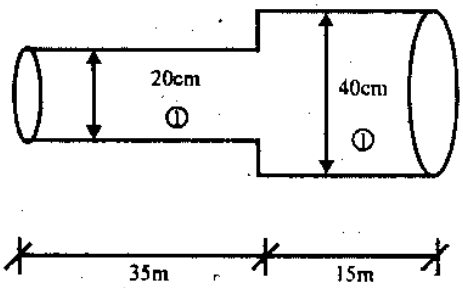
মোট হেডলস $= 0.098 + 0.066 + 1.27 + 0.12 = 1.554m$

হেডলস বাঁচানো যাবে $= 1.78 - 1.554$

$= 0.226m$ **(Ans)**

উদাহরণ-৯.৭। একটি জলাধারের সাথে একটি 50m দৈর্ঘ্যর পাইপ লাগানো আছে। যার অপর প্রান্ত দিয়ে পানি বায়ুমণ্ডলে প্রবাহিত হচ্ছে। জলাধার থেকে প্রথম 35m পাইপের ব্যাস 20cm এবং বাকি পাইপের ব্যাস 40cm। পাইপের কেন্দ্র রেখা হতে জলাধারের পানির উচ্চতা 20m। সকল প্রকার ক্ষয়ক্ষতি বিবেচনা করে নির্গমন নির্ণয় কর। f = 0.01। [বাকাশিবো-২০০৭]

সমাধান:



চিত্র : ৯.৭

$Q = ?$
$d_1 = 20cm$
$d_2 = 40cm$
$l_1 = 35cm$
$l_2 = 15m$
$f = 0.01$
$a_1 = 0.785 \times .2^2$
$= 0.0314m^2$
$a_2 = 0.785 \times (.4)^2$
$= 0.1256m^2$
$a_1v_1 = a_2v_2$
$v_1 = \frac{a_2v_2}{a_1}$
$= \frac{0.1256}{0.0314} v_2$
$v_1 = 4v_2$

(i) পাইপে প্রবেশ পথে হেডলস,

$$h_e = \frac{0.5v_1^2}{2g} = \frac{0.5 \times (4v_2)^2}{2 \times 9.81} = 0.4v_2^2$$

(ii) পাইপের ১নং অংশে ঘর্ষণজনিত হেডলস

$$hf_1 = \frac{4fl_1v_1^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.01 \times 35 \times (4v_2)^2}{2 \times 9.81 \times 0.20}$$

$$= 5.70v_2^2$$

(iii) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেডলস

$$he = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{(4v_1 - v_2)^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.45v_2^2$$

(iv) ২য় অংশে ঘর্ষণজনিত হেডলস

$$hf_2 = \frac{4fl_2v_2^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.01 \times 15 \times v_2^2}{2 \times 9.81 \times 0.40}$$

$$= 0.076v_2^2$$

(v) পাইপ থেকে বাহির হতে হেডলস

$$h_e = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g \times 9.81} = 0.05v_2^2$$

উল্লেখিত হেডলসগুলো = 20m

$\Rightarrow 0.4v_2^2 + 5.70v_2^2 + 0.45v_2^2 + 0.076v_2^2 + 0.05v_2^2 = 20$

$\therefore v_2 = 1.73m/s$

$\therefore$ নির্গমনের হার $Q = a_2v_2$

$= 0.1256 \times 1.73$

$= 0.217m^3/s$ **(Ans)**

উদাহরণ-৯.৮। একটি পাইপের ব্যাস 1 মিটার ও লম্বা 20km। পানির গতিবেগ 1m/s হলে ঘর্ষণজনিত হেড লসের পরিমাণ নিরূপণ কর। f = 0.005. [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান: আমরা জানি,

$$h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.005 \times 20,000 \times 1^2}{2 \times 9.81 \times 1}$$

$= 20.38m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$f = 0.005$

$v = 1m/s$

$l = 20km$

$= 20,000m$

$d = 1m$

$h_f = ?$

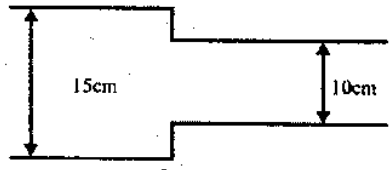
উদাহরণ-৯.৯। একটি পাইপের ব্যাস 15 সেমি হতে হঠাৎ কমে 10 সেমি হয়েছে। পাইপের মাঝ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 50 লিটার পানি প্রবাহিত হলে হঠাৎ হ্রাসের জন্য হেডলসের পরিমাণ বের কর যখন $C_d = .62$ [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান: সংকোচন এর কারণে হেডলস

$$h_c = \frac{0.375v_2^2}{2g}$$

$$= \frac{0.375 \times (636.95)^2}{2 \times 981}$$

$= 77.54cm$ **(Ans)**



চিত্র : ৯.৮

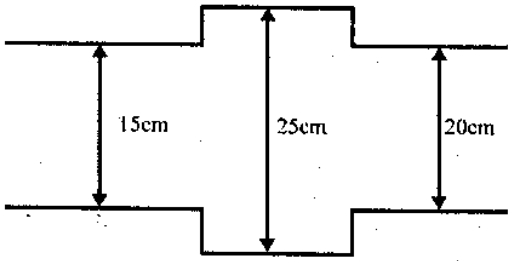
$Q = 50l/s = 50 \times 10^3 cm^3/s$

$$v_1 = \frac{50 \times 10^3}{0.785 \times (15)^2} = 283.08 \text{ cm/s}$$

$$v_2 = \frac{50 \times 10^3}{0.785 \times (10)^2} = 636.95 \text{cm/s}.$$

উদাহরণ-৯.১০। একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 110 লিটার পানি নির্গত হচ্ছে। পাইপের ব্যাস 15cm হতে বেড়ে 25cm হল এবং আবার কম 20cm হঠাৎ বৃদ্ধি, হঠাৎ কম ও তরল পাইপে প্রবেশের ফলে শক্তির অপচয় বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান:



চিত্র : ৯.১০

১। হঠাৎ বৃদ্ধিজনিত হেডলস

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{(6.22 - 2.24)^2}{2 \times 9.81}$$

$= 0.20m$ **(Ans)**

২। হঠাৎ হ্রাসজনিত হেডলস

$$h_c = \frac{0.375(\sqrt{3})^2}{2g} = \frac{0.375 \times (3.5)^2}{2 \times 9.81}$$

$= 0.23m$ **(Ans)**

৩। পাইপে প্রবেশজনিত হেডলস

$$h_c = \frac{0.5v_1^2}{2g} = \frac{0.5 \times (6.22)^2}{2 \times 9.81}$$

$= 0.98m$ **(Ans)**

$Q = 110l/s$

$= 0.11 m^3/s$

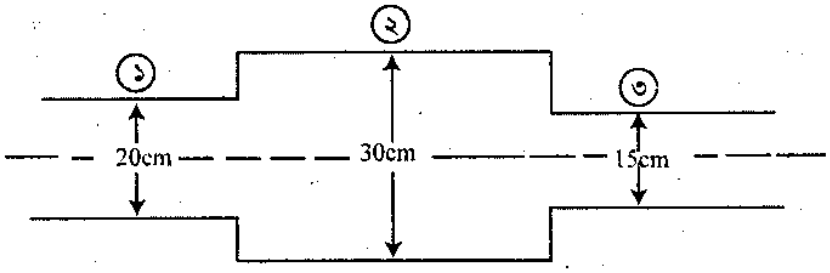
$$v_1 = \frac{0.11}{0.785 \times 0.15^2} = 6.22m/s$$

$$v_2 = \frac{0.11}{0.785 \times 0.25^2} = 2.24m/s$$

$$v_3 = \frac{0.11}{0.785 \times 0.2^2} = 3.5 \text{ m/s}$$

উদাহরণ-৯.১১। একটি আনুভূমিক পাইপের ব্যাস 20 সে.মি. হতে হঠাৎ বেড়ে গিয়ে 30 সে.মি. হলো। আবার কমে 15 সে.মি. ব্যাস হলো। পাইপ দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ প্রতি মিনিটে 12000 লিটার হলে (ক) হঠাৎ বাড়ার করণে হেড লস; (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড লস এবং (গ) প্রবেশের কারণে হেড লস বের কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান ঃ



প্রথম পাইপের ব্যাস $d_1 = 20$ সে.সি. = 0.2 মিটার

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \times (0.2)^2}{4} = 0.0314 m^2$

দ্বিতীয় পাইপের ব্যাস $d_2 = 30$ সে.মি. = 0.3 মিটার

ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \times (0.3)^2}{4} = 0.07069 m^2$

তৃতীয় পাইপের ব্যাস $d_3 = 15$ সে.মি. = 0.15 মিটার

ক্ষেত্রফল $a_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} = \frac{\pi \times (0.15)^2}{4} = 0.01767 m^2$

পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ Q = 12000 litre/min

$= \frac{12000}{60}$ Litre/sec

= 200 Litre/sec

$= 0.2\ m^3/sec$

(ক) হঠাৎ বাড়ার কারণে হেড লস = he

এবার (i) নং পাইপে তরলের বেগ $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{0.2}{0.0314} = 6.37$ m/sec

(ii) নং পাইপের তরলের বেগ $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.2}{0.07069} = 2.83$ m/sec

(iii) নং পাইপের তরলের বেগ $v_3 = \frac{Q}{a_3} = \frac{0.2}{0.01767} = 11.32$ m/sec

$\therefore he = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{(6.37 - 2.83)^2}{2 \times 9.81} = \frac{(3.54)^2}{19.62} = 0.638$ মিটার **(উত্তর)**

(খ) হঠাৎ কমার কারণে হেডলস $he = \frac{0.375 v_3^2}{2g} = \frac{0.375 \times (11.32)^2}{2 \times 9.81} = 2.449$ মিটার **(উত্তর)**

(গ) প্রবেশের কারণে হেড লস $h_{en} = \frac{0.5 v_1^2}{2g}$

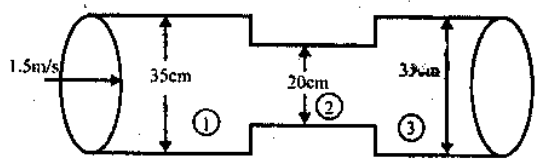
$= \frac{0.5 \times (6.37)^2}{2 \times 9.81}$

= 1.034 মিটার **(উত্তর)**

উদাহরণ-৯.১২। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 35cm এবং উহার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 1.5m/s। অনিবার্য কারণবশত উক্ত পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করে 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ হেড লস বাঁচানো যাবে? $f = 0.01$. [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,



$a_3 = a_1 = .785 \times (.35)^2 = 0.096m^2$

$a_2 = 0.785 \times 0.2^2 = 0.0314m^2$

$Q_1 = a_1v_1 = 0.096 \times 1.5$

$= 0.144m^3/s$

$V_2 = \frac{Q}{a_2} = 0.144/0.0314$

$= 4.59m/s$

Uniform length বিবেচনায়

Total হেডলস $hf = \frac{4fl\,v^2}{2gd}$

$= \frac{4 \times 0.01 \times 18 \times (1.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35}$

$= 0.24m$

নতুন সংযোগ বিবেচনায়

(i) সংকোচনের কারণে হেডলস

$h_c = \frac{0.375V_2^2}{2g} = \frac{0.375 \times (4.59)^2}{2 \times 9.81} = 0.40m$

(ii) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে

$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{(4.59 - 1.5)^2}{2 \times 9.81} = 0.50m$

(iii) মধ্যস্থালে 6m ঘর্ষণজনিত হেডলস

$h_f = \frac{4flv_2^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 6 \times (4.59)^2}{2 \times 9.81 \times 0.20} = 1.28m$

(iv) মধ্যস্থল ব্যতীত 12m ঘর্ষণজনিত হেডলস

$h_f = \frac{4flv_1^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 12 \times (1.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.35} = 0.157m$

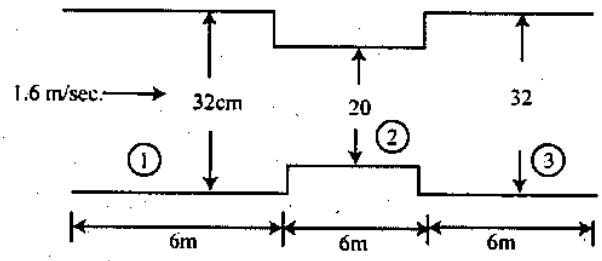
মোট হেডলস = 0.4 + 0.5 + 1.28 + 0.157 = 2.337

হেডলস বাঁচানো যাবে = 2.337 – 0.24 = 2.097m **(Ans)**

উদাহরণ-৯.১৩। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 32cm এবং উহার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 1.6m/sec। অনিবার্য কারণবশত উক্ত পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করে 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ হেড লস বাঁচানো যাবে? $f = 0.01$. [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,



Uniform length বিচেনায়,

Total হেডলস $h_f = \frac{4fLv^2}{2gd}$

$= \frac{4 \times 0.01 \times 18 \times (1.6)^2}{2 \times 9.81 \times 0.32}$

$= 0.30m.$

নতুন সংযোগ বিবেচনায়,

(i) সংকোচনের কারণে হেডলস

$$h_e = \frac{0.375v_2^2}{2g}$$

$$= \frac{0.375 \times (4.08)^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.32 \text{ m.}$$

(ii) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

$$= \frac{(1.6 - 4.08)^2}{2 \times 9.81}$$

$$a_1 = a_3 = 0.785 \times (0.32)^2$$
$$= 0.08m^2$$
$$a_2 = 0.785 \times (0.20)^2$$
$$= 0.03114m^2$$
$$Q_1 = Q_3 = 0.08 \times 1.6$$
$$= 0.128 \text{ m}^3\text{/sec.}$$
$$v_2 = \frac{Q}{a_2}$$
$$= \frac{0.128}{0.0314}$$
$$= 4.08 \text{ m/sec.}$$

(iii) মধ্যস্থলে 6m ঘর্ষণজনিত হেডলস,

$$h_f = \frac{4fLv^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.01 \times 6 \times (4.04)^2}{2 \times 9.81 \times 0.20}$$

$$= 1.01 \text{ m}$$

(iv) মধ্যস্থল ব্যতীত 12m ঘর্ষণজনিত হেডলস,

$$h_f = \frac{4fLv_1^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 12 \times (1.6)^2}{2 \times 9.81 \times 0.32}$$

$$= 0.196m$$

মোট হেডলস = 0.32 + 0.313 + 1.01 + 0.196

= 1.839m

হেডলস বাচানো যাবে = (1.839 − 0.30)m

= 1.54m **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৯.১৪। 10 সে.মি ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে 20 সে.মি. হলে প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর, যখন নিগমনের পরিমাণ 1360 কেজি/মিনিট। [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

সমাধান: ১ম অংশের ব্যাস = 10 সে.মি. = 0.1 মি.

১ম অংশের ক্ষেত্রফল $a_1 = \frac{p \times d^2}{4} = \frac{p \times (0.1)^2}{4}$

= 0.007854 ব.মি.

সম্প্রসারিত অংশের ব্যাস = 20 সে.মি. = 0.2 মি.

∴ সম্প্রসারিত অংশের ক্ষেত্রফল $a_2 = \frac{pd^2}{4} = \frac{p \times (0.2)^2}{4}$

= 0.0314 ব.মি.

প্রবাহের পরিমাণ Q = 1360 লি./সে. = 1.36 ঘন মি./সে.

∴ ১ম অংশের গতিবেগ $v_1 = \frac{Q}{a_1} = \frac{1.36}{0.007854}$

= 173.2 মি./সে.

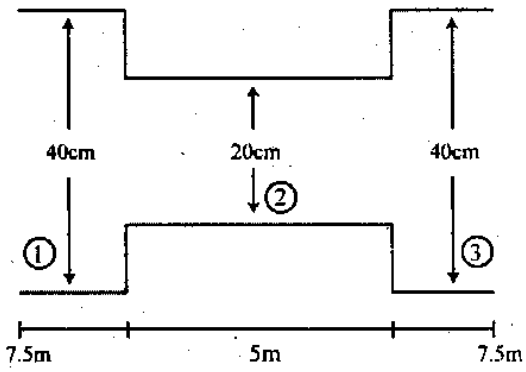
সম্প্রসারিত অংশের গতিবেগ $v_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{1.36}{0.0314} = 43.3$ মি./সে.

∴ হঠাৎ বৃষ্টির জন্য হেড লস, $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

$$= \frac{(173.2 - 43.3)^2}{2 \times 9.81}$$

= 860.04 মিটার **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৯.১৫। 20 m লম্বা একটি পাইপের ব্যাস 40 cm এবং এটির ভেতর দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 2m/sec.। অনিবার্য কারণবশত ঐ পাইপের মধ্যবর্তী 5m পাইপ পরিবর্তন করে 20 cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় ঐ পাইপের মাঝ দিয়ে প্রবাহিত পানির হেড লস্ কী পরিমাণ বাঁচানো যাবে? (f = 0.01) [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]



সমাধান ৪ Uniform length বিবেচনায় Total হেডলস,

$$h_f = \frac{4fl/V^2}{2gd}$$

$$= \frac{40 \times 0.01 \times 20 \times 2.0^2}{2 \times 9.81 \times 0.40}$$

$$= 0.408m$$

নতুন সংযোগ বিবেচনায়–

(i) সংকোচনের কারণে হেডলস,

$$h_e = \frac{0.375\ V_2^2}{2g} = \frac{0.375 \times 8.0^2}{2 \times 9.81} = 1.223m$$

(ii) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে–

$$h_c = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{(8.0 - 2.0)^2}{2 \times 981}$$

$$= 1.835\ m$$

(iii) মধ্যস্থানে 5m ঘর্ষণজনিত হেডলস–

$$a_1 = a_3 = 0.785 \times 0.4^2 = 0.1256m^2$$

$$a_2 = 0.785 \times 0.2^2 = 0.0314m^2$$

$$Q_1 = a_1v_1 = 0.1256 \times 2.0$$

$$= 0.2512\ m^3/s$$

$$V_2 = \frac{Q}{a_2} = \frac{0.2512}{0.314} = 8\ m/s$$

$$h_f = \frac{4fl/v_2^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 5 \times 8.0^2}{2 \times 9.81 \times 0.20}$$

$$= 3.262\ m$$

(iv) মধ্যস্থল ব্যতীত 15m ঘর্ষণজনিত হেডলস,

$$h_f = \frac{4fl/v_1^2}{2gd} = \frac{4 \times 0.01 \times 15 \times 2.0^2}{2 \times 9.81 \times 0.40}$$

$$= 0.306\ m$$

মোট হেডলস = 1.223 + 1.835 + 3.262 + 0.306

= 6.626m

∴ হেডলস বাঁচানো যাবে = 6.626 − 0.408 = 6.218m **(Ans.)**

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **হেড লস বলতে কী বুঝ?**

অথবা, হেড লস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮, ১২, ১২(পরি), ১৪]

উত্তর: তরল পদার্থ পাইপ বা সর্বদা সরল পথ দিয়ে প্রবাহিত হলে এর নিজস্ব সান্দ্রতা (Viscocity) ছাড়া অন্য কোন কারণে বাধার সম্মুখীন হত না। কিন্তু বাস্তবক্ষেত্রে এরূপ হওয়া সম্ভব নয়। সে জন্য প্রবাহমান তরলের গতি পথ, ঘর্ষণ, ব্যাস, দিক পরিবর্তন, বাধা (resistance) জনিত কারণে যে শক্তির অপচয় ঘটে, তাহাই হেড লস।

২। **বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৭(পরি), ০৯]

অথবা, পাইপ ভিতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হওয়ার সময় কী কী কারণে শক্তির অপচয় হয়?

অথবা, পাইপ লাইনের অভ্যন্তরে প্রবাহীর ক্ষেত্রে হেডলসগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]

উত্তর: বিভিন্ন প্রকার হেড লস :

১। হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয়।

২। ঘর্ষণের কারণে শক্তির অপচয়।

৩। হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয়।

৪। পাইপের প্রবেশের পথে শক্তির অপচয়।

৫। পাইপ হতে বের হওয়ার পথে শক্তির অপচয়।

৬। পাইপের এলবো এবং বাকে প্রবাহের দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয়।

৭। পাইপের মধ্যে কোন কিছু দিয়ে তরল বাধা প্রাপ্ত বা অবরোধের কারণে।

৩। **হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় সূত্রটি কোটেশনসহ লিখ।**

উত্তর: $he = \frac{(V_1-V_2)^2}{2g}$

he = প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয়।

V_1 = পাইপের মধ্য দিয়ে তরল পদার্থের বেগ

V_2 = বর্ধিত ব্যাসের পাইপের মধ্য দিয়ে তরলের বেগ।

৪। **হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয়ের সূত্রটি কোটেসনসহ লিখ।**

উত্তর: $he = 0.375\frac{V^2}{2g} = \frac{KV^2}{2g}$

V_2 = পাইপের সংকোচিত অংশের তরলের বেগ।

he = সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয়।

K = ধ্রুবক (এর মান, .375 বা 0.5 ধরা হয়ে থাকে)।

৫। **বাধাপ্রাপ্ত বা অবরোধের কারণে শক্তি অপচয়ের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর: $h(obs) = \frac{V^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-A)}Cc-1\right]^2$

৬। **যদি মিটার লম্বা পাইপ দিয়ে তরল প্রবাহিত হয় তা হলে এর হেড লসের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর ঃ এক্ষেত্রে শুধুমাত্র ঘর্ষণের কারণে kead loss হবে।

$$hf = \frac{4flv^2}{2gd}$$
$$= \frac{4f.2.v^2}{2gd}$$
$$= \frac{4fv^2}{gd}$$

৭। **ফ্লুইড ফ্রিকশন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর ঃ তরল পদার্থ যখন পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন প্রবাহ কিছুটা বাধাগ্রস্থ হয়। যার ফলে গতিবেগ কমে যায় এবং প্রাপ্ত হেডের কমতি হয়। যদিও বিভিন্ন কারণে হেড অপচয় ঘটে তবুও পাইপের ঘর্ষণজনিত কারণে হেড অপচয় পাইপের অভ্যন্তরের অমসৃনতার উপর নির্ভরশীল। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, পাইপের অভ্যন্তরে পৃষ্ঠের অমসৃণতা যত বেশি ঘর্ষণজনিত বাধাও তত বেশি হয়। এ ঘর্ষণকে ফ্লুইড ঘর্ষণ এবং এ বাধাকে ঘর্ষণজনিত বাধা বলা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হেড লসের সূত্রসমূহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]

অথবা, বিভিন্ন প্রকার হেডলসের নাম সূত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১১(পরি), ১৩]

উত্তর ঃ (a) ঘর্ষণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to friction). $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$

(b) পাইপের এলবো এবং বাকে প্রবাহের দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to change of direction of flow at elbow and bend) $h_c = \frac{kv^2}{2g}$

(c) হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to sudden enlargement) $h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$

(d) হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয় (Loss of the head due to the sudden Contraction), $h_c = \frac{kv^2}{2g} = \frac{0.375v^2}{2g}$

(e) পাইপের প্রবেশের পথে শক্তির অপচয় (Loss of the head at entrance in a pipe); $h_{en} = \frac{0.5v^2}{2g}$

(f) পাইপের মধ্যে কোন কিছু দিয়ে তরল বাধা প্রাপ্ত বা অবরোধের কারণে (Loss of the head due to the obstruction)

$$h_o = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-a)C_c} - 1\right]^2$$

(g) পাইপ হতে বের হওয়ার পথে শক্তির অপচয় (Loss of the head at exit from pipe), $h_{ex} = \frac{v^2}{2g}$

২। **পাইপে প্রবেশের পথে কিভাবে শক্তির অপচয় ঘটে লিখ।**

উত্তর ঃ কোন পাত্র হতে কোন পাইপে তরল পদার্থ প্রবেশ করার সময় যে হেড লস ঘটে থাকে তা প্রকৃতপক্ষে হঠাৎ সংকোচনের ফলে ঘটে থাকে।

মনে করি, V = পাইপের গতি বেগ

$\therefore$ প্রবেশের পথে হেড লস $= \frac{0.5v^2}{2g}$

(তরল পদার্থ খুব লম্বা পাইপ দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় হেডের উক্ত অপচয় ঘর্ষণজনিত অপচয়ের তুলনায় খুব কম বলে তখন এক অগ্রাহ্য করা হয়।)

৩। **এলবো বা দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয় বুঝানো লিখ।**

উত্তর ঃ এ হেড লস তীক্ষ্ণ বেণ্ড ও এলবো ব্যবহারের ফলে সৃষ্ট বাধার কারণে হয়ে থাকে। এ ক্ষেত্রে হেড লস $hd = \frac{Kv^2}{2g}$

[এখানে K হল একটা সহজ বা বেন্ডের ব্যাসটি ও কোণের উপর নির্ভরশীল। 90° এলবো এর ক্ষেত্রে k এর মান প্রায় 1 এর সমান।)

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। প্রমাণ কর যে হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

উত্তর সংকেত : ৯.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। হঠাৎ সংকোচনের ফলে শক্তির যে অপচয় হয় তা চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : ৯.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। বিভিন্ন কারণে শক্তির যে অপচয় হয় একটি পাইপের চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত : ৯.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। প্রমাণ কর যে প্রবাহ মান তরলের বাধাজনিত কারণে শক্তির অপচয় $h_o = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-a)\,C_c} - 1\right]^2$

উত্তর সংকেত : ৯.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি :

১। 10 সেঃমিঃ ব্যাস বিশিষ্ট একটি কম দৈর্ঘ্যের আনুভূমিক পাইপের মধ্য অংশের ব্যাস হঠাৎ বৃদ্ধি পেয়ে 20 সেঃমিঃ হল। পাইপটির মধ্যে দিয়ে প্রতি মিনিটে 1360 কেজি তরল নির্গত হতেছে। (ক) প্রবেশ পথে হেড লস (খ) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস গ) হঠাৎ সংকোচনের কারণে হেড লস নির্ণয় কর। [**উত্তর :** (ক) 21.4 সেঃমিঃ (খ) 24.2 সেঃমিঃ গ) 21.4 সেঃমিঃ]

২। কম দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি পাইপের ব্যাস 23 সেঃ মিঃ হতে হঠাৎ 30 সেঃমিঃ বৃদ্ধি পেয়ে কিছু দৈর্ঘের পর পুনরায় 13 সেঃমিঃ হ্রাস পেলে। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি সেকেন্ডে 200 লিটার হলে ক) হঠাৎ বৃদ্ধির জন্য হেড লস খ) হঠাৎ সংকোচনের জন্য হেড লস নির্ণয় কর। [**উত্তর :** 0.64 মিটার, 2.45 মিটার]

৩। 10 সেঃমিঃ ব্যাসের একটি আনুভূমিক পাইপ 50 বঃ সেঃ মিঃ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি প্লেট দিয়ে বাধা প্রাপ্ত হতেছে। পাইপটিতে পানির গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে 1 মিটার হলে এবং $c_c = 0.6$ হলে উক্ত বাধার কারণে হেড লস নির্ণয় কর। [**উত্তর :** 65 সেঃমিঃ]

৪। 1.5 কিঃমিঃ লম্বা ও 1 মিঃ ব্যাস বিশিষ্ট একটি পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 1 মিটার গতিবেগে পানি প্রবাহিত হতেছে। ঘর্ষণের কারণে হেড লসের পরিমাণ নির্ণয় কর। ঘর্ষণজনিত সহগ $f = 0.0051$ [**উত্তর :** 1.52 মিটার]

৫। একটি পাইপের ক্ষেত্রফল 0.2 বর্গ মিটার হতে বেড়ে 0.6 বঃ মিটার হল। পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 600 লিটার পানি প্রবাহিত হতেছে। 0.2 বঃ মিঃ ক্ষেত্রফল অংশে পানির চাপ প্রতি বঃ সেঃমিঃতে 1 কেজি হল প্রসারণজনিত হেড লস ও বড় অংশের চাপ নির্ণয় কর। [**উত্তর :** 20.4 সেঃমিঃ, 10203.7 কেজি/বঃমিটার]

অধ্যায় ১০

ঘর্ষণ ও পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

(Friction and flow Through pipe's)

১০.০ পাইপের সংজ্ঞা (Define the pipe) ঃ

পাইপ এক প্রকার আবদ্ধ নল বিশেষ। যার মধ্যে দিয়ে পানি বা ফ্লুইড প্রবাহ হতে পারে। পাইপে যখন পূর্ণ অবস্থায় প্রবাহ ঘটে তখন প্রবাহে চাপ বিদ্যমান থাকে কিন্তু যদি পাইপে আংশিক পূর্ণ অবস্থায় প্রবাহ ঘটে, তখন প্রবাহে চাপ বিদ্যমান থাকে না। এরূপ ক্ষেত্রে পাইপে অভ্যন্তরে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বিদ্যমান থাকে।

১০.১ ফ্লুইডের ঘর্ষণ ও ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি (Fluid friction and critical velocity) ঃ

ফ্লুইডের ঘর্ষণ (Fluid friction) ঃ তরল পদার্থ যখন পাইপের মাধ্যমে প্রবাহিত হয় তখন প্রবাহ কিছুটা বাধা প্রাপ্ত হয়। যার ফলশ্রুতিতে প্রবাহের গতিবেগ হ্রাস পায় ফলে প্রাপ্ত হেডের কমতি ঘটে। যদিও বিভিন্ন কারণে হেড অপচয় ঘটে তবুও পাইপের ঘর্ষণজনিত কারণে হেড অপচয়, পাইপের অভ্যন্তর পৃষ্ঠে অমসৃণতার উপর নির্ভরশীল। পরীক্ষামূলকভাবে নির্ণীত হয়েছে যে, পাইপের অভ্যন্তরে পৃষ্ঠের অমসৃণতা যত বেশি হয় ঘর্ষণজনিত বাধা তত বেশি হয় এ ঘর্ষণকে ফ্লুইড ঘর্ষণ এবং এ বাধাকে ঘর্ষণজনিত বাধা বলা হয়। দেখা গিয়েছে যে ফ্লুইড প্রবাহের ক্ষেত্রে মোট ঘর্ষণজনিত বাধা নিম্নোক্ত বিষয়সমূহের উপর নির্ভরশীল।

(ক) ভিজা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

(খ) ফ্লুইডের ঘনত্ব

(গ) পৃষ্ঠের অমসৃনতা

(ঘ) বেগের বর্গের অনুপাতে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়

(ঙ) ঘর্ষণ সহগ।

ভেলোসিটি ক্রিটিক্যাল (Critical velocity) ঃ যখন কোন তরলের গতি ত্বরাকৃত বা স্বাভাবিক অব্যাহত প্রবাহ থেকে যে মুহূর্তে অবাধ্য প্রবাহে পরিবর্তিত হয় তাকে ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে।

ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি দু'প্রকার, যথাঃ

১। নিম্ন ক্রিটিক্যাল ভোলোসিটি,

২। উচ্চ ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি।

পরীক্ষামূলকভাবে দেখা গেছে যে, যখন ল্যামিনার প্রবাহ টারবুলেন্ট প্রবাহে পরিবর্তিত হয, তখন ওটা হঠাৎ পরিবর্তিত হয় না বরং এক প্রবাহ অন্য প্রবাহে পরিবর্তিত হতে কিছু সময়ের প্রয়োজন হয়। এ সময়কে রূপান্তর সময় বলা হয়। রূপান্তর সময়কালে বিদ্যমান প্রবাহে গতিবেগই হলো ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি। যে ভেলোসিটিতে ল্যামিনার প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায় অথবা যে ভেলোসিটিতে প্রবাহ ল্যামিনার হতে সবেমাত্র রূপান্তর সময়কালে প্রবেশ করে। তাকে Lower critical Velocity বলে। যে ভেলোসিটিতে টারবুলেন্ট প্রবাহ আরম্ভ হয় অথবা যে ভেলোসিটিতে প্রবাহ রূপান্তর সময়কাল হতে সবেমাত্র টারবুল্যান্ট প্রবাহে প্রবেশ করে তাকে Higher critical velocity বলে।

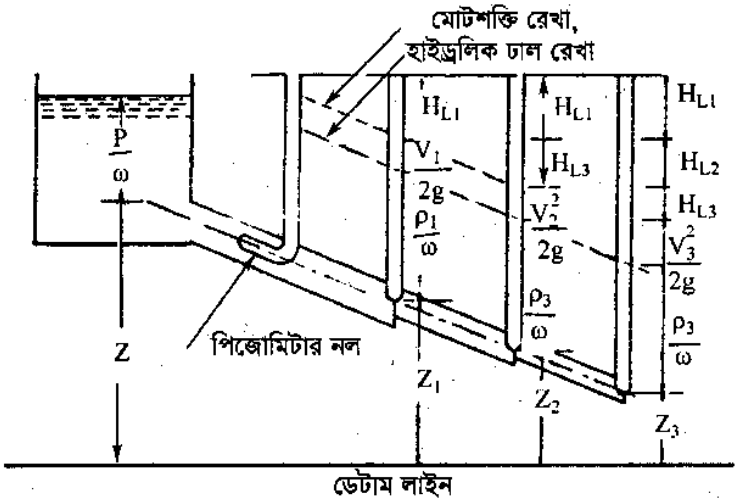
১০.২ পাইপের ভিতর দিয়ে তরলের প্রবাহের ঘর্ষণ, হাইড্রলিক গ্রাডিয়েন্ট, ভেলোসিটি হেড, প্রেসার হেড, ডেটাম হেড, ঘর্ষণের কারণে হেড লস, হাইড্রলিক মিন ডেপথ্ (Explain friction in pipe of flowing liquid, Hydraulic gradient, velocity head, Pressure head, detum head, loss of head due to friction and Hydraulic mean depth) ঃ

পাইপ লাইনে ঘর্ষণ (Friction in pipe's) ঃ পাইপ দিয়ে যে কোন ফ্লুইড প্রবাহিত হবার সময় ঘর্ষণজনিত বাধার সম্মুখীন হয়। এ ঘর্ষণজনিত বাধা ক) প্রবাহের গতিবেগ, (খ) ভিজা তলের ক্ষেত্রফল গ) তলের প্রকৃতি (ঘ) তরলের ঘনত্ব (ঙ) ঘর্ষণের সহগ এর উপর নির্ভরশীল। খুব দীর্ঘ পাইপের ক্ষেত্রে ঘর্ষণজনিত বাধা এতবেশি যে তুলনামূলক দৃষ্টিতে অন্যান্য বাধা একেবারে নগণ্য এবং ফ্লুইডের প্রায় মোট শক্তি উক্ত বাধার জন্যই ব্যয় হয়ে থাকে। এ ঘর্ষণজনিত বাধার জন্য যে শক্তির অপচয় ঘটে তাকে ফ্লুইডের মিটারে প্রকাশ করা হয় এবং এটা ঘর্ষণজনিত হেড লস নামে পরিচিত।

হাইড্রলিক ঢাল (Hydraulic gradient) ঃ

একটি পাইপের মধ্যে দিয়ে পানি প্রবাহিত হতেছে, এর বিভিন্ন বিন্দুতে পিজোমিটার টিউব সংযোগ করি। বিভিন্ন বিন্দুতে পিজোমিটার টিউবসমূহে পানির উচ্চতায় যে পাঠ দেয় একে লেখ চিত্রে উপস্থাপন করলে যে ঢালু রেখা পাওয়া যাবে তাকে হাইড্রলিক ঢাল বলে। যে বিন্দুতে পিজোমিটার নল-সংযোগ করা হয়, পিজোমিটারের পাঠ ঐ বিন্দুর চাপজনিত উচ্চতা $\frac{P}{\omega}$ নির্দেশ করে। এ জন্য হাইড্রলিক ঢাল রেখাকে চাপ রেখাও বলা হয়।

যে পাইপের বিভিন্ন বিন্দুতে পিজোমিটার সংযোগ করা হবে, ওটা যদি আনুভূমিক না থাকে তবে অবস্থানজনিত (কল্পিত আনুভূমিক রেখা হতে ঐ বিন্দুর উচ্চতা।) প্রত্যেক বিন্দুতে যোগ করতে হবে। সুতরাং এ ক্ষেত্রে বলা যায়, হাইড্রলিক ঢাল একটি রাশির লেখ চিত্রের উপস্থাপন যা চাপজনিত উচ্চতা ও অবস্থানজনিত উচ্চতার যোগফলের সমান অর্থাৎ $\left(\frac{P}{\omega}+z\right)$



চিত্র ঃ ১০.১

অনুরূপভাবে কোন ডেটাম সাপেক্ষে পাইপের প্রত্যেকটি প্রস্থচ্ছেদে মোট শক্তি (head) লেখ চিত্রে উপস্থাপনকে মোট শক্তি রেখা (Total energy line) বলে।

কিন্তু যেকোন অবস্থানে মোট শক্তি $=\frac{P}{\omega}+\frac{v^2}{2g}+z=H$ ।

∴ অতএব যে কোন অবস্থানে মোট শক্তি ঢাল রেখা হতে হাইড্রলিক ঢাল রেখার লম্বিক দুরত্ব বা পার্থক্য হল বেগজনিত উচ্চতা (Velocity head) অর্থাৎ $H=\frac{v^2}{2g}$

মোট ঢাল রেখার যে কোন দু'টি বিন্দুর লম্বিক দূরত্বকে বা উচ্চতার পার্থক্য শক্তির অপচয় বলা হয়। যা বার্ণোলীর সূত্র দিয়ে নির্ণয় করা যায়।

$$\therefore z_1 + \frac{P}{\omega} + \frac{v_1^2}{2g} - z_2 + \frac{P_2}{\omega} + \frac{v_2^2}{2g} = H_L$$

পাইপের মোট দৈর্ঘ্য এবং মোট ঘর্ষণজনিত শক্তির অপচয় জানা থাকলে,

$$\text{হাইড্রলিক ঢাল} = \frac{\text{ঘর্ষণজনিত শক্তি অপচয়}}{\text{পাইপের মোট দৈর্ঘ্য}}$$

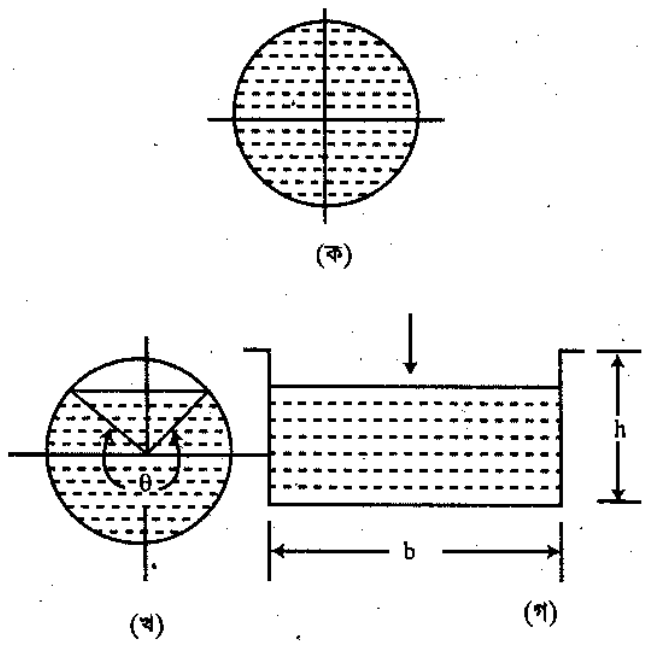
হাইড্রলিক গড় গভীরতা (Hydraulic mean depth) ঃ

পাইপের প্রবাহ মান অংশের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলকে ভিজাতলের পরিসীমা দিয়ে ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় একে হাইড্রলিক গড় গভীরতা বলে। একে m দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

$\therefore$ হাইড্রলিক গড় গভীরতা, $m = \frac{A}{P}$

A = পাইপের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল।

P = পাইপের ভিজা তলের পরিসীমা



চিত্র ঃ ১০.২

(ক) পানি দিয়ে পূর্ণ পাইপের হাইড্রলিক গড় গভীরতা,

$$m = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4} \quad [\text{চিত্র ঃ ১০.২ক}]$$

খ) পানি দিয়ে আংশিক পূর্ণ পাইপের হাইড্রলিক গড় গভীরতা,

$$= \frac{d}{4} \times \frac{(\theta - \sin\theta)}{2\theta}$$

গ) পানি দিয়ে ভর্তি আয়তাকার সেকশনের হাইড্রলিক গড় গভীরতা।

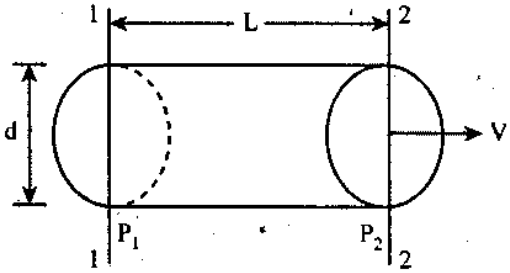
$$m = \frac{A}{P} = \frac{b.h}{2(h+b)}$$

হাইড্রলিক ঢাল ও মোট শক্তির পার্থক্য (Difference between hydraulic slope and total energy) ঃ

হাইড্রলিক ঢাল রেখা	মোট শক্তি রেখা
(ক) প্রেসার হেড, খাড়া রেখার শীর্ষ বিন্দুগুলোর যোগফল রেখা।	(ক) প্রেসার হেড ও ভেলাসিটি হেড এর খাড়া রেখার শীর্ষ বিন্দুগুলোর যোগফল রেখা।
(খ) এ রেখা দিয়ে প্রবাহিত তরলের কোন দূর স্থানের হেড লসের মান নির্ণয় করা হয়।	(খ) এ রেখা দিয়ে প্রবাহিত তরল পদার্থের যে কোন দুই স্থানের মোট শক্তির অপচয় নির্ণয় করা হয়।
(গ) এ রেখা মোট শক্তি রেখার নিচে অবস্থান করে।	(গ) এ রেখা হাইড্রলিক রেখা হতে সর্বদায় বেগজনিত উচ্চতা $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ সমান উপরে অবস্থান করে।
(ঘ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ বৃদ্ধি হলে $\frac{(v_1-v_2)^2}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া উপরে উঠে যায়।	(ঘ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ বেড়ে গেলে $\frac{(v_1-v_2)^2}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া নেমে যায়।
(ঙ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ সংকোচন হলে $\frac{0.375v_2^2}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া ।	(ঙ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ সংকোচন হলে $\frac{0.375v_2^2}{2g}$ এর সমান খাড়া নিচে নেমে যায়।

১০.৩ চেজির সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় (State the Chezy's formula for loss of head due to friction in pipes) ঃ

চেজির সূত্র ঃ



চিত্র ঃ ১০.৩

মনে করি সমব্যাস বিশিষ্ট একটি লম্বা পাইপের ভিতর দিয়ে সুষমহারে তরল পানি প্রবাহিত হচ্ছে যা চিত্রে দেখানো হল।

l = পাইপের দৈর্ঘ্য

d = পাইপের ব্যাস

A = পাইপের ক্ষেত্রফল = $\frac{\pi d^2}{4}$

P = পাইপের পরিসীমা = πd.

V = পাইপের মধ্যে দিয়ে পানির বেগ.

f' = ঘর্ষণজনিত বাধা (প্রতি একক ক্ষেত্রে)

h_f = ঘর্ষণজনিত কারণে শক্তির অপচয়।

এবার আমরা পাইপের সেকশনে (1)–(1) ও (2)–(2) নিয়ে বিবেচনা করি।

P_1= (1)–(1) সেকশনে, পাইপে ভিতর দিয়ে প্রবাহমান তরলের চাপের তীব্রতা।

P_2= (2)–(2) সেকশনে, পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহমান তরলের চাপের তীব্রতা

যদি পাইপের মধ্যে দিয়ে তরল প্রবাহের সময় ঘর্ষণজনিত বাধা কাজ করে বলে P_1 চাপের তীব্রতা অপেক্ষা P_2 কম হবে। পাইপের 1 – 1 ও 2 – 2 সেকসনে বলের ক্রিয়া বিবেচনা করলে আমরা পাই।

$P_1 A = P_1A +$ ঘর্ষণজনিত বাধা

$\therefore$ ঘর্ষণজনিত বাধা $= P_1A - P_1A$

উভয় পক্ষকে তরলের ঘনত্ব ω দিয়ে ভাগ করে

$$\frac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{\omega} = \frac{P_1A - P_1A}{\omega}$$

বা, $\dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{A\omega} = \dfrac{\rho_1}{\omega} - \dfrac{P_1}{\omega}$ উভয় পক্ষকে A দিয়ে ভাগ করি

ধরি $h_1 =$ ঘর্ষণজনিত কারণে হেড লস

$$= \frac{\rho_1}{\omega} - \frac{\rho_2}{\omega}$$

$\therefore$ ঘর্ষণজনিত কারণে হেড লস $= \dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{A\omega} = h_f$

আমরা ফ্রোয়েড এর পরীক্ষা হতে জানি যে ঘর্ষণজনিত বাধা = প্রতি একক ক্ষেত্রে একক বেগে ঘর্ষণজনিত বাধা × ভিজা অংশের ক্ষেত্রফল × (বেগ)^n

$$= f \times Pl \times \upsilon^n$$

$$= \frac{f' Plv^n}{A\omega} = \frac{f'lv^n}{\omega} \times \frac{P}{A}$$

কিন্তু $\dfrac{A}{P} =$ হাইড্রলিক গড় গভীরতা $= m$

এখন $\dfrac{A}{P} = m$ বসায়ে

এবং $n = 2$ ধরে পাই

$$h_f = \frac{f'lv^2}{\omega} \times \frac{1}{m}$$

$$\therefore v^2 = \frac{\omega}{f'} m \frac{h_f}{l} = \frac{\omega}{f'} \times m \times \frac{hf}{l}$$

$$V = \sqrt{\frac{\omega}{f'} \times m \times \frac{hf}{l}}$$

কিন্তু $\dfrac{h_f}{l}$ হাইড্রলিক ঢাল $= i$

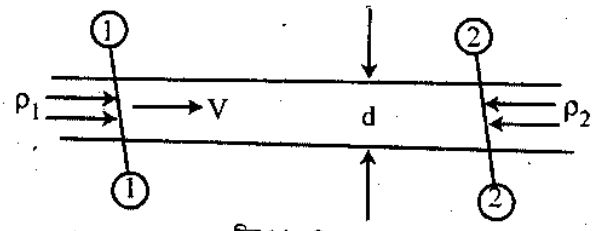
এবং $\quad v = \sqrt{\dfrac{f}{\omega}} \times \sqrt{m} \times \sqrt{\dfrac{h_f}{l}}$

$$V = C\sqrt{m \times i}$$

$\dfrac{f'}{\omega} = C$ ধ্রুবক, যাকে চেজির ধ্রুবক বলা হয়।

$\therefore v = C\sqrt{mi}$ যা চেজির সূত্র নামে পরিচিত।

১০.৪ ডার্সিস সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় (State the darey's formula for loss of head due to friction in pipes) ঃ



চিত্র ঃ ১০.৪

মনে করি

সমব্যাস বিশিষ্ট একটি পাইপের মধ্যে দিয়ে সমান হারে পানি প্রবাহিত হচ্ছে।

A = পাইপের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল

V = প্রবাহের গতিবেগ

l = পাইপের যে কোন দৈর্ঘ্য বিবেচনা করি এবং উক্ত দৈর্ঘ্যের শুরুতে

ρ_1 = পাইপের ফ্লুইড প্রেসার

ρ_2 = শেষে ফ্লুইড প্রেসার।

যদিও পাইপের ব্যাসের কোন পরিবর্তন না হয় তবুও ঘর্ষণজনিত বাধার কারণে ফ্লুইড প্রেসার P_1 অপেক্ষা P_2 কম হবে।

মনে করি f' = পাইপের সিক্ত অংশের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে একক গতিবেগ ঘর্ষণজনিত বাধা।

P = পাইপের সিক্ত অংশের পরিধি।

∴ পাইপে l দৈর্ঘ্যে বিদ্যমান আনুভূমিক বলসমূহ বিবেচনায়, শুরুতে বিদ্যমান বল = শেষে বিদ্যামান বল + ঘর্ষণজনিত বল

$P_1A = P_2A$ + ঘর্ষণজনিত বাধা

বা, ঘর্ষণজনিত বাধা $= P_1A - P_2A$

বা, $\dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{\omega} = \dfrac{P_1A - P_1A}{\omega}$

বা, $\dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{A\omega} = \dfrac{P_1}{\omega} - \dfrac{P_2}{\omega} = h_f$ = ঘর্ষণ জনিত কারণে হেড লস্

বা, $h_f = \dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{A\omega}$

$= \dfrac{\text{ঘর্ষণজনিত বাধা}}{\frac{\pi}{4} \times d^2 \times \omega} \ldots (1)$

আমরা ফ্রোয়েডের পরীক্ষা অনুযায়ী জানি,

ঘর্ষণজনিত বাধা = একক ক্ষেত্রফলে ঘর্ষণজনিত বাধা × ভিজা ক্ষেত্রফল ×বেগ^2

$= f' \times \pi d l \times v^2$

সমীকরণ (1) এ ঘর্ষণজনিত বাধা মান বসাইয়ে পাই-

$$h_f = \frac{f'\pi d l \times v^2}{\frac{\pi}{4} \times d^2 \times \omega}$$

এবার আমরা বাধার সহগ f ধরি,

$$f' = \frac{f\omega}{2g}$$

$$h_f = \frac{4}{\omega d} \times \frac{f\omega}{2g} \times lv^2 = \frac{4flv^2}{2gd} \ldots (2)$$ (প্রমাণিত)

আমরা জানি

নির্গমন $Q = \frac{\pi}{4} d^2 \times v$

বা, $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$

$\therefore v^2 = \frac{16Q^2}{\pi^2 d^4}$

এবার সমীকরণ (2) এ v^2এর মান বসাইয়ে পাই–

$hf = \frac{4fl}{2gd} \times \frac{16Q^2}{\pi^2 d^4} = \frac{4fl}{2 \times 9.8 \times \pi^2} \times \frac{16Q^2}{d^5} = \frac{flQ^2}{3d^5}$ (প্রমাণিত)

যেখানে f একটি ধ্রুবক যা ডার্সিস ধ্রুবক নামে পরিচিত ডার্সিস এর পরীক্ষা অনুযায়ী f এর মান পাইপ পৃষ্ঠের ব্যাসের উপর নির্ভরশীল।

ডার্সিস পাইপের ফলাফল অনুযায়ী f এর অনুমোদিত সূত্র হল ঃ

১। $0.005\left(1 + \frac{1}{12d}\right)$ নতুন পাইপের ক্ষেত্রে।

২। $0.01\left(1 + \frac{1}{12d}\right)$ পুরাতন পাইপের ক্ষেত্রে।

যেখানে d পাইপের ব্যাস।

১০.৪.১ হেড লস পাইপের মধ্যস্থ ঘর্ষণের এক তৃতীয় অংশ হলে স্থানান্তরীত ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি ঃ

কোন পাইপ দিয়ে প্রেসারের পানি সরবরাহ করে নির্দিষ্ট দূরত্বে যদি শক্তি স্থানান্তরের ব্যবস্থা করা হয় তা হলে পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমন পানির পরিমাণ এবং পানির সৃষ্ট মোট হেডের আনুপাতিক ক্ষমতা স্থানান্তরিত হয়। ঘর্ষণজনিত কারণে পানি প্রবাহের সময় হেড লস হয়। যখন পানির হেড লস ঘর্ষণের কারণে $\frac{1}{3}$ অংশ অপচয় হয় তখন সর্বোচ্চ শক্তি স্থানান্তরীত হয়।

মনে করি পাইপে সরবরাহের সময় পানি হেড= H ঘর্ষণজনিত কারণে হেড লস = h_f

v, d যথাক্রমে তরলের বেগ, পাইপের ব্যাস, এবং পাইপের দৈর্ঘ্য।

ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$

পাইপের বের পথে প্রাপ্য হেড $= H - h_f = H - \left(\frac{4flv^2}{2dg}\right)$

$\therefore$ অশ্বশক্তি $= \frac{\omega \pi d^2 v}{4 \times 75}\left(H - \frac{4flv^2}{2dg}\right)$

এখানে $\omega(\frac{\pi}{4})d^2v$ হল প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত তরলের ওজন।

অতএব,

$HP = \frac{\omega \pi d^2}{4 \times 75}\left(Hv - \frac{4flv^2}{2dg}\right)$

শক্তি স্থানান্তর সর্বোচ্চ হবে যখন $Hv - \frac{4flv^3}{2dg}$ -এর মান বেশি হবে।

কারণ যে কোন পাইপের জন্য $\frac{\omega \pi d^2}{4} \times 75$-এর মান স্থির থাকে। v-এর সহযোগে ডিপারেনসিয়েট করে এবং সর্বোচ্চ মানের জন্য সমীকরণকে শূন্য বিবেচনা করি।

$$\frac{d(HP)}{dv} = H - 3\left(\frac{4flv^2}{2gd}\right) = 0$$

$$H = 3h_f$$

$$H = 3h_f$$

তা হলে অশ্ব শক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন ঘর্ষণে হেড লস সরবরাহকৃত মোট হেডের এক তৃতীয় অংশ হবে।

শক্তি স্থানান্তরকারী যে কোন পাইপের জন্য স্থানান্তরিত দক্ষতা $= \frac{(H - h_f)}{H}$ ।

১০.৫ চেজির ও ডার্সিস সূত্র ব্যবহার করে পাইপের ঘর্ষণজনিত বাধা নির্ণয় (Use chezy's and Darcy's formula for calculating loss of the head due to the friction in pipe's) ঃ

উদাহরণ–১০.১। একটি পাইপ 250 মিটার লম্বা 300 মিঃমিঃ ব্যাস, এবং পাইপের দু'বিন্দুর হেডের পার্থক্য 1.5 মিটার। ডার্সির সহগ = 0.01 । ক্ষুদ্র অপচয় বাদ দিয়ে পাইপের নির্গমন বের কর।

সমাধানঃ

দেয়া আছে-

পাইপের দৈর্ঘ্য = 250 মিটার

পাইপের ব্যাস d = 300 মিঃমিঃ = 0.3 মিঃ

হেডের পার্থক্য h_f = 1.5 মিঃ

ডেসির সহগ f = 0.01

নির্গমন = Q

আমরা জানি

$$h_f = \frac{flQ^2}{3d^5}$$

$$1.5 = \frac{0.01 \times 250 \times Q^2}{3 \times 0.3^5}$$

$$1.5 = 342.9\, Q^2$$

$$Q = \sqrt{\frac{1.5}{142.9}} = 0.661 \text{ মিঃ/সেঃ}$$

= 66.1 লিটার/সেকেন্ডে (উত্তর)।

উদাহরণ–১০.২। একটি 60 মিঃ দীর্ঘ 200 মিঃমিঃ ব্যাসের পাইপের মধ্যে দিয়ে 2.5 মি/ সেঃ বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তা হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস বের কর।

(ক) ডার্সির সূত্র $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ | **ঘর্ষণ সহগ $f = 0.005$**

(খ) চেজির সূত্র $V = c\sqrt{ml}$, c= 55

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

পাইপের ব্যাস d = 200mm = 0.2m

পাইপের দৈর্ঘ্য l = 60 মিঃ

বেগ V = 2.5 মিঃ/ সেঃ

ঘর্ষণজনিত হেড লস = h_f

(ক) ডার্সির সূত্র

ঘর্ষণ সহগ f = 0.005

$$\therefore h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.0.005 \times 60 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.2} = 1.91 \text{ মিটার}$$

(খ) চেজির সূত্র ঃ

দেওয়া আছে

চেজির ধ্রুবক C = 55

$m = \frac{d}{4} = \frac{0.2}{4} = 0.05$ মিঃ

প্রতি একক আয়তনে হেডলস $i = \frac{h_f}{l} = \frac{hf}{60}$

$$V = C\sqrt{mi}$$

$$2.5 = 55\sqrt{0.05 \times \frac{hf}{60}}$$

$$6.25 = 3025 \times 0.05 \times \frac{hf}{60}$$

$$6.25 = 2.51\ hf$$

$$h_f = \frac{6.25}{2.521} = 2.48m$$ **(উত্তর)।**

উদাহরণ–১০.৩। কোনো শহরের জনসংখ্যা 1,50,000 জন, পানি সরবরাহ ট্যাংক 4 km দূরে। প্রতিজন লোক প্রতিদিন 130 litre পানি খরচ করে। একটি পাম্প 10 ঘন্টা কার্যরত থেকে অর্ধেক পানি সরবরাহ করে। পাইপের সাইজ নির্ণয় কর। পানির হেড 20 মিটার এবং চেজির ধ্রুবক 60। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

সমাধান ঃ

দেয়া আছে,

জনসংখ্যা = 1,50,000 জন

পাইপের দৈর্ঘ্য ℓ = 4 km = 4000 মিটার

দৈনিক সরবরাহ = 130 লিটার/প্রতিজন = 0.13 ঘন মিটার/জন

মোট সরবরাহ = 1,50,000 × 0.13

= 19,500 ঘন মিটার, অর্ধেক সরবরাহ করে 10 ঘন্টায়।

$Q = \frac{19500}{2 \times 10 \times 3600} = 0.27$ ঘন মি./সে.

পানি হেড $H = h_f = 20$ মিটার

চেজির ধ্রুবক c = 60

পাইপের ব্যাস = d

প্রতি একক দৈর্ঘ্য হেড লস $i = \frac{h_f}{\ell} = \frac{20}{4000} = 0.005$

হাইড্রলিক মিন ডেপথ $m = \frac{d}{4}$

নির্গমন Q = ক্ষেত্রফল × বেগ $= \frac{\pi}{4} \times d^2 \times c \times \sqrt{mi}$

বা, $0.27 = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times 60 \times \sqrt{\frac{d}{4} \times 0.005}$

বা, $0.00573 = d^2 \times \sqrt{\frac{d}{4} \times 0.005}$

বা, $5.73 \times 10^{-3} = d^2 \times \sqrt{\frac{d}{4} \times 0.005}$

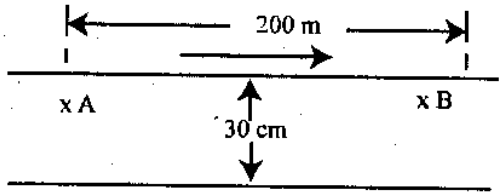
বা, $3.286 \times 10^{-5} = d^4 \times \frac{d}{4} \times .005$

বা, $d^5 = 0.0263$

বা, d = 0.48m

d = 48 cm **(উত্তর)।**

উদাহরণ–১০.৪ । একটি 30 সেমি ব্যাসের পাইপের মধ্যে দিয়ে 180 লিঃ/সেঃ পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটি আনুভূমিকভাবে 200 মিটার লম্বা হলে দু'টি পয়েন্টে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। যদি f = 0.01 হয় যদি ডাউন স্টিম সাইড আপ স্টিম সাইড হতে 15 মিটার হয় তবে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।



চিত্রঃ ১০.৫

সমাধান

১। যখন পাইপটি আনুভূমিক এবং দু বিন্দুর পার্থক্য 200 মিটার। দু বিন্দু A ও B তে বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে পাই–

$$\frac{P_A}{w}+\frac{V_A^2}{2g}+Z_A=\frac{P_B}{w}+\frac{V_B^2}{2g}+Z_B+h_f$$

$V_A = V_B$ এবং $Z_A = Z_B$

$$\therefore \quad \frac{P_A}{w}-\frac{P_B}{w}=h_f$$

$$\frac{P_A}{d}-\frac{P_B}{d}=\omega.\ h_f$$

$$h_f=\frac{4flv^2}{2gd}$$

$$\therefore V=\frac{Q}{\text{ক্ষেত্রফল}}=\frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$\therefore h_f \quad =\frac{4fl\left(\frac{4Q}{\pi d^2}\right)^2}{2gd}$$

$$=\frac{4fl}{2gd}\cdot\frac{16Q^2}{\pi^2d^4}=\frac{flQ^2}{3.02d^5}$$

$$h_f=\frac{0.01\times 200\times(180\times 10^{-3})^2}{3.02\times(0.30)^5}=8.83 \text{ মিটার}$$

চাপের পার্থক্য $=\rho_A-\rho_B=\omega.hf$

$$=\frac{10^3\times 8.83}{10^4}$$

$= 0.883\ kg/cm^2$ **(উত্তর)।**

২। যখন একটি বিন্দু অন্য বিন্দু হতে 15 মিটার উপরে। তখন বার্ণোলীর সূত্র প্রয়োগ করে–

$$\frac{P_A}{w}+\frac{V_A^2}{2g}+Z_A=\frac{P_B}{w}+\frac{(V_B)^2}{2g}+Z_B+h_f$$

$V_A = V_B$, $Z_B - Z_A = 15$ মিঃ

$$\therefore \frac{P_A-P_B}{\omega}=(Z_B-Z_A)+h_f$$

$$\therefore \frac{P_A-P_B}{\omega}=15+8.83=23.83$$

$$P_A-P_B=\frac{23.83\times 10^3}{10^4}$$

$= 2.383\ kg/cm^2$ **উত্তর।**

উদাহরণ-১০.৫। 0.3m ব্যাস এবং 600m দীর্ঘ পাইপের ভেতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে $0.05m^3$ বেগে পানি প্রবাহিত হলে ঘর্ষণজনিত অপচয় নির্ণয় কর, যখন f = 0.01. [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$h_f = \frac{flQ^2}{3d^5}$$

$$= \frac{0.01 \times 600 \times (0.05)^2}{3 \times (0.3)^5}$$

$$= 2.05m \text{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$d = .3m$

$l = 600m$

$Q = 0.05m^3$

$f = 0.01$

$h_f = ?$

উদাহরণ-১০.৬। একটি 100m দীর্ঘ 25cm ব্যাসের পাইপের মধ্য দিয়ে 250cm/s বেগে প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় কর। চেজির ধ্রুবক 60। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]

সমাধান:

১। ডার্সির সূত্র $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$

$$= \frac{4 \times 0.01 \times 100 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.25}$$

$$= 5.096m \text{ (Ans)}$$

২। চেজির সূত্র $v = c\sqrt{mi}$

$$\Rightarrow 2.5 = 60 \times \sqrt{0.625 \times \frac{hf}{100}}$$

$$\Rightarrow 1.73 \times 10^{-3} = 6.25 \times 10^{-4} hf$$

$$\therefore hf = 2.76m \text{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$d = 0.25m$

$L = 100m$

$v = 2.5m/s$

$c = 60$

$h_f = ?$

let $f = 0.01$

$T = \frac{hf}{L}$

$m = \frac{d}{4} = \frac{0.25}{4}$

$= .0625$

উদাহরণ-১০.৭। 2.50m লম্বা এবং 20cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 2.5m/s গতিতে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত সহগের মান 0.005 হলে ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস বের কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান:

আমরা জানি, $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$

$$= \frac{4 \times 0.005 \times 250 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.20}$$

$$= 7.96m \text{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$l = 250m$

$d = 0.20m$

$v = 2.5m/s$

$f = 0.005$

$h_f = ?$

উদাহরণ-১০.৮। 50 মি. লম্বা এবং 150 মি.মি. ব্যাসের একটি পাইপকে আনুভূমিকভাবে রেখে একটি ট্যাংকের সাথে যুক্ত করা হল। পাইপের অপর মুখ বাতাসের দিকে খোলা। পাইপের সেন্টার লাইন হতে ট্যাংকের পানির উচ্চতা 260 সে.মি. এবং f = 0.001 হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস কত হবে? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

পাইপের দৈর্ঘ্য, $l = 50$ m

পাইপের ব্যাস, d = 150 mm = 15 cm = 0.15 m

পানির উচ্চতা, H = 260 cm = 2.60 m

ঘর্ষণ সহগ, f = 0.001

ধরি ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = ?$

আমরা জানি, $H = \frac{v^2}{2g}$

$$2.6 = \frac{v^2}{2 \times 9.81}$$

$$v^2 = 51.01$$

$$v = 7.14 \text{ m/sec}$$

আবার, আমরা জানি,

$$h_f = \frac{4f\ell v^2}{2gd}$$

$$= \frac{4 \times 0.001 \times 50 \times (7.14)^2}{2 \times 9.81 \times 0.15}$$

$= 3.5$ m (উত্তর)।

$v = 7.14$ m/sec

উদাহরণ-১০.৯। একটি শহরে লোকসংখ্যা 60,000 পানি সরবরাহ ট্যাংক 5 km দূরে। প্রতিজন লোক প্রতিদিন 150 litre পানি খরচ করে। একটি পাম্প 8 ঘন্টা চলে অর্ধেক পানি সরবরাহ করে। পাইপের সাইজ নির্ণয় কর। যদি ওর উচ্চতা 25 মিটার হয় এবং চেজির ধ্রুবক C = 70 হয়। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে

জনসংখ্যা = 60,000 জন

পাইপের দৈর্ঘ্য ℓ = 5 k m = 5000 মিটার

দৈনিক সরবরাহ = 150 litre/প্রতিজন = 0.15 ঘনমিটার/জন

মোট সরবরাহ = 60,000 × 0.15

= 9000 ঘনমিটার

অর্ধেক সরবরাহ করে 8 ঘন্টায়।

$Q = \frac{9000}{2 \times 8 \times 3600}$ = 0.156 ঘন মিটার/ সেকেন্ড,

পানির হেড $H = h_f = 25$ মিটার।

চেজির ধ্রুবক C = 70

পাইপের ব্যাস = d

প্রতি একক দৈর্ঘ্য হেড লস $i = \frac{h_f}{\ell} = \frac{25}{5000} = 0.005$

হাইড্রলিক মিন ডেপথ m = d/4

নির্গমন, Q = ক্ষেত্রফল × বেগ

$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \times c\sqrt{mi}$

বা, $0.156 = 0.785 \times d^2 \times 70\sqrt{d/4 \times 0.005}$

বা, $2.839 \times 10^{-3} = d^2 \times \sqrt{d/4 \times 0.005}$

বা, $d^5 = 6.448 \times 10^{-3}$

বা, $d = (6.448 \times 10^{-3})^{1/5}$

বা, d = 0.365 m

∴ d = 36.5 cm (উত্তর)।

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পাইপ কাকে বলে?**

উত্তর ঃ পাইপ এক প্রকার আবদ্ধ নাল বিশেষ। যার মধ্য দিয়ে পানি বা ফ্লুইড পূর্ণ বা আংশিক পূর্ণ অবস্থায় প্রবাহিত হতে পারে।

২। **ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কী?**

অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো–২০০৪, ০৭, ০৯, ১১]

উত্তর ঃ যখন কোন তরলের গতি ল্যামিনার বা স্বাভাবিক অব্যাহত প্রবাহ (Stream Line flow) থেকে যে মুহূর্তে অবাধ্য (Turbulent) প্রবাহে পরিবর্তিত হয় তখন তাকে ক্রিন্টিক্যাল ভ্যালুসিটি (Critical velocity) বলে। অন্যভাবে ক্রিটিক্যাল গভীরতায় তরলের বেগকে Critieal velocity বলে।

৩। **হাইড্রলিক গ্রাডিয়েন্ট (gradient) কী?** [বাকাশিবো–২০১০, ১১]

উত্তর ঃ পানি প্রবাহিত পাইপের বিভিন্ন সেকশনে পিজোমিটার টিউব স্থাপন করে তরলের প্রবাহ পাইপের কেন্দ্র রেখা হতে উলম্ব বরাবর শীর্ষ বিন্দুগুলো চিহ্নিত (Plotted) করে যোগ করলে যে রেখা পাওয়া যায় তাকে হাইড্রলিক ঢাল (Hydraulic gradient) বলে।

৪। **টোটাল এনার্জি লাইন বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, মোট শক্তি রেখা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো–২০০৫, ১০]

অথবা, মোট শক্তি রেখা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর ঃ পাইপ দিয়ে প্রবাহমান পানির প্রেসার হেড, ভেলোসিটি হেডকে পাইপের সেন্টার লাইনের উপর খাড়া অর্ডিনেট হিসাবে অঙ্কন করে সবগুলো অর্ডিনেটের শীর্ষ বিন্দু যোগ করিলে যে ঢালু সরল রেখা পাওয়া যায়, তাকে টোটাল এনার্জি লাইন বলে।

৫। **পানির হাইড্রোলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো–২০০৪, ০৬(পরি), ০৭, ১৩]

অথবা, হাইড্রলিক গড় গভীরতা কী? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

অথবা, হাইড্রোলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো–২০০৬, ১৪(পরি)]

উত্তর ঃ পাইপের প্রবাহমান অংশের প্রচ্ছেদের ক্ষেত্রফলকে ভিজাতলের পরিশীল দিয়ে ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় তাকে হাইড্রোলিক গড় গভীরতা বলে। $m = \frac{A}{P}$

৬। **ফ্লুইড ফিক্সশন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো–২০১৩(পরি)]

উত্তর ঃ পাইপের অভ্যন্তরে পানি বা ফ্লুইড চলাচলের সময় পাইপের অভ্যন্তরে পৃষ্ঠের অমসৃণতার কারণ পানি প্রবাহ বাধাগ্রস্ত হয় তাকে ফ্লুইড ফিকশন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?** [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ফ্লুইড ফ্রিকশন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল? [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, তরল প্রবাহের ক্ষেত্রে ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, প্রবাহীর ঘর্ষণ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৩]

উত্তরঃ ফ্লুইড প্রবাহের ক্ষেত্রে মোট ঘর্ষণজনিত বাধা নিম্নোক্ত বিষয়সমূহের উপর নির্ভরশীল ঃ

(i) ভিজা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

(ii) ফ্লুইডের ঘনত্ব

(iii) পৃষ্ঠের অসমৃণতা

(iv) বেগের বর্গের অনুপাত

(v) ঘর্ষণ সহগ

(vi) প্রবাহীর চাপ।

২। **ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কত প্রকার ও কী কী সংজ্ঞাসহ লিখ।**

উত্তরঃ ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি দুই প্রকার যথা ঃ

১। **নিম্ন ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি ঃ** যে ভেলোসিটিতে ল্যামিনার প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায় অথবা যে ভেলোসিটিতে প্রবাহ ল্যামিনার হতে সবেমাত্র রূপান্তর সময়কালে প্রবেশ করে তাকে নিম্ন ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি (Lower Criteal velocity) বলে।

২। **উচ্চ ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি ঃ** যে ভেলোসিটিতে টারবুলেন্ট প্রবাহ আরম্ভ হয় অথবা যে ভেলোসিটিতে প্রবাহ রূপান্তর সময় কাল হতে সবেমাত্র টারবুল্যান্ট প্রবাহে প্রবেশ করে তাকে উচ্চ ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি (Higher Critical Velocity) বলে।

৩। **হাইড্রলিক মিনডেপথ পানি পূর্ণ পাইপে, আংশিক পূর্ণ পাইপে এবং আয়তকার সেকশনে কিভাবে নির্ণয় করা হয়।**

উত্তরঃ পাইপের প্রবাহমান অংশের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলকে ভিজাতলের পরিসীমা দিয়ে ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় তাকে হাইড্রলিক গড় গভীরতা বলে।

এক M দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

$\therefore M = \frac{A}{\pi}$ (A = পাইপের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল)

(π = পাইপের ভিজাতলের পরিসীমা)

(i) পানি পূর্ণ পাইপের হাইড্রলিক মিন ডেপথ

$M = \frac{A}{\pi} = \frac{4}{\pi D} = \frac{D}{4}$ (চিত্র-নং (১)

(ii) আংশিক পূর্ণ পাইপের হাইড্রলিক মিন ডেপথ,

$M = \frac{D}{4} \times \frac{(\theta - \sin\theta)}{2\theta}$ (চিত্র নং-ii)

(iii) পানি ভর্তি আয়তাকার সেকশনের হাইড্রলিক সিন ডেপথ

$M = \frac{A}{\pi} = \frac{b.h}{(2h+6)}$ (চিত্র নং iii)

৪। **হাইড্রলিক ঢাল ও মোট শক্তির মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০, ১১(পরি)]

অথবা, হাইড্রলিক ঢাল রেখা এবং মোট শক্তিরেখার মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১৩(পরি)]

অথবা, মোট শক্তিরেখা এবং হাইড্রলিক ঢাল রেখার পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর ঃ হাইড্রলিক ঢাল ও মোট শক্তির পার্থক্য ঃ

হাইড্রলিক ঢাল রেখা	মোট শক্তি রেখা
(ক) প্রেসার হেড, খাড়া রেখার শীর্ষ বিন্দুগুলোর যোগফল রেখা।	(ক) প্রেসার হেড ও ভেলাসিটি হেড এর খাড়া রেখার শীর্ষ বিন্দুগুলোর যোগফল রেখা।
(খ) এ রেখা দিয়ে প্রবাহিত তরলের কোন দূর স্থানের হেড লসের মান নির্ণয় করা হয়।	(খ) এ রেখা দিয়ে প্রবাহিত তরল পদার্থের যে কোন দুই স্থানের মোট শক্তির অপচয় নির্ণয় করা হয়।
(গ) এ রেখা মোট শক্তি রেখার নিচে অবস্থান করে।	(গ) এ রেখা হাইড্রলিক রেখা হতে সর্বদায় বেগ জনিত উচ্চতা $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ সমান উপরে অবস্থান করে।
(ঘ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ বৃদ্ধি হলে $\frac{(v_1-v_2)^2}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া উপরে উঠে যায়।	(ঘ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ বেড়ে গেলে $\frac{(v_1-v_2)}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া নেমে যায়।
(ঙ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ সংকোচন হলে $\frac{0.375v_2^2}{2g}$ এর মানের সমান খাড়া।	(ঙ) পাইপের ব্যাস হঠাৎ সংকোচন হলে $\frac{0.375v_2^2}{2g}$ এর সমান খাড়া নিচে নেমে যায়।

৫। **হেডলস নির্ণয়ে চেজির সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।**

উত্তর ঃ চেজির সূত্র $v = c\sqrt{mc}$

এখানে, v = প্রবাহের বেগ

c = চেজির ধ্রুবক

m = হাইড্রোলিক রেডিয়াস $= \frac{d}{4}$

L = হাইড্রলিক ঢাল $= \frac{h_f}{L}$

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **প্রমাণ কর যে পাইপ দিয়ে প্রবাহিত তরল পদার্থের ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{fLQ^2_3}{d^5}$ (যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেডলস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ডার্সির সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ [যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **চেজির সূত্র অনুসরণে ঘর্ষণজনিত হেড লস নির্ণয় কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **মোট শক্তি রেখা কী চিত্রের সাহায্যে বিভিন্ন অংশের ব্যাখ্যা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

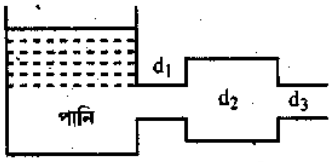
৪। **দেখাও যে, "হেজেন্স পাইপের মধ্যস্থ ঘর্ষণের এক তৃতীয়াংশ হলে স্থানান্তরিত ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৫.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 400 মিটার লম্বা, 15 সেঃমিঃ ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 35.4 লিটার পানি প্রবাহিত হতেছে। কো-ইফিসিয়েন্ট অফ্ ফ্রিকশন 0.01 হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস নির্ণয় কর। **[উত্তরঃ 21.08 মিটার]**

২। একটি ট্যাংক হতে 15 সেঃমিঃ ব্যাসের একটি পাইপের ভিতর দিয়ে 1800kg/min পানি প্রবাহিত হতেছে। পাইপটি আনুভূমিক অবস্থায় আছে। ট্যাংক হতে কিছু দূর পর পাইপটির ব্যাস হঠাৎ বেড়ে 20 cm হল এবং অল্প দূর পর আবার 15 cm ব্যাসে করে আসে। নির্ণয় করতে হবে ঃ (ক) ট্যাংক হতে পানি প্রবেশের সময় লস (খ) হঠাৎ ব্যাস বৃদ্ধির কারণে লস (গ) হঠাৎ ছোট হওয়ার জন্য হেড লস। **[উত্তর ঃ (ক) 7.35 সেঃমিঃ (খ) 2.8 সেঃমিঃ (গ) 5.5 সেঃমিঃ]**



৩। 7 মিঃ দীর্ঘ একটি পাইপের ব্যাস 5 সেমি যার ভিতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হতেছে এবং গতিবেগ 2.5 মিঃ/সেঃ যদি মধ্যস্থলে 2 মিটার পাইপের ব্যাস 7.5 সেমি করা হয় তা হলে কতটুকু হেড লস বাঁচানো যাবে। ডার্সির সহগ, f= .01 এবং C_c = 0.62 **[উত্তর ঃ 40cm]**

৪। 20 cm ব্যাসের 100 মিটার দীর্ঘ পাইপে সংযোগকারী ট্যাংকে পানির উচ্চতা 8 মিঃ। আনুভূমিক ভাবে বায়ুমন্ডলে নির্গমন করলে এবং ডার্সির ফ্যাকটর .01 হলে পাইপে দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। **[উত্তর ঃ 85 লিঃ/সেঃ]**

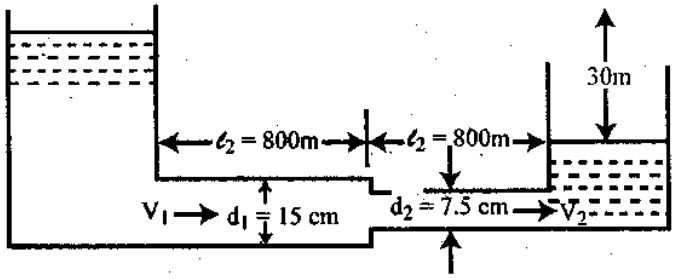
৫। 15 কিঃ মিঃ লম্বা ও 1 মিটার ব্যাস বিশিষ্ট একটি পাইপ দিয়ে 1 মিটার/সেঃ বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত কারণে শক্তির অপচয় নির্ণয় কর।

(ক) $hf = \frac{4flv^2}{2gd}$ where f = 0.005. **[উত্তর ঃ (ক) 15.3m**

(খ) $v = c\sqrt{mi}$ where c = 0.64 **[উত্তর ঃ (খ) 14.6m]**

৬। দু'টি ব্যাস যথাক্রমে 12 সেঃমিঃ এবং 30 সেঃমিঃ। এদের ঘর্ষণজনিত হেড লস, দৈর্ঘ্য এবং ঘর্ষণ সহগ f সমান হলে নির্গমণে তুলনা কর। **[উত্তর ঃ Q_2 = 9.88 Q_1]**

৭। দু'টি পাইপের রিজর্ভার 1.6 কিঃমিঃ সাইজের পাইপ দিয়ে সংযুক্ত করা হল। পাইপে ১ম অর্ধেক দৈর্ঘের ব্যাস 15 সেঃমিঃ ওটা হঠাৎ কমে 7.5 সেঃমিঃ হল। উপরের রিজারভার্সের প্রানীদের রিজার্ভারের পানির লেভেলের প্রার্থক 30 মিঃ, তা হলে সর্ব প্রকার হেড লস ও নির্গমন লিঃ/সেঃ বের কর। f = .01। **[উত্তর ঃ 5.1 লিটার]**

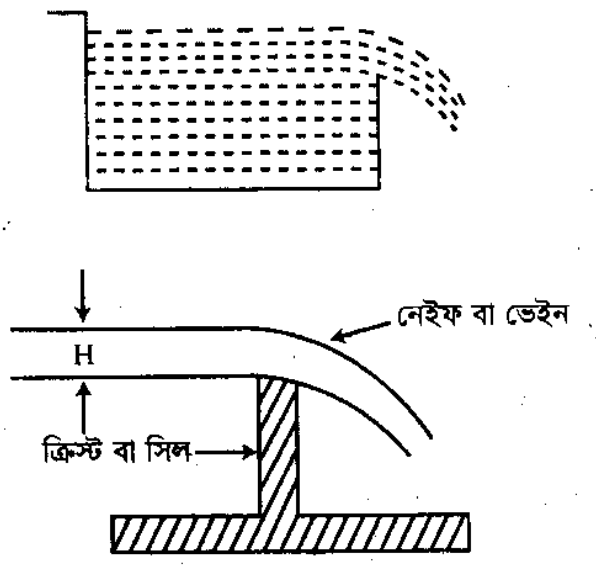


অধ্যায় ১১

নচ-এর মধ্যদিয়ে তরলের প্রবাহ
(Flow of liquid through notch)

১১.১ নচের সংজ্ঞা (Define notch) ঃ

কোন পাত্র বা জলাধারের পার্শ্বে পানির লেভেলের উপরের নল হতে নিচের দিকে বড় আকারের অরিফিসের মত পাত্র বা জলাধারের পানি নির্গমন হওয়ার জন্য যে ওপেনিং রাখা হয় তাকে নচ বলে। নিচের নিচের কিনারা যার উপর দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হয় ওটা নচের সিল (Sill) বা ক্রেস্ট (Crest) নামে পরিচিত এবং নচের মধ্যে দিয়ে জলরাশি (Sheet of liquid) প্রবাহিত হয় একে ন্যাপ (nappe) বা ভেইন (vein) বলে। কোন পাত্র বা চৌবাচ্চা হতে তরল পদার্থের প্রবাহের পরিমাণ পরিমাপের জন্য নচ ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ১১.১

১১.২ বিভিন্ন প্রকারের নচ, যেমন ঃ আয়তকার নচ, ভি-নচ এবং ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচ (Different types of notch i.e. Rectangular notch, V-notch and trapezoidal notch) ঃ

বিভিন্ন প্রকারের নচ (Different types of notch) ঃ

১। আয়তাকার নচ (Rectrangular notch)

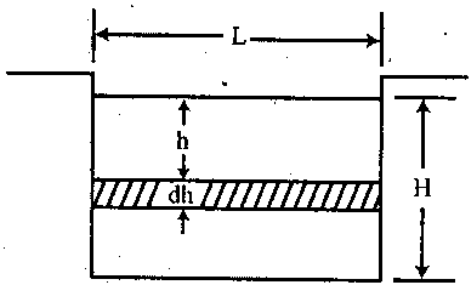
২। ত্রিভুজ আকৃতি বা ভি-নচ (Triangular or V-notch)

৩। ট্রাপিজয়ডাল নচ (Trapezoidal notch)

৪। স্টেপড নচ (Stepped notch)

আয়তাকার নচ (Rectangular notch) ঃ

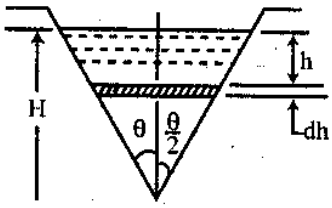
কোন পাত্র বা চৌবাচ্চা হতে নচের উপর দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হলে ভেইনের সংকোচন ঘটে এবং নচের পার্শ্বে সামান্য ঘর্ষণজনিত বাধার সৃষ্টি হয়। এর ফলে প্রকৃত নির্গমন (actual discharge), তাত্ত্বিক নির্গমন (Theorical discharge) অপেক্ষা কম হয়। প্রকৃত নির্গমন এবং তাত্ত্বিক নির্গমনের অনুপাতকে নচের নির্গমন সহগ বলে। এ নির্গমন সহগের গড় মান 0.62।



চিত্র ঃ ১১.২

ত্রিভুজাকৃতি বা ভি-নচ (Triangular বা V-notch) ঃ

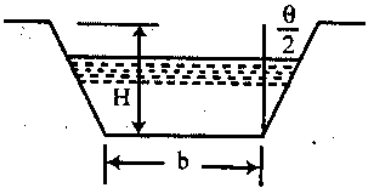
ত্রিভুজ আকৃতি নচ ভি-নচ নামেও পরিচিত। একটি পাত্রের পার্শ্বে একটি ত্রিভুজাকৃতি নচের কথা চিন্তা করি, যার মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হচ্ছে। এ নচের ক্ষেত্রে নির্গমন পরিমাপের জন্য শুধু হেড (H) জানা প্রয়োজন। কম নির্গমনের ক্ষেত্রে এ নচ হতে তুলনামূলকভাবে সঠিক ফল পাওয়া যায়।



চিত্র ঃ ১১.৩

ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচ (Trapezoidal notch) ঃ

ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচ হল একটি আয়তাকার নচ ও দুটি ত্রিভুজ আকৃতি নচের সমন্বয়। কাজেই এ ধরনের নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ, আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতির নচসমূহের মধ্যে দিয়ে নির্গমনের যোগফলের সমান।



চিত্র ঃ ১১.৪

১১.৩ আয়তাকার নচ অপেক্ষা ভি-নচের সুবিধা (Advantage of V-notch over rectangular notch) ঃ

(ক) নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য ত্রিভুজ আকৃতি নচ দিয়ে প্রবাহ মান তরল পদার্থের গভীরতা (H) একমাত্র পাঠই যথেষ্ট।

(খ) যদি ত্রিভুজাকৃতি নচের কোণ 90° হয় তবে সূত্রটি মনে রাখা খুব সুবিধাজনক।

(গ) অল্প পরিমাণ নির্গমনের ক্ষেত্রে আয়তাকার নচ অপেক্ষা ভি-নচ দিয়ে অনেক সঠিক ফলাফল পাওয়া যায়।

(ঘ) একই ভি-নচ দিয়ে বিভিন্ন রকমের প্রবাহের পরিমাণ সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়।

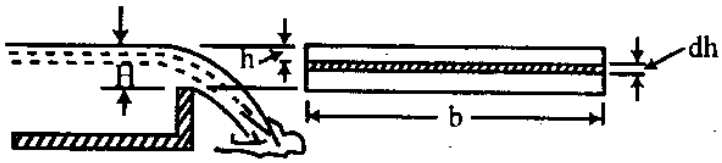
১১.৪ আয়তকার নচ, ত্রিভুজাকার নচ এবং ট্রাপিজয়ডাল নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় (Write down the formula for measuring discharge through rectangular, triangular & trapezoidal notch) ঃ

আয়তাকার নচ (Rectangular Notch) দিয়ে নির্গমন (The discharge through rectangular Notch) ঃ এখানে চিত্রের মাধ্যমে আয়তাকার নচের ক্ষুদ্র অংশে দেখানো হল যার মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হতেছে।

মনে করি H = নচের সিল (Sill) হতে তরল পদার্থের উচ্চতা।

b = নচের দৈর্ঘ্য বা প্রস্থ (length or breath)

C_d = কো-ইফিসিয়েন্ট অফ্ ডিসচার্জ।



চিত্র ১১.৫

এখন পানির উপরিতল হতে h মিটার গভীরতায় পানির একটি আনুভূমিক খণ্ডের (horizontal strip) কথা চিন্তা করি যার পুরুত্ব dh চিত্রে প্রদর্শিত)।

খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = b. dh.

খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থের তাত্ত্বিক গতিবেগ

$V = \sqrt{2gh}$ খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে নির্গমন

d_q = $C_d \times$ খণ্ডের ক্ষেত্রফল x কাল্পনিক গতিবেগ

$= C_d \times b.dh \times \sqrt{2gh}$

উক্ত সূত্রটিকে O ও H লিমিটে মধ্যে ইন্টিগ্রেটিং করে সম্পূর্ণ নচের উপর দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বের করা যায়।

$$\therefore Q = \int_0^H C_d . bdh\sqrt{2gh}$$

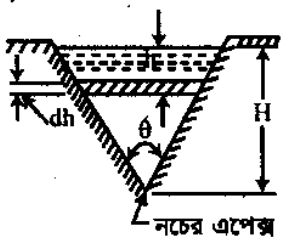
$$= C_d.bdh\sqrt{2g}\int_0^H h^{\frac{1}{2}} dh.$$

$$= C_d. b\sqrt{2g} \left[\frac{h^{3/2}}{3/2}\right]_0^H$$

$$= \frac{2}{3} C_d.b\sqrt{2g} \left[h^{3/2}\right]_0^H$$

$$= \frac{2}{3} C_d.b \sqrt{2g} (H)^{\frac{3}{2}}$$

১১.৪.১ ত্রিভুজ আকৃতি নচ (Triangular or V-notch) দিয়ে নির্গমন (The discharge through triangular or V-notch) ঃ



চিত্র ঃ ১১.৬

মনে করি,

H = নচের এপেক্স (appex) বা আগার উপর হতে তরল পদার্থের উচ্চতা

θ = নচের কোণ

C_d = নির্গমন সহগ

পানির উপরি তল বরাবর নচের প্রস্থ = $2H\tan\frac{\theta}{2}$.

এখন পানির লেভেল হতে h মিটার গভীরতায় পানির একটি আনুভূমিক খণ্ডের কথা চিন্তা করি যার পুরুত্ব dh।

উক্ত খণ্ডটির প্রস্থ = $2(H-h)\tan\frac{\theta}{2}$

∴ খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = $2(H-h)\tan\frac{\theta}{2}dh$.

খণ্ডের মধ্যে দিয়ে তরল পদার্থের তাত্ত্বিক গতিবেগ = $\sqrt{2gh}$

খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে নির্গমন

dq = C_d X খণ্ডটির ক্ষেত্রফল × তাত্ত্বিক গতিবেগ

$= C_d \times 2(H-h)\tan\frac{\theta}{2}.\ dh. \times \sqrt{2gh}$

উক্ত সূত্রটিকে O ও H লিমিটের মধ্যে ইন্টিগ্রেটিং করে সম্পূর্ণ নচ দিয়ে মোট তরল পদার্থ নির্গমনের পরিমাণ বের করা যায়-

$$\therefore\ Q = \int_0^H C_d.\ 2(H-h)\tan\frac{\theta}{2}.\ bd.\ \sqrt{2gh}$$

$$= 2C_d\sqrt{2g}\tan\frac{\theta}{2}\ .\int_0^H (H-h)\sqrt{h}.\ dh$$

$$= 2C_d\sqrt{2g}\tan\frac{\theta}{2}\ .\int_0^H \left[Hh^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{3}{2}}\right]dh$$

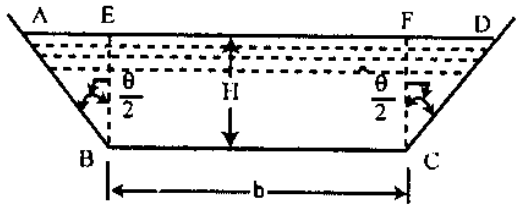
$$= 2C_d\sqrt{2g}\tan\frac{\theta}{2}.\left[\frac{H.h^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} - \frac{h^{\frac{5}{2}}}{\frac{5}{2}}\right]_O^H$$

$$= \frac{8}{15}.\ C_d\sqrt{2g}\tan\frac{\theta}{2} \times H^{\frac{5}{2}}$$

যখন θ = 90° তখন = $Q = \frac{8}{15}\ C_d\sqrt{2g}\ H^{5/2}$

১১.৪.২ ট্রাপিজয়ডাল নচ (Trepazoidal notch) দিয়ে নির্গমন (The discharge through trapezoidal notch) ঃ

ABCD একটি ট্রাফিজিয়াম আকৃতি নচের চিত্র বিশ্লেষণের উদ্দেশ্যে এ ট্রাপিজিয়াম আকৃতির নচটি একটি আয়তকার নচ BEFC ও ত্রিভুজ আকৃতি নচ ABE এবং DCP ও বিভক্ত করি। উক্ত দুটি ত্রিভুজ আকৃতি নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ হবে θ কোণ বিশিষ্ট একটি একক ত্রিভুজ আকৃতির নচ দিয়ে নির্গমনের সমতুল্য।



চিত্র ঃ ১১.৭

মনে করি,

H = নচ সিল (Sill) -এর উপর তরল পদার্থের উচ্চতা

C_{d_1} = Co-efficient of discharge.

C_{d_2} = ত্রিভুজ আকৃতি অংশের জন্য কো-ফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ।

b = নচের আয়তকার অংশের প্রস্থ

$\frac{\theta}{2}$ =ট্রাপিজয়ডাল পাশ খাচা রেখার সঙ্গে যে কোন তৈরি করে।

∴ ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচে নির্গমন, Q=আয়তাকার নচ দিয়ে নির্গমন + ত্রিভুজ আকৃতি নচের নির্গমন

$$Q = \frac{2}{3} C_d . b \sqrt{2g}\,(H)^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15} C_{d_2} \sqrt{2g} \tan\frac{\theta}{2} \times H^{\frac{5}{2}}$$

১১.৫, ১১.৬ এবং ১১.৭ নচের সূত্র ব্যবহার করে নির্গমন নির্ণয় (Calculating the discharge through rectangular, triangular and trapezoidal notch using discharge formulae) ঃ

উদাহরণ–১১.১। 2.5 মিটার প্রস্থ বিশিষ্ট একটি আয়তাকার নচের সার্বক্ষণিক হেড 0.4 মিটার। যদি নচের নির্গমন সহগ অফ্ ডিসচার্জ 0.62 হয় তবে নচে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ লিটারে নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

দেয়া আছে,

নচের প্রস্থ, b = 2.5 মিঃ

পানির উচ্চতা, = 0.4 মিটার

কো-ইফিসিয়েন্ট অফ্ ডিসচার্জ, C_d = 0.62 (নির্গমন সহগ)

নির্গমন Q = ?

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} . C_d . b\sqrt{2g}\,(H)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.62 \times 2.5 \sqrt{2 \times 9.81}\,(0.4)^{\frac{3}{2}}$$

=1.16 ঘনমিটার/সেঃ

= 1160 লিটার/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১১.২। একটি আয়তাকার নচ দিয়ে 21.5 ঘনমিটার/মিনিট হারে পানি নির্গমন হচ্ছে, যখন পানির উচ্চতা নচের দৈর্ঘ্যের অর্ধেক। নচের দৈর্ঘ্য বের কর। যদি $C_d = 0.6$ । [বাকাশিবো–২০০৯]

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,

নির্গমন, Q = 21.5 ঘঃমিঃ/মিনিট

$= \frac{21.5}{60} = 0.358$ ঘঃমিঃ/সেঃ

নির্গমন সহগ, Cd = 0.6

মনে করি, H = পানির গভীরতা

নচের দৈর্ঘ্য, b = 2H

$\therefore H = \frac{b}{2}$

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d . b\sqrt{2g}\,(H)^{\frac{3}{2}}$$

$$\text{বা, } 0.358 = \frac{2}{3} \times 0.6 \times b.\sqrt{2 \times 9.81}\left(\frac{b}{2}\right)^{\frac{3}{2}} = 0.6265^{5/2}$$

$$\text{বা, } b^{\frac{5}{2}} = \frac{0.358}{0.626} = 0.572$$

$$\text{বা, } b = (0.572)^{\frac{2}{3}}$$

$b = 0.8m.$

$b = 0.8$ মিঃ = 80 সেঃমিঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১১.৩। একটি আয়তাকার চ্যানেল, প্রস্থ 1.5 মিটার। 0.2 ঘনমিটার/সেঃ পানি নির্গমনের জন্য ব্যবহার করা হয়েছে। পানি নির্গমনের পরিমাপের জন্য 90° ভি-নচ সংযুক্ত আছে। যদি পানি সর্বোচ্চ গভীরতা 1.2 মিঃ এর বেশি না হয় তবে এপেক্স এর অবস্থান চ্যানেলের বেড (bed) হতে কতটুকু নির্ণয় কর। ধরা যায় $C_d = 0.6$

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

চ্যানেলের প্রস্থ = 1.5 মিঃ

নির্গমন Q = 0.2 ঘনমিটার/সেঃ

নচের কোণ θ = 90°

নির্গমন সহগ C_d = 0.6

মনে করি H = নচের এপেক্স এর উপরে পানির উচ্চতা

$$Q = \frac{8}{15}C_d.\sqrt{2g}.\tan\frac{\theta}{2} \times H^{\frac{5}{2}}$$

$$0.2 = \frac{8}{15} \times 0.6\sqrt{2 \times 9.81} \times \tan 45° \times H^{\frac{5}{2}}$$

$$H^{2/5} = \frac{0.2}{1.417} = 0.141$$

$$\therefore H = 0.141^{2/5} = 0.457 \simeq 0.46$$

সর্বোচ্চ নচের উচ্চতা = 1.2 মিঃ

∴ ত্রিভুজ আকৃতি নচের এপেক্স এর দূরত্ব

1.2—0.46 = 0.74 মিটার যা চ্যানেলের বেড হতে উচ্চতা। **(উত্তর)**

উদাহরণ–১১.৪ । 1 মিঃ লম্বা 15 সেঃমিঃ গভীরতার একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তখন সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে যাচ্ছে, নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। যদি আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতি নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে 0.62 এবং 0.59 ।

সমাধানঃ

প্রথমে আয়তাকার নচ নিয়ে চিন্তা করি।

দেয়া আছে-

নচের দৈর্ঘ্য, b = 1 মিটার

পানির গভীরতা, H = 15 সেঃমিঃ = 0.15 মিঃ

নির্গমন সহগ, C_d = 0.62

মনে করি, Q = নচ দিয়ে নির্গমন

$$Q = \frac{2}{3} C_d . b \sqrt{2g}\ (H)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.62 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.15)^{\frac{3}{2}} \text{ ঘঃ মিঃ/সেঃ}$$

$$= 0.106 \text{ ঘঃ মি/সেঃ}$$

এবার ত্রিভুজ আকৃতি নচ নিয়ে চিন্তা করি

দেয়া আছে,

নচের কোণ, $\theta = 90°$

নির্গমন সহগ, = 0.59

মনে করি, H = নচে পানির গভীরতা

আমরা জানি,

$$Q = \frac{8}{15} C_d . \sqrt{2g} . \tan\frac{\theta}{2} \times (H)^{5/2}$$

$$0.106 = \frac{8}{15} \times 0.59 \sqrt{2 \times 9.81} \times \tan 45° \times H^{\frac{5}{2}}$$

$$= 1.394\ H^{5/2}$$

$$= H^{\frac{5}{2}} = \frac{0.106}{1.394} = 0.076$$

$$\text{বা, } H = \sqrt[\frac{5}{2}]{076}$$

H = 0.357 মিঃ = 35.7 cm **(উত্তর)** ।

উদাহরণ–১১.৫। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের ওপরের প্রস্থ 120 সে.মি. এবং নিচের প্রস্থ 45 সে.মি.। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা 35 সে.মি. হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। (cd =.60) [বাকাশিবো-২০১৪]

সমাধান:

দেয়া আছে,

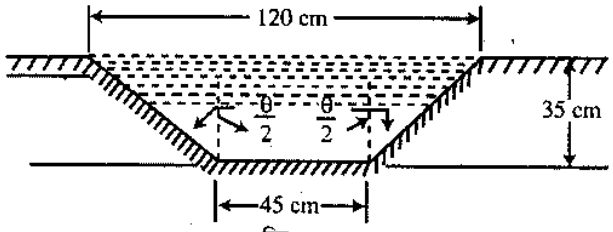
তলার প্রস্থ, b = 45 সেঃমিঃ

পানির উচ্চতা, H = 35 সেঃমিঃ

নির্গমন সহগ, C_d = 0.6

মনে করি, Q = নির্গমন

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{(120-45)\times\frac{1}{2}}{35} = \frac{37.5}{35} = 1.07$$



চিত্র ঃ ১১.৮

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3}.\ Cd.\ b\sqrt{2g}\times(H)^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15}Cd\sqrt{2g}\ \tan\frac{\theta}{2}\times(H)^{\frac{5}{2}}$$

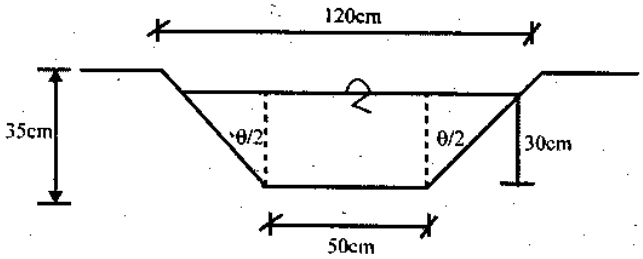
$$= \frac{2}{3}\times 0.6\times 45\sqrt{2\times 981}\times 35^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15}\times 0.6\sqrt{2\times 981}\times$$

$$1.07\times 35^{\frac{5}{2}}$$ ঘন সেঃমিঃ / সেঃ

= 275005.35 ঘন সেমি/সেঃ = 275.005 লিটার/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-১১.৬। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের উপরের প্রস্থ 120cm এবং নিচের প্রস্থ 50cm এবং উচ্চতা 35cm। নচ দ্বারা প্রবাহিত পানির গভীরতা 30cm এবং C_d = 0.60 হলে নির্গমনের মান কত? [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান:



চিত্র ঃ ১১.৯

আরমা জানি,

$$Q = \frac{2}{3}C_d b\sqrt{2g}\ H^{\frac{3}{2}} + 1.417\ H^{\frac{5}{2}}\tan\frac{\theta}{2}$$

$$= \frac{2}{3}\times 0.60\times 0.5\times\sqrt{2\times 9.81}\times(0.3)^{1.5} + 1.417\times 1\times(0.3)^{2.5}$$

$$= 0.215 m^3/s$$ **(Ans)**

C_d = 0.60

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{(120-50)\frac{1}{2}}{35} = 1$$

H = 30cm

b = 50cm

উদাহরণ-১১.৭। 1m লম্বা 20cm গভীরতা একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে প্রবাহিত হলে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতি নির্গমনের সহগ যথাক্রমে 0.63 এবং 0.58।

[বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান:

আয়তাকার নচ এর ক্ষেত্রে

$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\ H^{1.5}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.63 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (20)^{1.5}$$

$$= 0.167\ m^3/s$$

দেওয়া আছে,

$b = 1m$

$H = 0.20m$

$Q = 90°$

$C_{dx} = 0.62$

$C_{dv} = 0.58$

ত্রিভুজাকৃতি নচের ক্ষেত্রে–

$$Q = \frac{81}{15} \times C_d \tan\frac{\theta}{2}\ H^{\frac{5}{2}}$$

$$\Rightarrow 0.167 = 1.37 \times H^{2.5}$$

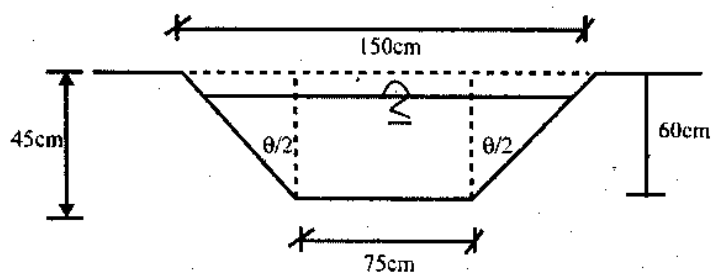
$$\Rightarrow H^{2.5} = 0.121$$

$$\Rightarrow H = 0.43m\ \textbf{(Ans)}$$

উদাহরণ-১১.৮। একটি ট্রাপিজয়েডাল নচের উপরের প্রস্থ 150cm এবং তলের প্রস্থ 75cm এবং উচ্চতা 60cm। যদি পানির হেড 45cm হয় তবে নির্গমন নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]

সমাধান:



চিত্র ঃ ১১.১০

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\ H^{1.5} + \frac{8}{15} C_d \tan\frac{\theta}{2}\sqrt{2g}\ H^{2.5}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.60 \times 0.75 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.45)^{1.5} +$$

$$\frac{8}{15} \times 0.59 \times 0.625\sqrt{2 \times 9.81} \times (0.45)^{2.5}$$

$$= 0.336 + 0.118$$

$$= 0.454\ m^3/s\ \textbf{(Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{(150 - 75)\frac{1}{2}}{60}$$

$$= 0.625$$

$Cd_r = 0.60$

$Cd_v = 0.59$

উদাহরণ-১১.৯। যদি একটি সমকোণী ত্রিভুজ আকৃতির নচের হেড 40cm এবং নির্গমন সহগ 0.62 হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ কত?

[বাকাশিবো-২০০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$Q = \frac{8}{15} C_d\sqrt{2g} + \tan\frac{\theta}{2} H^{2.5}$$

$$= 1.464 \times (0.4)^{2.5}$$

$$= 0.148\ m^3/s\ \textbf{(Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$H = 0.4m$

$\theta = 90°$

$C_d = 0.62$

উদাহরণ-১১.১০। একটি v-নচে পানির চাপজনিত উচ্চতা 10cm হলে প্রতি সেকেন্ডে 8 litre নির্গমন পাওয়া গেল। প্রতি সেকেন্ডে 800 Litre। নির্গমন পেতে হলে চাপজনিত উচ্চতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান:

১ম ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $Q_1 = \frac{8}{15} C_d\sqrt{2g}\ \tan\frac{\theta}{2}\ H_1^{2.5}$

$\Rightarrow 8 \times 10^{-3} = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 1 \times (0.1)^{2.5}$

$\Rightarrow C_d = 1.07$

আবার,

২য় ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$Q_2 = \frac{8}{15} C_d\sqrt{2g} + \tan\frac{\theta}{2}\ H^{2.5}$

$\Rightarrow 0.8 = \frac{8}{15} \times 1.07 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 1 \times H^{2.5}$

$\Rightarrow H_2^{2.5} = 0.317$

$\Rightarrow H_2 = 0.63m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$H_1 = 0.10m$

$Q_1 = 8 Litre/sec$

$= 8 \times 10^{-3}\ m^3/s$

$Q_2 = 800 l/s$

$= 0.8 m^3/s$

$H2 = ?$

$\tan\frac{\theta}{2} = 1$

উদাহরণ-১১.১১। একটি সমকোনী ভি-নচের মাঝ দিয়ে 15 Litre/min হারে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানির সার্বক্ষণিক হেড 160mm হলে নির্গমন সহগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g}\ \tan\frac{\theta}{2}\ H^{\frac{5}{2}}$

$\Rightarrow 2.5 \times 10^{-4} = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 1 \times (0.16)^{2.5}$

$\Rightarrow C_d = 0.01$ **(Ans)**

$Q = 15\ l/min$

$= 0.015 m^3/m$

$= 2.5 \times 10^{-4} m^3/s$

$H = 0.16m$

$C_d = ?$

$\theta = 90°$

$\tan\frac{\theta}{2} = 1$

উদাহরণ-১১.১২। একটি আয়তাকার নচের প্রস্থ 25m নির্গমন সহগ 0.60 এবং হেড 20cm হলে প্রতি মিনিটে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১১(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি, $Q = \frac{2}{3} C_d\ b\sqrt{2g}\ H^{1.5}$

$= \frac{2}{3} \times 0.60 \times 25\sqrt{2 \times 9.81} \times (0.2)^{1.5}$

$= 3.96\ m^3/s$

$= 237.7\ m^3/min$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$b = 25m$

$C_d = 0.60$

$Q = ?$

$H = 0.20m$

উদাহরণ-১১.১৩। 1m লম্বা 15cm গভীরতার একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তখন সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে যাচ্ছে। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজাকার নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে 0.62 ও 0.59।

[বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

সমাধান:

আয়তাকার নচ-এর ক্ষেত্রে

$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g} H^{1.5}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.62 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (.15)^{1.5}$$

$$= 0.106 \ m^3/s$$

দেওয়া আছে,

$b = 1m$

$H = 0.15cm$

$D = 90°$

$C_{dr} = 0.62$

$C_{da} = 0.59$

আবার, ত্রিভুজাকৃতি নচের ক্ষেত্রে,

$$Q = \frac{8}{15} C_d \tan\frac{\theta}{2}\sqrt{2g} \ H^{2.5}$$

$$\Rightarrow 0.106 = \frac{8}{15} \times 0.59 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9.81} \ H^{2.5}$$

$\Rightarrow H = 0.356m$ **(Ans)**

উদাহরণ-১১.১৪। একটি ট্রাপিজয়ডাল নচের উপরের প্রস্থ 140cm, তলার প্রস্থ 60cm উচ্চতা 30cm। যদি পানির হেড 20cm হয় তবে নচের মধ্যে নির্গমন লিটার/মিনিট এ বের কর। $C_d = 0.60$। [বাকাশিবো-২০১১]

সমাধান:

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g} H^{1.5} + \frac{8}{15} C_d + \tan\frac{\theta}{2}\sqrt{2g} H^{2.5}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.60 \times 0.60 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.2)^{1.5}$$

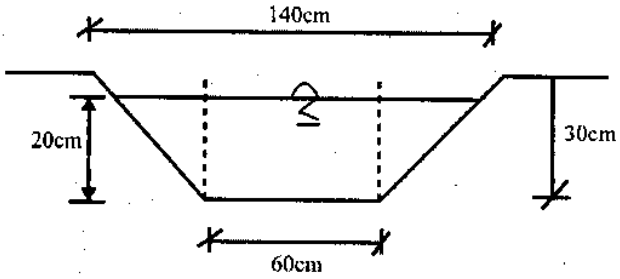
$$+ \frac{8}{15} \times 0.6 \times 1.33\sqrt{2 \times 9.81} \times (0.2)2.5$$

$= 0.129 \ m^3/s$

$= 129 \ l/s$

$= 7740 \ l/min$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,



চিত্র : ১১.১১

$\tan\frac{\theta}{2}$

$= 1.33$

$H = 20cm$

$= 0.2m$

$Q = ?$

$b = 0.60m$

উদাহরণ-১১.১৫। একটি ত্রিভুজাকৃতির নচের কোণের পরিমাণ 60°। যদি সার্বক্ষণিক পানির হেড 50cm হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। $C_d = 0.63$. [বাকাশিবো-২০১২]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

$$Q = \frac{8}{15} C_d \tan\frac{\theta}{2} \sqrt{2g}\, H^{2.5}$$

$$= \frac{8}{15} \times 0.63 \times 0.578 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.5)^{2.5}$$

$$= 0.152\ m^3/s \ \textbf{(Ans)}$$

দেওয়া আছে,

$\theta = 60°$

$\tan\frac{\theta}{2} = 0.578$

$H = 0.5m$

$Q = ?$

$C_d = 0.63$

উদাহরণ-১১.১৬। একটি নচ-এর ভেতর দিয়ে 500 লিটার/সেঃ পানি নির্গত হচ্ছে। যদি নির্গমন সহগ 0.6 এবং নচের উচ্চতা প্রস্থের অর্ধেক হয়, তবে এর সাইজ কত? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

সমাধানঃ

আমরা জানি,

আয়তকার নচ এর ক্ষেত্রে

$$Q = \frac{2}{3} c_d b\sqrt{2g}\ H^{1.5}$$

বা, $500 \times 10^3 = \frac{2}{3} \times 0.6 \times 2H \times \sqrt{2 \times 981} \times H^{1.5}$

বা, $H^{2.5} = \frac{500 \times 10^3}{35.44}$

বা, $H^{2.5} = 14110.11$

$\therefore H = 45.69$ cm

$\therefore b = 45.69 \times 2 = 91.38$ cm **(উত্তর)**।

দেওয়া আছে,

$Q = 500$ Liter/sec.

$= 500 \times 10^3\ cm^2/s$

$C_d = 0.6$

$H = \frac{b}{2}$

বা, $b = 2H$

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ন্যাপ বা ভেইন কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১, ১২, ১২(পরি), ১৪(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, ন্যাপ বা ভেইন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তরঃ নচের মধ্যে দিয়ে যে জলরাশি (Sheet of liquid) প্রবাহিত হয়, তাকে ন্যাপ (nape) বা ভেইন (Vein) বলে।

২। **নচ কেন ব্যবহার করা হয়।**

অথবা, নচ ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তরঃ কোন পাত্র বা চৌবাচ্চা হতে তরল পদার্থের প্রবাহের পরিমাণ পরিমাপের জন্য নচ ব্যবহৃত হয়।

৩। **নচের নির্গমন সহগ কী?**

উত্তরঃ কোন পাত্র বা চৌবাচ্চা হতে নচের উপর দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হলে ভেইনের সংকোচন ঘটে এবং নচের পার্শ্বে সামান্য ঘর্ষণজনিত বাধার সৃষ্টি হয়। এর ফলে প্রকৃত নির্গমন, তাত্ত্বিক নির্গমন অপেক্ষা কম হয়। প্রকৃত নির্গমন এবং তাত্ত্বিক নির্গমনের অনুপাতকে নচের নির্গমন সহগ বলে। এ নির্গমন সহগের গড় মান 0.62।

৪। **ট্রাপিজয়ডাল নচ কী?**

অথবা, ট্রাপিজয়েডাল নচ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি নচ, একটি আয়তকার নচ ও দুটি ত্রিভুজাকৃতি নচের সমন্বয়ে গঠিত। এ ধরণের নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ, আয়তকার ও ত্রিভুজাকৃতি নচসমূহের মধ্যে দিয়ে নির্গমনের যোগফলের সমান।

৫। **আয়তাকার নচের নির্গমনের সূত্রটি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

অথবা, আয়তাকার নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর ঃ আয়তাকার নচের নির্গমনের সূত্র ঃ $Q = 2/3\ cd.\ \sqrt{2g}\ (H)\ 3/2$

Q = নির্গমনের পরিমাণ

H = নচের মিল হতে তরল পদার্থের উচ্চতা

cd = কো-ইফিসিয়েন্ট অফ ডিসচার্জ উচ্চতা

৬। **ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90°$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90°$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]

অথবা, ত্রিভুজাকৃতি নচের নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর ঃ যখন $\theta = 90°$ হয় তখন,

$Q = 8/15\ cd.\ \sqrt{2g}\ H\ 5/2$

৭। **সিল বা ক্রেস্ট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর ঃ নিচের কিনারা যার উপর দিয়ে তরল পদার্থ প্রবাহিত হয় তাকে নচের সিল বা ক্রিস্ট বলে।

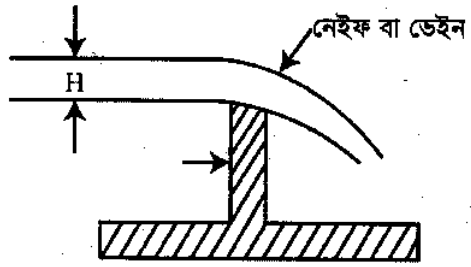
৮। **নচ কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ কোন পাত্র বা জলাধারের পার্শ্বে পানির লেভেলের উপরের নল হতে নিচের দিকে বড় আকারের অরিফিসের মত পাত্র বা জলাধারের পানি নির্গমন হওয়ার জন্য যে ওপেনিং রাখা হয় তাহাকে নচ বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **একটি নচের চিত্র অংকন করে সিল বা ক্রেস্ট, ন্যাপ বা ভেইন দেখাও।**

উত্তর ঃ



২। **বিভিন্ন প্রকার নচের শ্রেণিবিন্যাস কর।**

উত্তর ঃ নচ প্রধানতঃ চার প্রকার, যথা-

১। আয়তকার নচ (Rectangular notch)

২। ত্রিভুজ আকৃতি বা ভি-নচ (Traingular or V-notch)

৩। ট্রাপিজয়ডল নচ (Tropezoidal notch)

৪। স্টেপড বা ধাপ বিশিষ্ট নচ (Stepped notch)।

৩। **আয়তাকার নচ অপেক্ষা-ভি-নচের সুবিধা লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩]

অথবা, আয়তাকার নচ অপেক্ষা ত্রিভুজাকার নচে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর ঃ

(ক) ত্রিভুজ আকৃতি নচ দিয়ে প্রবাহমান নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করবার জন্য শুধুমাত্র তরল পদার্থের গভীরতার (H) মানই যথেষ্ট।

(খ) যদি ত্রিভুজাকৃতি নচের কোণ 90° হয় তবে সূত্রটি মনে রাখা খুব সুবিধাজনক।

(গ) অল্প পরিমান নির্গমনের ক্ষেত্রে আয়তাকার নচ অপেক্ষা ভি-নচ দিয়ে অনেক সঠিক ফলাফল পাওয়া যায়।

(ঘ) একই ভি-নচ দিয়ে বিভিন্ন রকমের প্রবাহের পরিমাণ সঠিক ভাবে নির্ণয় করা যায়।

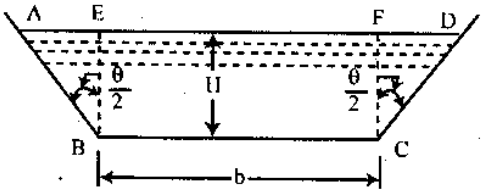
৪। **একটি ট্রাপিজায়ডাল নচের চিত্র অংকন করে নির্গমনের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর ঃ

H = নচ সিল (sill) -এর উপর তরল পদার্থের উচ্চতা

b = নচের আয়তাকার অংশের প্রস্থ।

$\frac{\theta}{2}$ = ট্রাপিজয়ডাল পাশ খাড়া রেখার সংগে যে কোন তৈরি করে।



রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **নচ বলতে কি বুঝায়? চিত্রসহ বিবরণ দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১১.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন প্রকার নচের চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১১.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩ **আয়তাকার নচ দিয়ে কীভাবে নির্গমন নির্ণয় করা হয় বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ত্রিভুজাকৃতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **ট্রাপিজয়ডাল নচ, আয়তাকার ও ভি-নচের সমন্বয়ে গঠিত, তা ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **ত্রিভুজ আকৃতি বা "ভি" নচ দিয়ে নির্গমনের সূত্রটি উদ্ভাবন কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮]

অথবা, প্রমাণ কর যে ত্রিভুজাকৃতি নচের ক্ষেত্রে নির্গমনের পরিমাণ $Q = 8/15 c_d\, b \tan \theta/2\, H^{5/2}$

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **প্রমাণ কর যে, নচের ক্ষেত্রে প্রবাহের পরিমাণ $Q = 2/3\, c_d b \sqrt{2g}\, H^{3/2}$** (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

নচ-এর মধ্যদিয়ে তরলের প্রবাহ

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি আয়তাকার নচের প্রস্থ 2 মিটার এবং এর ধ্রুব উচ্চতা 30 সেঃ মিঃ যদি নির্গমন সহগ C_d= 0 .62 হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 593 লিঃ/সেঃ]

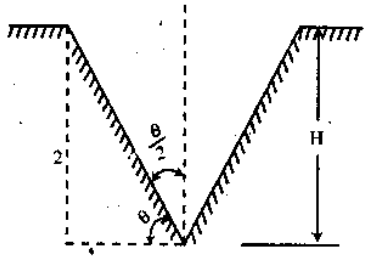
২। একটি আয়তাকার নচে দিয়ে প্রতি সেঃ 300 লিটার তরল নির্গমন হচ্ছে এবং এর তরলের ধ্রুব উচ্চতা 20 সেঃ মিঃ। যদি নির্গমন সহগ 0.6 হয় তবে নচের প্রস্থ বের কর। [উত্তরঃ 1893 মিটার]

৩। একটি আয়তাকার নচের প্রস্থ 20 সেঃ মিঃ এর মধ্যে দিয়ে 11.8 লিটার/সেঃ পানি নির্গমন হচ্ছে যদি নচের নির্গমন সহগ C_d= 0.623 হয় তবে নচের উচ্চতা নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 10 সেঃমিঃ]

৪। একটি ভি-নচের হেড 40 সেঃমিঃ এর কোণ 90°। যদি এর নির্গমন সহগ C_d = 0.6 হয় তবে ঐ নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। [উত্তরঃ 131 লিটার/সেঃ]

৫। একটি ত্রিভুজ আকৃতি নচে দিয়ে 400 লি/সেঃ পানি নির্গমন হচ্ছে। এর নির্গমন সহগ C_d= 0.62, যদি নচটির কোণ 90° হয়, তবে এর হেড বের কর। [উত্তরঃ 59.5 সেঃ মিঃ]

৬। একটি ত্রিভুজ আকৃতি নচের ঢালু (slopes) আনুভূমিক 1, খাড়া 2, যদি নচের হেড 50 সেঃ মিঃ হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/সেঃ নির্ণয় কর। নির্গমন সহগ C_d = 0.62। [উত্তরঃ 100 লিটার/সেঃ]



৭। আয়তাকার নচে দিয়ে তরল পদার্থে প্রবাহিত হচ্ছে যার প্রস্থ 80 সেঃ মিঃ গভীরতা 16 সেঃ মিঃ। এর নিচে দিয়ে একটি সমকোণী ত্রিভুজাকৃতি নচ আছে। যদি আয়তাকার ও ত্রিভুজ নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে 0.6 ও 0.62 হয় তবে ভি-নচের উপরে পানির গভীরতা নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 32.86 সেঃমিঃ]

৮। একটি ট্রাপিজয়ডাল নচের প্রস্থ 5`0 সেঃ মিঃ এবং তলায় (Slope) ঢালু 1:1, যদি সিল (Sill) উপরে নচের উচ্চতা 30 সেঃ মিঃ হয় এবং নির্গমন সহগ C_d= 0.62 হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 223.5 লি/সেঃ]

৯। একটি ট্রাফিজিডাল নচের তলার 60 সেঃমিঃ এবং সাইড 1:1 ঢালু। যদি এর পানির নির্গমন হার 300 লি/সেঃ হয়, তবে নচের সিল (Sill) উপর পানির উচ্চতা নির্ণয় কর। নির্গমন সহগ C_d = 0.62। [উত্তরঃ 35 সেঃমিঃ]

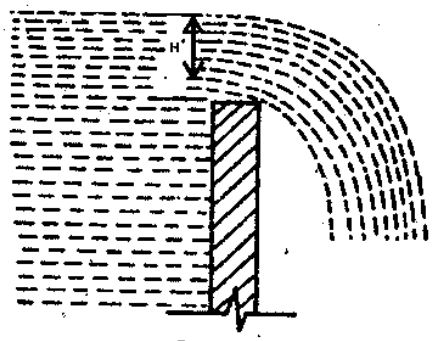
অধ্যায় ১২

অয়্যারের মধ্য দিয়ে তরলের প্রবাহ নীতি
(Understand Principle of Flow Through Weirs)

১২.১ অয়্যারের সংজ্ঞা (Define the weir) ঃ

পানির সেচ বা এরূপ কোন কাজের সুবিধার্থে নদী, খাল বা নালার পানির লেভেল নির্দিষ্ট উচ্চতা পর্যন্ত বাঁচানোর জন্য উজানের দিকে আড়াআড়ি ইট বা কংক্রিটের (Concrete) যে বাঁধ দেওয়া হয় তাহাকে অয়্যার (Weir) বলে। তাত্ত্বিক দৃষ্টিতে একটি আয়তাকার অয়্যার ও একটি আয়তাকার নচের মধ্যে খুব একটা পার্থক্য নাই। তাই কখনো কখনো নচকে অয়্যার এবং অয়্যার নচ বলা হয়ে থাকে। অয়্যারের উপরিভাগ যার উপর দিয়ে জল রাশি প্রবাহিত, ওটা সিল (Sill) বা ক্রেস্ট (crest) নামে পরিচিত। অ্যায়র দিয়ে প্রবাহিত তরলের ধারাকে (Sheet of liquid) নেইপ (Nappe) অথবা ভেইন বলে।

নচ ও অয়্যারের মধ্যে একমাত্র পার্থক্য হল, নচ আকারে ছোট কিন্তু অয়্যার আকারে বড়। তাছাড়া নচ সাধারণতঃ একটি পাত্রের মধ্যে তৈরি কিন্তু অয়্যার সাধারণতঃ ইট বা কংক্রিটের তৈরি নদী বা খালে আড়াআড়ি ভাবে নির্মিত ডুবন্ত বাঁধ বিশেষ।



চিত্র ঃ ১২.১

অয়্যারের প্রকারভেদ (Types of weir) ঃ

১। **আকৃতি অনুযায়ী** (According to Shape) ঃ
- (ক) আয়তাকার অয়্যার (Rectangular weir)
- (খ) সিপোলিটি অয়্যার (Cippoletti weir)

২। **নির্গমনের প্রকৃতি অনুযায়ী** (According to the nature of discharge) ঃ
- (ক) মুক্ত নির্গমন অয়্যার (Free discharge weir)
- (খ) নিমজ্জিত অয়্যার (Submerged or drowned weir)

৩। **ক্রেস্টের প্রস্থ অনুযায়ী** (According to the width of crest) ঃ
- (ক) সংকীর্ণ ক্রেস্টের অয়্যার (Narrow crested weir)
- (খ) প্রশস্ত ক্রেস্টের অয়্যার (Broad crested weir)

৪। **ক্রেস্টের প্রকৃতি অনুযায়ী** (According nature of crest) ঃ
- (ক) তীক্ষ্ণ ক্রেস্টের অয়্যার (Sharp - crested weir)
- (খ) ওগি অয়্যার (Ogee weir)।

৫। **প্রান্তের সংকোচন অনুসারে** (According to end contraction)
- (ক) সংনমিত অয়্যার (Suppressed weir)
- (খ) সংকুচিত প্রান্তবিশিষ্ট অয়্যার (Weir with end contractions)

১২.২ নচ ও অয়্যারের মধ্যে পার্থক্য (Difference between weir and notch) ঃ

নচ (notch)	অয়্যার (weir)
১। নচ পাত্র বা আধারের দেয়ালে তরল পদার্থ প্রবাহের পথ।	১। অয়্যার নদী বা খালের আড়াআড়ি ভাবে নির্মীত অভার ফ্লো বাধ।
২। এটা ধাতব সীট বা প্লেটের তৈরি।	২। এটা ইট বা কংক্রিটের তৈরি।
৩। এটা আকারে ছোট।	৩। এটা আকারে বড়।
৪। নচ ব্যবহার হয় তরলের প্রবাহ নির্ণয়ের জন্য।	৪। অয়্যার ব্যবহার হয় নদী বা খালের প্রবাহ পরিমাপের জন্য।
৫। এর প্রান্ত তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট হয়।	৫। এর প্রান্ত চওড়া হয়।

ভি-নচ ও আয়তাকার অয়্যারের মধ্যে পার্থক্য (Difference between v-notch and rectangular wire) ঃ

ভি-নচ	আয়তাকার অয়্যার
১। ভি-নচ ত্রিভুজ বা ভি আকৃতি হয়ে থাকে।	১। এটা আয়তাকার হয়ে থাকে।
২। এতে শুধু পানির উচ্চতার মাপ নিলে চলে।	২। এতে পানির উচ্চতা ও দৈর্ঘ্যের মাপ নিতে হয়।
৩। সমকোণী নচের হিসাব খুব সহজ।	৩। এতে হিসাব একটু জটিল।
৪। এটা পাত্র বা জলাধারে ব্যবহার হয়।	৪। এটা নদী বা খালে ব্যবহার হয়।
৫। এতে অল্প নির্গমন সঠিক ভাবে মাপা যায়।	৫। এর নির্গমন খুব বেশি কিন্তু মাপ সঠিক নহে।

অয়্যার ও বাঁধের মধ্যে পার্থক্য (Difference between weir and dam) ঃ

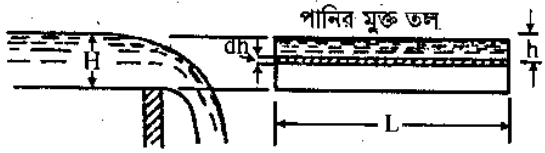
১। বাঁধের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় না কিন্তু অয়্যারের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয়।

২। প্রচুর বৃষ্টি পাতে যদি বাঁধের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় তখন ঐ বাঁধ অয়্যারে পরিণত হয়।

৩। বাঁধে অতিরিক্ত পানি প্রবাহের জন্য কোন নির্দিষ্ট স্থানে উইয়্যারের মতো তৈরি কওে স্পিল-ওয়ের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। সুতরাং তখন বাঁধকে উইয়ার বলা যায়।

১২.৩ আয়তাকার অয়্যারে ফ্রান্সিসের সূত্র (Francis formula for discharge through rectangular weir) ঃ

আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন ঃ



চিত্র ঃ ১২.২

চিত্রে একটি আয়তাকার অয়্যার দেখানো হয়েছে যার উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে।

মনে করি H = অয়্যারের ক্রেস্টের উপর পানির উচ্চতা

L = অয়্যারের দৈর্ঘ্য

C_d = নির্গমন সহগ

চিত্রে প্রদর্শিতভাবে পানির উপরিতল হতে h গভীরতায় dh পুরুত্বের পানি একটি আনুভূমিক খণ্ডের কথা চিন্তা করি।

এখন এ খণ্ডটির ক্ষেত্রফল = $L.dh$

খণ্ডটির মধ্যে দিয়ে পানির কাল্পনিক গতিবেগ $V = \sqrt{2gh}$

$\therefore$ খণ্ডটি দিয়ে নির্গমন $Q = C_d \times L.\ dh \times \sqrt{2gh}$.

উক্ত সূত্রটিকে O ও H লিমিটের মধ্যে ইন্টিগ্রেটিং করে অয়্যারের উপর দিয়ে মোট নির্গমন নির্ণয় করা যায়--

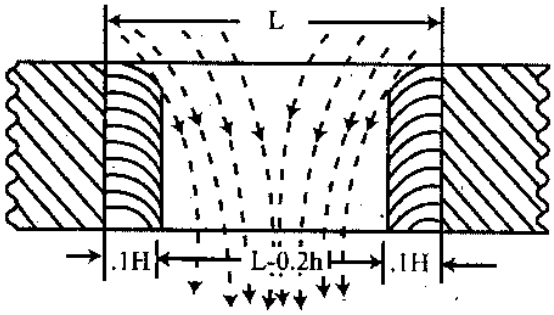
$$\therefore Q = \int_0^H C_d.L.dh\sqrt{2gh}$$

$$= C_d.L\sqrt{2g}\int_O^H h^{\frac{1}{2}}dh = C_d.L.\sqrt{2g}\left[\frac{h^{3/2}}{\frac{3}{2}}\right]_0^H$$

$$= \frac{2}{3}C_d\,L\sqrt{2g}\,[h^{3/2}]_0^H$$

$$= \frac{2}{3}C_d.L\sqrt{2g}\,.H^{3/2}$$

আয়তাকার অয়্যারের জন্য ফ্রান্সিসের সূত্র (Francis formula for ractangular weir's) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৩

অনেক গবেষনার পর ফ্রান্সিস নামক একজন বৈজ্ঞানিক আয়তাকার অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমন নির্ণয়ের জন্য একটি সূত্র বের করেন। তিনি দেখতে পান যে, অয়্যারের উপর দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় সীলের প্রান্তে তরল পদার্থের দৈর্ঘের কিছুটা সংকোচন ঘটে।

তরল পদার্থের স্রোতের প্রান্ত সংকোচন (end contraction), পার্শ্ব সংকোচন (side contraction) নামেও পরিচিত।

তিনি আরও লক্ষ্য করেন যে, উক্ত প্রান্ত সংকোচন (ক) চ্যানেলের কিনারা ও সীলের উপরিভাগের অবস্থা এবং (খ) তরল পদার্থের গতিবেগের উপর নির্ভরশীল। তবে প্রত্যেক প্রান্তে উক্ত প্রাপ্ত সংকোচনের একটি আনুমানিক মান হল অয়্যারের সিলের উপরে তরল পদার্থের উচ্চতার $\frac{1}{10}$। এভাবে যদি মাত্র দুটি প্রান্ত সংকোচন থাকে তা হলে অয়্যার কার্যকরী দৈর্ঘ্য হবে (L – 0.2H)।

আমরা জানি, অয়্যার দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ

$$Q = \frac{2}{3}C_d\,L.\sqrt{2g}\,H^{3/2}$$

কার্যকরী দৈর্ঘ্যের (L–0.2H) মাপটিকে নির্গমনের সূত্র বসায়ে পাই-

$$Q = \frac{2}{3}Cd.\sqrt{2g}\,L.H^{\frac{3}{2}}$$

যদি পার্শ্ব সংকোচনের সংখ্যা n হয় তা হলে অয়্যারের কার্যকরী দৈর্ঘ্য হবে (L - 0.1nH)

∴ কার্যকরী দৈর্ঘ্যের উক্ত মানটিতে নির্গমনের সূত্র বসায়ে

$$Q = \frac{2}{3}C_d\sqrt{2g}\,(L - 0.1nH)H^{3/2}$$

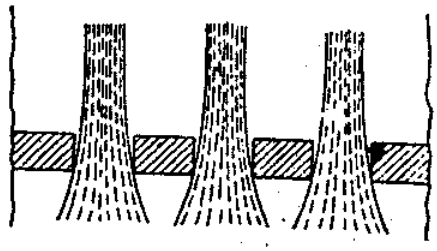
এবার C_d এবং g এর মান বসিয়ে পাই–

$Q = 1.84\ (L - 0.1nH) \times H^{3/2}$ যখন $C_d = 0.62$ এবং $g = 9.81\ m/Sec^2$

যে সকল ক্ষেত্রে অয়্যার ও চ্যানেলের দৈর্ঘ্য একই রকম সেখানে পার্শ্ব সংকোচন থাকে না অর্থাৎ n = o।

এক্ষেত্রে $Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}\ .\ LH^{3/2}$ এবং $C_d = 0.62$ ধরলে

$$g = 9.81\ m/Sec^2,$$
$$Q = 1.84\ LH^{3/2}$$



চিত্র ঃ ১২.৪

১২.৪ আয়তাকার অয়্যারের জন্য বেজিনের সূত্র (Bazin's formula for rectangular weir)ঃ

আয়তাকার অয়্যারের উপর দিয়ে পার্শ্ব সংকোচন ছাড়াই নির্গমন নির্ণয়ের আর একটি সূত্র বের করেন বেনজিন। তার নাম অনুসারে ওটা বেনজিনের সূত্র নামে পরিচিত। গবেষণার মাধ্যমে তিনি দেখতে পান যে, কোইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ অয়্যার সীলের উপর দিয়ে পানির উচ্চতার সাথে সম্পর্কযুক্ত। নির্গমনের জন্য বেজিনের সূত্র-

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}\ .L.H^{3/2}$$
$$= m\sqrt{2g}\ .LH^{3/2}$$

এখানে $m = \frac{2}{3} C_d$.

বেজিন দেখতে পান যে, m সহগটির মান H এর মানের সাথে পরিবর্তিত হয়। m এর মান নিম্নোক্ত সম্পর্ক হতে পাওয়া যায়-

$m = 0.405 + \frac{0.003}{H}$ | H = পানির উচ্চতা

ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ (Velocity of approach) ঃ

যে চ্যানেল দিয়ে পানি অয়্যারের দিকে অগ্রসর হয় ঐ চ্যানেলের ক্ষেত্রফল অয়্যারের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বেশি হলে পানি অয়্যারের নিকটে আসা মাত্র উহাতে একটি ভেলোসিটি বা গতি বেগের সৃষ্টি হয়। এ ভেলোসিটিই, ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ নামে পরিচিত এবং সম্পূর্ণ অয়্যারের উপর একই রকম বলে ধরা হয়।

মনে করি A = অয়্যারের পিছনের চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

V = ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ

Q = অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমন

$\therefore$ ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ, $V = \frac{Q}{A}$

ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচের কারণে অতিরিক্ত হেড

$H_a = \frac{V^2}{2g}$

অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমনের জন্য ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ বিবেচনা করলে সেক্ষেত্রে অতিরিক্ত হেডও বিবেচনা করা উচিৎ।

মনে করি, H = অয়্যারের ক্রেস্টের উপর পানির উচ্চতা,

H_a = ভেলোসিটি অব এ্যাপ্রোচের কারণে পানির হেড

∴ অয়্যারের উপর পানির মোট হেড বা উচ্চতা, $H_1 = H + H_a$

এ ক্ষেত্রে আয়তাকার অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমনের জন্য ইন্টিগ্রেশন লিমি হবে H_a ও H_1।

অতএব অয়্যারটি উপর দিয়ে ভেলোসিটি অব এ্যাপ্রোচ সহকারে নির্গমন

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}\, L \int_{Ha}^{H+Ha} h^{\frac{1}{2}}\, dh.$$

$$Q = \frac{2}{3} C_d\, L \sqrt{2g}\, [(H + Ha)^{3/2} - Ha^{3/2})]$$

ফ্রানসিজ এর সূত্র অনুযায়ী আয়তাকার অয়্যারে নির্গমনে "ভেলোসিটি অব এ্যাপ্রোচ"

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}\, \{L - 0.1n\,(H + Ha)\}\, [(H + Ha)^{3/2} - Ha^{3/2}]$$

বেজিনের সূত্র অনুযায়ী নির্গমনে ভেলোসিটি অব এ্যাপ্রোচ

$$Q = m\, L \sqrt{2g} \times H_1^{3/2}$$

$$Q = mL \sqrt{2g}\, [H + 1.6 \frac{Va}{2g}]^{3/2}$$

$$H_1 = H + K\frac{V^2}{2g}$$

$$= H + 1.6\frac{V^2}{2g}$$

K = 1.6 (Constant)

$$m = 0.405 + \frac{.003}{H + 1.6Ha}$$

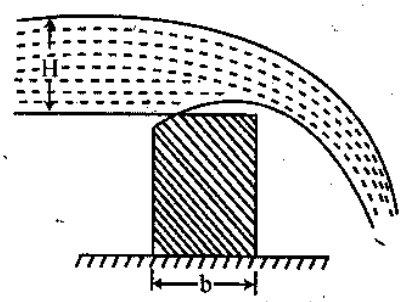
সংকীর্ণ ক্রেস্টেড অব অয়্যার (Narrow crested weir) ঃ

অয়্যার এর ক্রেস্টের পুরুত্ব (width) অনুযায়ী একে দুভাবে ভাগ করা যায়ঃ

(ক) সংকীর্ন ক্রেস্ট অয়্যার (Narrow-crested weir)

(খ) প্রসস্থ ক্রেস্ট অয়্যার (Broad crested weir)

যখন অয়্যারের প্রস্থ b-এর মান 0.5H এর কম হয় তখন উক্ত অয়্যারকে সংকীর্ণ ক্রেস্ট অয়্যার বলে। H হল ক্রেস্ট এর উপরের উচ্চতা।



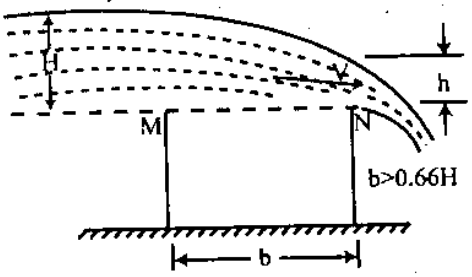
চিত্র ঃ ১২.৫

চিত্রে একটি সংকীর্ণ ক্রিস্ট অয়্যার দেখানো হল। এখানে অয়্যারের উপর দিয়ে পানি প্রবাহের সময় নেইপ, (nape) ডাউন সাইড ক্রেস্টে স্পর্শ করে নাই।

∴ সংকীর্ন ক্রেস্ট অয়্যারের সূত্র $Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g}\, L\, H^{3/2}$

এটা আয়তাকার অয়্যারের সমান।

প্রসস্থ ক্রেস্ট অয়্যার (Broad crested weir) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৬

চিত্রে একটি ব্রড ক্রেস্টের অয়্যার দেখানো হয়েছে।

এর-পুরুত্ব (width) 0.66H এর চেয়ে বড়

মনে করি, M হল অয়্যারের উপরের প্রান্ত এবং N নিম্নের প্রান্ত

H = M প্রান্তে পানির উচ্চতা

h = N প্রান্তে পানির উচ্চতা,

V = অয়্যারের নিম্ন প্রান্তে অর্থাৎ N-তে পানির গতিবেগ

C_d = কো-ইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ

L = অয়্যারের দৈর্ঘ্য

বার্নোলীর সূত্র M & N বিন্দুতে প্রয়োগ করে পাই:

$$O + O + H = O + \frac{V^2}{2g} + h$$

$$\therefore \frac{V^2}{2g} = H - h$$

অথবা $V = \sqrt{2g(H-h)}$ - - - - - - - - - (1)

∴ অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমন = C_d x প্রবাহের ক্ষেত্রফল x গতিবেগ

$$= C_d \times L \times h \times v$$

$$= C_d \times L \times h \times \sqrt{2g(H-h)}$$

$$= C_d \times L \sqrt{2g} \times \sqrt{Hh^2 - h^3} \text{ - - - - (2)}$$

উক্ত সূত্র হতে দেখা যায় যে যখন $(Hh^2 - h^3)$-এর মান সর্বোচ্চ তখন নির্গমনের পরিমাণ হবে সর্বোচ্চ। অতএব, $(Hh^2 - h^3)$ ডিফারেনসিয়েট করি এবং মান O।

$$\frac{dQ}{dh}(Hh^2 - h^3) = 0$$

$$2Hh^2 - 3h^2) = 0$$

$$2H - 3h = 0$$

$$h = \frac{2}{3}H$$

সমীকরণ 2 এ h-এর মান বসায়ে পাই।

$$Q_{max} = C_d . L \sqrt{2g} \sqrt{H\left(\frac{2}{3}H\right)^2 - \left(\frac{2}{3}H\right)^3}$$

$$= C_d . L . \sqrt{2g} \frac{2}{3\sqrt{3}} H^{3/2}$$

$$= \frac{2}{3\sqrt{3}} C_d \sqrt{2g} . L . H^{3/2}$$

$$= \frac{2}{3\sqrt{3}} \times \sqrt{2 \times 9.81}\ C_d . L . H^{3/2}$$

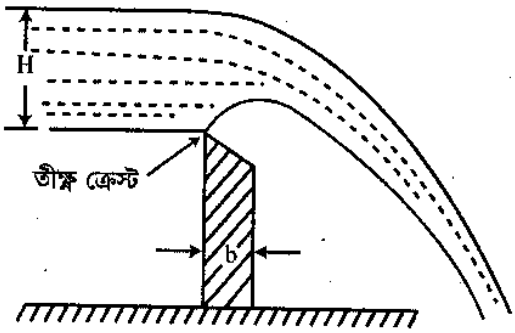
$$= 1.71\ Cd\ L\ H^{3/2}$$

তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অয়্যার (Sharp Crested wier) ঃ এটা বিশেষ ধরনের এক প্রকার অয়্যার

এ জাতীয় অয়্যারের ক্ষেত্রে $b < \frac{H}{2}$

যেখানে, b = অয়্যারের পুরুত্ব

H = ক্রেস্টের উপরে পানির উচ্চতা



চিত্র ঃ ১২.৭

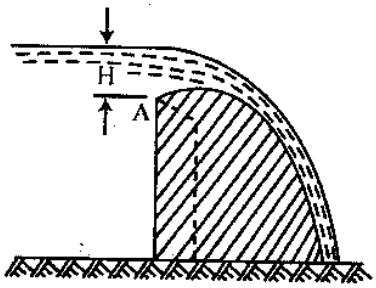
তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অয়্যারের নির্গমন সূত্র আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন সূত্রের অনুরূপ

অর্থাৎ, $Q = \frac{2}{3} C_d L \sqrt{2g} \times H^{3/2}$

যেখানে, C_d = নির্গমন সহগ

L = তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অয়্যারের দৈর্ঘ্য

অগি অয়্যার (Ogee wier) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৮

ইহা বিশেষ ধরনের অয়্যার সাধারণতঃ বাঁধের স্পিল ওয়ে হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

এ জাতীয় অয়্যারের ব্যাস A বিন্দু হতে কিছুটা উপরের উঠে এবং 0.115 H উচ্চতায় উঠার পর অধিবৃত্তাকারে তলদেশে অবনমিত হয় (চিত্র অনুযায়ী)।

এ জাতীয় অয়্যারের নির্গমন সূত্র আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন সূত্রের অনুরূপ। অর্থাৎ

$$Q = 2/3\, C_d L \sqrt{2g}\, H^{3/2}$$

সেখানে, C_d = নির্গমন সহগ

L = অগি অয়্যারের দৈর্ঘ্য।

১২.৫ ফ্রান্সিস ও বেজিন এর সূত্র ব্যবহার করে আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন নির্ণয় (Use of Francis and Basin's formula for calculating the discharge through rectangular wair) ঃ

উদাহরণ-১২.১। একটি আয়তাকার অয়্যার 4.5 মিঃ লম্বা এবং পানির হেড 30 সেঃমিঃ যদি নির্গমন সহগ 0.6 হয় তবে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৫]

সমাধানঃ দেয়া আছে-

অয়্যারের দৈর্ঘ্য L = 4.5 মিঃ

পানির উচ্চতা H = 30 সেঃমিঃ

= 0.3 মিঃ

নির্গমন সহগ = 0.6

ধরি, নির্গমন = Q

আমরা জানি $Q = \frac{2}{3} C_d . L . \sqrt{2g} \times H^{3/2}$ m³/sec

$= \frac{2}{3} \times 0.6 \times 4.5 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.3^{3/2}$ m³/sec

= 1.31 ঘঃ মিঃ/সেঃ = 1310 লিটার/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-১২.২। 8 মিঃ লম্বা একটি আয়তাকার অয়্যারের মধ্য দিয়ে 9 ঘন মিটার/সেঃ পানি প্রবাহিত হতেছে যদি আপস্টিম সাইডে পানির গভীরতা 2 মিটার, প্রান্ত কন্ট্রাকশন অগ্রাহ্য করে অয়্যারের উচ্চতা নির্ণয় কর। নির্গমন সহগ = 0.62 ।

সমাধানঃ দেয়া আছে,

অয়্যারের দৈর্ঘ্য L = 8 মিটার

নির্গমন Q = 9 ঘন মিটার

আপস্টিমের উচ্চতা = 2 মিটার

নির্গমন সহগ = 0.62

মনে করি, H = অয়্যারের সিল এর উপরের উচ্চতা

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} C_d . L \sqrt{2g} \times H^{3/2}$$

$$9 = \frac{2}{3} \times 0.62 \times 8 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times H^{3/2} = 14.645\, H^{3/2}$$

$$H^{3/2} = \frac{9}{14.645} = 0.615$$

$$H = 0.723m$$

অতএব, অয়্যারের উচ্চতা = 2.0-0.723 = 1.277 মিঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১২.৩। একটি হাইড্রইলেকট্রিক প্লান্টের ক্যাচমেন্ট এরিয়ার দৈনিক রেকর্ডে 0.2 মিলিয়ন ঘন মিটার বৃষ্টি হয়। 80% বৃষ্টির পানি রিজার্ভারে পৌছে এবং বাকীগুলি আয়তাকার অয়্যারে দিয়ে পাস (passes) করে। যদি ক্রেস্টে উপরে 1 মিটারের অধিক না হয় তবে, অয়্যারের দৈর্ঘ্য কত? নির্গমন সহগ সুবিধাজনকভাবে ধরতে হবে।

সমাধান: দেয়া আছে-

বৃষ্টি পড়ে = 0.2×10^6 ঘন মিটার প্রতি দিন

রিজার্ভারের নির্গমন Q= 80% বৃষ্টির পানি

$$= 0.8 \times 0.2 \times 10^6 = 0.16 \times 10^6 \text{ ঘন মিঃ/দিন}$$

$$= \frac{0.16 \times 10^6}{24 \times 60 \times 60} = 1.85 \text{ মিঃ}^3\text{/সেঃ}$$

পানির উচ্চতা H = 1 মিটার

মনে করি L = অয়্যারের দৈর্ঘ্য

নির্গমন সহগ = 0.6

আমরা জানি,

$$Q = \frac{2}{3} . C_d.L\sqrt{2g} \times H^{3/2}$$

$$1.85 = \frac{2}{3} \times 0.6 \times L\sqrt{2 \times 9.81} \times 1^{\frac{3}{2}} = 1.77L$$

$$1.77L = 1.85$$

$$L = \frac{1.85}{1.77} = 1.045 \text{ মিটার (উত্তর)।}$$

উদাহরণ–১২.৪। একটি রিজার্ভারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 25 বঃ কিঃ মিটার। সর্বোচ্চ 2.5 সেঃমিঃ ঘন্টা বৃষ্টিপাত হয়। যদি 40% অয়্যার দিয়ে প্রবাহ হয়। ফ্রান্সিসের সূত্র ব্যবহার করে অয়্যারের দৈর্ঘ্য বের কর। পানির উচ্চতা 80 সেঃ মিঃ। [বাকাশিবো-১১]

সমাধান: দেয়া আছে,

ক্যাচমেন্ট এরিয়া = 25 বঃ কিঃ মিঃ = 25×10^6 বঃ মিঃ

সর্বোচ্চ প্রতি ঘন্টায় বৃষ্টি পড়ে = 2.5 সেঃ মিঃ = 0.025 মিঃ

∴ মোট বৃষ্টি = এরিয়া x বৃষ্টিপাত

$= 25 \times 10^6 \times 0.025$

$= 625 \times 10^3$ ঘন মিঃ

যেহেতু মোট বৃষ্টিপাতের 40% অয়্যারে দিয়ে নির্গমন হয় যা অয়্যারের নির্গমনের সমান

অয়্যার দিয়ে নির্গমন হয় $Q = 625 \times 10^3 \times 0.40 = 250 \times 10^3$ ঘঃ মিঃ/ঘন্টা।

$= 69.4 m^3/sec$

প্রান্ত কন্ট্রাকশন = 2

পানির উচ্চতা H = 80 সেঃমিঃ

=0.8 মিঃ

L = অয়্যারের দৈর্ঘ্য

আমরা জানি,

ফ্রান্সিসের সূত্রানুযায়ী,

$$Q = 1.84(L - 0.1nH)\, H^{3/2}$$

$$= 1.84(L - 0.1 \times 2 \times .8).8^{3/2}$$

$$= 1.32\,(L - 0.6)$$

$$\therefore (L - 0.16) = \frac{69.4}{1.32}$$

$$= 52.58 \text{ মিঃ}$$

$$L = 52.58 + 0.16 = 52.74 \text{ মিঃ (উত্তর)।}$$

অয়্যারের মধ্য দিয়ে তরলের প্রবাহ নীতি

উদাহরণ–১২.৫। একটি আয়তাকার অয়্যারের 1.5 মিটার লম্বা উচ্চতা 400 মিঃমিঃ বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমন বের কর।

[বাকাশিবো-০৬(পরি)]

সমাধানঃ

দেওয়া আছে পানির দৈর্ঘ্য, L = 1.5 মিঃ

পানির উচ্চতা, H = 400 মিঃমিঃ = 0.4 মিঃ

মনে করি,

নির্গমন = Q

বেজিনের সূত্র অনুসারে

$$m = 0.405 + \frac{.003}{H} = 0.405 + \frac{0.003}{0.4}$$

$$= 0.4125$$

$$Q = mL\sqrt{2g} \times H^{3/2}$$

$$= 0.4125 \times 1.5\sqrt{2 \times 9.81} \times 0.4^{3/2}$$ ঘন মিঃ/সেঃ

= 0.693 ঘন মিঃ/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১২.৬। একটি অয়্যার 36 মিঃ লম্বা, একে 12টি সমান বে (bays)-এর ভাগ করা হয় এর ভার্টিক্যাল প্রতিটি পোস্ট 60 সেঃমিঃ প্রস্থ যদি ক্রিস্টের উপর 1.2 মিটার হয় এবং ভেলোসিটি এ্যাপ্রোচ 2 মিঃ/সেঃ তা হলে অয়্যার দিয়ে নির্গমন বের কর।

[বাকাশিবো-০৫(পরি)]

সমাধানঃ দেয়া আছে,

অয়্যারের দৈর্ঘ্য = 36 মিঃ

বে-এর সংখ্যা = 12

প্রতিটি পোস্টের প্রসস্থতা = 60 সেঃমিঃ = 0.6 মিঃ

efficetive length (কার্যকরী দৈর্ঘ্য) L = (36 – 11 x 0.6) = 29.4 মিঃ

পানির উচ্চতা H = 1.2 মিটার

প্রান্ত কন্ট্রাকশনের সংখ্যা, n = 2 x 12 = 24

ভেলোসিটি এ্যাপোচ = 2 মিঃ/সেঃ

আমরা জানি, ভেলোসিটি অ্যাপ্রোচ অনুযায়ী উচ্চতা–

$$H_a = \frac{V^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \times 9.81} = 0.204$$ মিঃ

∴ মোট হেড $H_1 = H + H_a = 1.2 + 0.204 = 1.404$ মিঃ

আমরা জানি,

$$Q = 1.84\,(L - 0.1nH_1) \times (H_1^{3/2} - H_a^{3/2})$$

$$= 1.84\,(29.4 - 0.1 \times 24 \times 1.404)\,[1.404^{3/2} - 0.204^{3/2}]$$

= 75.28 ঘনমিঃ/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১২.৭। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $5 \times 10^6 m^2$ । প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 10cm, যার মাত্র 50 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিস-এর সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে?

[বাকাশিবো-২০১৩]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

বৃষ্টিপাতের পরিমাণ

$v = 5 \times 10^6 \times 0.10$

$= 500 \times 10\ m^3$

$Q = \frac{v}{t}$

$= \frac{500 \times 10^3}{24 \times 60 \times 60}$

$= 5.78\ m^3/s$

কিন্তু উইয়ার দিয়ে যায়,

$Q = 0.50 \times 5.78$

$= 2.89\ m^3/sec$

$H = 1m$

$L = ?$

$n = 2$

আমরা জানি,

$Q = 1.84\ (L - 0.1nH)H^{1.5}$

$2.89 = 1.84\ (L - 0.1 \times 2 \times 1) \times 1^{1.5}$

$L - 0.1 \times 2 \times 1 = 1.57$

$L = 1.77\ m$ (উত্তর)

উদাহরণ–১২.৮। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 4 মিলিয়ন বর্গমিটার। ঐ এলাকায় বার্ষিক বৃষ্টিপাত 1650 সে.মি. যার মাত্র 60% আয়তাকার অয়্যারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 90 সে.মি.। ফ্রান্সিস-এর সূত্র ব্যবহার করে অয়্যারের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। CD=0.62।

[বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

$v = 4 \times 10^6 \times 16.5$

$= 66 \times 10^6$

$Q = \frac{v}{t} = \frac{66 \times 10^6}{24 \times 60 \times 60}$

$= 763.88\ m^3/sec$

কিন্তু উইয়ার দিয়ে যায়

$Q = 0.6 \times 763.888$

$= 458.3\ m^3/s$

$H = 0.9m$

$n = 2$

$L = ?$

দেয়া আছে—

$Q = 1.84\ (L–0.1nH)\ H^{1.5}$

$458.3 = 1.84\ (L–0.1 \times 2 \times .9) \times (.9)^{1.5}$

$L = 291.9m$ (Ans.)

উদাহরণ-১২.৯। কোন এলাকায় প্রতিদিন বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 300 মিলিয়ন লিটার যাহার 30% মাটি শোষণ করে এবং বাকি অংশ জলাধারে জমা হয়, যাহা উইয়ার দ্বারা প্রবাহিত হয়। যদি উইয়ারের উপর পানির গভীরতা 50cm এর বেশি না হয় এবং নির্গমন সহগ 0.06 হয়, তবে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে।

[বাকাশিবো-০৪]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

$Q = 300ML/day \times 70\%$

$= 300 \times 10^6 \frac{L}{24} \times 60 \times 60 \times 70\%$

$= 2430.56\ l/s$

$Q = 2.43\ m^3/s$

$H = 0.50m$

$C_d = 0.60$

$L = ?$

আমরা জানি,

$Q = \frac{2}{3}\ C_d\ L\sqrt{2g}\ H^{\frac{3}{2}}$

$\Rightarrow 2.43 = \frac{2}{3} \times .60 \times L \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (.5)^{1.5}$

$\therefore L = 3.87m$ **(Ans)**

অয়্যারের মধ্য দিয়ে তরলের প্রবাহ নীতি

উদাহরণ-১২.১০। 1.5 লম্বা একটি আয়তাকার উইয়ারের উচ্চতা 40cm। নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৫]

সমাধান: আমরা জানি,

$Q = \frac{2}{3} C_d L\sqrt{2g}\ H^{1.5}$

$= \frac{2}{3} \times 0.62 \times 1.5 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.4)^{1.5}$

$= 0.69\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$L = 1.5m$
$H = 0.40m$
$C_d = 0.62$ (let)
$Q = ?$

উদাহরণ-১২.১১। একটি আয়তাকার উইয়ার 3m লম্বা, উচ্চতা 300mm। বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমন নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = m\sqrt{2g}\ LH^{1.5}$

$= 0.415 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 3 \times (0.3)^{1.5}$

$= 0.905\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$L = 3m$
$H = 0.3m$
$m = 0.405 + \frac{0.003}{0.3}$
$= 0.415$
$Q = ?$

উদাহরণ-১২.১২। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $4 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 6cm যার 50% আয়তকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। পানির হেড 1.1m ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের দৈর্ঘ্য বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = 1.84\ (L - 0.1nH)\ H^{1.5}$

$\Rightarrow 1.39 = 1.84\ (L - 0.1 \times 2 \times 1.1)\ (1.1)^{1.5}$

$\Rightarrow L - 0.22 = 0.655$

$\Rightarrow L = 0.875m$

দেওয়া আছে,
বৃষ্টিপাতের পরিমাণ
$V = 4 \times 10^6 \times .06$
$= 240 \times 10^3 m^3$
$Q\ v/t = \frac{240 \times 10^3}{24 \times 60 \times 60}\ m^3/s = 2.78\ m^3/s$
But উইয়ার দিয়ে যায়
$Q = 2.78 \times .50$
$= 1.39 m^3/s$
$H = 1.1m$
$L = ?$
$n = 2$

উদাহরণ-১২.১৩। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $12 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 5 cm। যার 60% আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। যদি পানির হেড 1.5m হয় তবে ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ার এর দৈর্ঘ্য বের কর।

[বাকাশিবো-১১, ১৪(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = 1.84\ (L - .1nH)\ H^{1.5}$

$\Rightarrow 4.16 = 1.84\ (L - 0.1 \times 2 \times 1.5)\ (1.5)^{1.5}$

$\Rightarrow L - 0.3 = 1.23$

$\therefore L = 1.53m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$V = 12 \times 10^6 \times .05$
$= 600 \times 10^3 m^3$
$Q = \frac{v}{t} = \frac{600 \times 10^3}{24 \times 60 \times 60}$
$= 6.94\ m^3/s$
কিন্তু উইয়ার দিয়ে যায়
$Q = .60 \times 6.94$
$= 4.16 m^3/s$
$H = 1.5m$
$n = 2$
$L = ?$

উদাহরণ-১২.১৪। একটি আয়তাকার 20cm দীর্ঘ সীল আছে। সীল এর উপরে পানির উচ্চতা 0.3m এবং নির্গমন সহগ Cd = 0.60 হলে অয়্যারের নির্গমন বের কর। [বাকাশিবো-০৮]

সমাধান: আমরা জানি,

$Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\, H^{1.5}$

$= \frac{2}{3} \times 0.60 \times 0.20 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.3)^{1.5}$

$= 0.058 m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$b = 0.20m$
$H = 0.3m$
$C_d = 0.60$
$Q = ?$

উদাহরণ-১২.১৫। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $4 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 50mm যার মাত্রা 50% আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m এ সীমাবদ্ধতা রাখতে হলে ফ্রান্সিস এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে? Cd = 0.62 [বাকাশিবো-১০(পরি)]

সমাধান: আমরা জানি,

$Q = 1.84 (L - 1nH)H^{1.5}$

$\Rightarrow 1.15 = 1.84 (L - 0.1 \times 2 \times 1)\, 1^{1.5}$

$\Rightarrow L - 0.2 = 0.625$

$\therefore L = 0.825m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$L = ?$
$C_d = 0.62$
$H = 1m$
$V = 4 \times 10^6 m^2 \times 0.05m$
$= 200 \times 10^3 m^3$
$Q = \frac{L}{t} = \frac{200 \times 10^3}{24 \times 60 \times 60}$
$= 2.3/m^3/s$
But উইয়ারে প্রবাহিত $Q = Q \times 0.50$
$= 1.15\ m^3/s$

উদাহরণ-১২.১৬। একটি আয়তাকার উইয়ার এর দৈর্ঘ্য 5m, উচ্চতা 0.72m, m = 0.42 বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৩(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = mL\sqrt{2g}\ H^{1.5}$

$= .42 \times 5 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times (0.72)^{1.5}$

$= 5.68\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$L = 5m$
$H = 0.72m$
$m = 0.42$
$Q = ?$

উদাহরণ-১২.১৭। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $15km^2$। এলাকার প্রতি ঘন্টায় সর্বোচ্চ বৃষ্টিপাত 2.45cm যার 50% পানি প্রবাহিত হয়। পানির হেড 75cm অতিক্রম করবে না, ফ্রান্সিস এর সাহায্য এরূপ একটি উইয়ারের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = 1.84 (L - 0.1nH)H^{1.5}$

$\Rightarrow 51.04 = 1.84 (L - 0.1 \times 2 \times 0.75)\, (0.75)^{1.5}$

$\Rightarrow (L - 0.15) = 42.70$

$\Rightarrow L = 42.85m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,
$A = 15km^2$
$= 15 \times 10^6 m^2$
$Q = \frac{V}{t}$
$= \frac{15 \times 10^6 \times 0.0245}{0.60 \times 60}$
$= 102.08 m^3/s$
50% প্রবাহিত হয়–
$Q = 102.08 \times 0.50 = 51.04\ m^3/s$
$H = 0.75m$

অয়্যারের মধ্য দিয়ে জলের প্রবাহ নীতি

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **অয়্যার এর ক্রেস্ট এবং ভেইন কী?**
অথবা, উইয়ার এর সীল বা ক্রেস্ট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১০]

উত্তর ঃ উইয়ারের তলদেশকে অর্থাৎ যার উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় তাকে (Sill) বা ক্রেস্ট (Crest) বলে। এবং উইয়ার দিয়ে প্রবাহিত তরলের ধারাকে ন্যাপ বা ভেইন বলে।

২। **নচ এবং উইয়ারের মূল পার্থক্য কী?**

উত্তর ঃ নচ ও অয়্যারের মধ্যে একমাত্র পার্থক্য হল, নচ আকারে ছোট কিন্তু উইয়ার আকারে বড়। তাছাড়া নচ সাধারণতঃ একটি পাত্রের মধ্যে তৈরি কিন্তু উইয়ার সাধারণতঃ ইট বা কংক্রিটের তৈরি নদী বা খালে আড়াআড়িভাবে নির্মিত ডুবন্ত বাধ বিশেষ।

৩। **উইয়ার এবং বাধের মধ্যে পার্থক্য কী?**

উত্তর ঃ উইয়ার এবং বাঁধের পার্থক্য ঃ
(i) বাঁধ আকারে বড় এবং উইয়ার আকারে ছোট
(ii) বাঁধের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় না। পক্ষান্তরে উইয়ায়ের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয়।
(iii) বৃষ্টিপাতের আধিক্যের ফলে যখন কোন বাঁধের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত হয়, তখন ঐ বাঁধ উইয়ারে পরিণত হয়।

৪। **আয়তাকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্র লিখ।** [বাকাশিবো-১০]
অথবা, একটি আয়তকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।
অথবা, আয়তকার অয়্যারের বেজিনের নির্গমনের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-১৪(পরি)]

উত্তর ঃ নির্গমনের সূত্র, $Q = \frac{2}{3} C_d L \sqrt{2g} H^{3/2}$

৫। **প্রান্ত সংকোচন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল।**

উত্তর ঃ প্রান্ত সংকোচন নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভরশীল।
(i) চ্যানেলের কিনারা ও নীলের উপরিভাগের অবস্থা
(ii) তরল পদার্থের গতিবেগ।

৬। **ভেলোসিটি অব এপ্রোচ কাকে বলে?** [বাকাশিবো-১৩]
অথবা, ভেলেসিটি অব অ্যাপ্রোচ কী? [বাকাশিবো-০৬, ১৫(পরি)]
অথবা, বেগ অভিগমন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১৩]

উত্তর ঃ যে চ্যানেল দিয়ে পানি অয়্যায়ের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বেশি হলে পানি অয়্যায়ের নিকটে আসা মাত্র উহাতে একটি গতি বা ভেলোসিটির সৃষ্টি হয়। এই ভেলোসিটিই, ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ নামে পরিচিত।

৭। **উইয়ার কোথায় তৈরি করা হয়?**

উত্তর ঃ পানি সেচ বা এরূপ কোন কাজের সুবিধার্থে নদী, খাল বা নালার পানির লেভেল নির্দিষ্ট উচ্চতা পর্যন্ত বাচানোর জন্য উজানের দিকে আড়াআড়ি ইট বা কংক্রিটের বাধ দিয়ে উইয়ার তৈরি করা হয়।

৮। **আয়তাকার উইয়ার এর জন্য ফান্সিস এর সূত্র লিখ।** [বাকাশিবো-০৫]

উত্তর ঃ আয়তাকার উইয়ারের নির্গমনের জন্য ফান্সিস সূত্র
$Q = 1.84 (1 - 0.1nH) \times H^{3/2}$ এখানে,
n = নাম্বার অব বে
H = পানির উচ্চতা

৯। **ফ্রান্সিসের সূত্রে প্রাপ্ত সংকোচন এর মান সাধারণত কত ধরা হয়?** [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

উত্তর ঃ ফান্সিসের সূত্রে প্রাপ্ত সংকোচন এর মান = $^{1/10}H$

১০। **সিপোলিটি উইয়ার কী?** [বাকাশিবো-১২]

উত্তর ঃ এটি একটি ট্রাপিজয়ডাল উইয়ার যার পার্শ্ব ঢাল 1 আনুভূমিক এবং ভার্টিক্যাল 1.4।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **চিত্রসহ অয়্যার এর সংজ্ঞা লিখ।**

উত্তর ঃ পানির সেচ বা এরূপ কোন কাজের সুবিধার্থে নদী, খাল বা নালার পানির লেভেল নির্দিষ্ট উচ্চতা পর্যন্ত বাঁচানোর জন্য উজানের দিকে আড়াআড়ি ইট বা কংক্রিটের (Concrete) যে বাঁধ দেওয়া হয় তাহাকে অয়্যার (Weir) বলে।

২। **বিভিন্ন প্রকার অয়্যারের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ **অয়্যারের প্রকারভেদ** (Types of weir) ঃ

১। **আকৃতি অনুযায়ী** (According to Shape) ঃ
(ক) আয়তাকার অয়্যার (Rectangular weir)
(খ) সিপোলিট অয়্যার (Cippoletti weir)

২। **নির্গমনের প্রকৃতি অনুযায়ী** (According to the nature of discharge) ঃ
(ক) মুক্ত নির্গমন অয়্যার (Free discharge weir)
(খ) নিমজ্জিত অয়্যার (Submerged or drowned weir)

৩। **ক্রেস্টের প্রস্থ অনুযায়ী** (According to the width of crest) ঃ
(ক) সংকীর্ণ ক্রেস্টের অয়্যার (Narrow crested weir)
(খ) প্রশস্ত ক্রেস্টের অয়্যার (Broad crested weir)

৪। **ক্রেস্টের প্রকৃতি অনুযায়ী** (According nature of crest) ঃ
(ক) তীক্ষ্ণ ক্রেস্টের অয়্যার (Sharp - crested weir)
(খ) ওগি অয়্যার (Ogee weir)।

৫। **প্রান্তের সংকোচন অনুসারে** (According to end contraction) ঃ
(ক) সংনমিত অয়্যার (Suppressed weir)
(খ) সংকুচিত প্রান্তবিশিষ্ট অয়্যার (Weir with end contractions)

৩। **নচ এবং অয়্যারের মধ্যে পার্থক্যগুলি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১১, ১১(পরি), ১২(পরি), ১৩, ১৫(পরি)]
অথবা, নচ ও অয়্যার এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]

উত্তর ঃ নচ ও অয়্যারের মধ্যে পার্থক্য (Difference between weir and notch) ঃ

নচ (notch)	অয়্যার (weir)
১। নচ পাত্র বা আধারের দেয়ালে তরল পদার্থ প্রবাহের পথ।	১। অয়্যার নদী বা খালের আড়াআড়ি ভাবে নির্মিত ওভার ফ্লো বাধ।
২। এটা ধাতব সীট বা প্লেটের তৈরি।	২। এটা ইট বা কংক্রিটের তৈরি।
৩। এটা আকারে ছোট।	৩। এটা আকারে বড়।
৪। নচ ব্যবহার হয় তরলের প্রবাহ নির্ণয়ের জন্য।	৪। অয়্যার ব্যবহার হয় নদী বা খালের প্রবাহ পরিমাপের জন্য।
৫। এর প্রান্ত তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট হয়।	৫। উহা প্রান্ত চওড়া হয়।

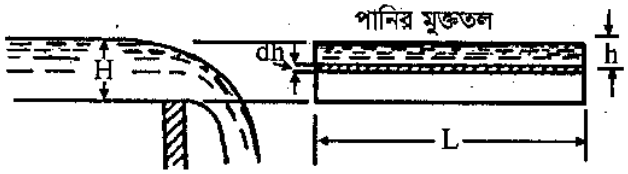
৪। **ভি-নচ এবং আয়তাকার নচের পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-০৫]

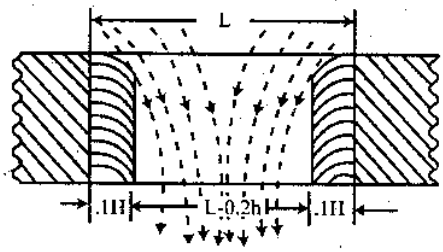
উত্তর ঃ ভি-নচ ও আয়তাকার অয়্যারের মধ্যে পার্থক্য (Difference between v-notch and rectangular weir) ঃ

ভি-নচ	আয়তাকার অয়্যার
১। ভি-নচ ত্রিভুজ বা ভি আকৃতি হয়ে থাকে।	১। এটা আয়তাকার হয়ে থাকে।
২। এতে শুধু পানির উচ্চতার মাপ নিলে চলে।	২। এতে পানির উচ্চতা ও দৈর্ঘ্যের মাপ নিতে হয়।
৩। সমকোণী নচের হিসাব খুব সহজ।	৩। এতে হিসাব একটু জটিল।
৪। এটা পাত্র বা জলাধারে ব্যবহার হয়।	৪। এটা নদী বা খালে ব্যবহার হয়।
৫। এতে অল্প নির্গমন সঠিক ভাবে মাপা যায়।	৫। এতে নির্গমন খুব বেশি কিন্তু মাপ সঠিক নহে।

৫। **আয়তাকার নচের প্রান্ত সংকোচন ও পার্শ্ব সংকোচন দেখায়ে চিত্র অংকন কর।**

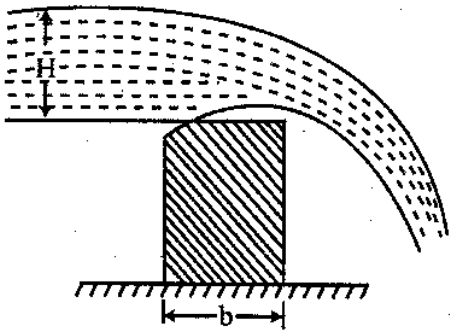
উত্তর: আয়তাকার নচের প্রান্ত সংকোচন ও পার্শ্ব সংকোচন দেখায়ে চিত্র অংকন কর।

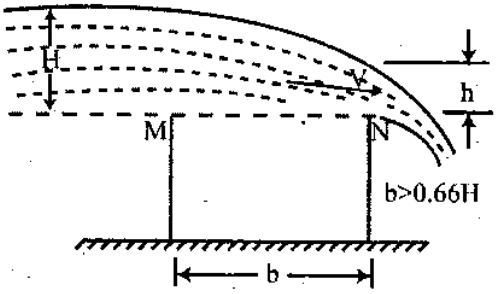




৬। **সংকীর্ণ ক্রেস্ট অয়্যার ও প্রশস্ত ক্রেস্ট অয়্যার এর চিত্র অংকন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।**

উত্তর:





৭। **একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 4×10^6 m^2 এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 50 mm, যার 70 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m-এ সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিস-এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে? ($C_d = 0.63$)** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর:

আমরা জানি,

$$Q = 1.84\,(L - 0.1\,nH)\,H^{1.5}$$

$$\Rightarrow 1.61 = 1.84\,(L - 0.1 \times 2 \times 1) \times 1^{1.5}$$

$$\Rightarrow L - 0.2 = 0.875$$

$$\therefore L = 1.075 \text{ m } \textbf{(Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

$L = ?$

$C_d = 0.63$

$H = 1\text{m}$

$V = 4 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m}$

$= 200 \times 10^3 \text{ m}^3$

$$q = \frac{L}{t} = \frac{200 \times 10^3}{24 \times 60 \times 60}$$

$= 2.3 \text{ m}^3/\text{s}$

But উইয়ারে প্রবাহিত,

$Q = q \times 0.70$

$= 2.3 \times 0.70$

$= 1.61\text{m}^3$

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **প্রমাণ কর যে আয়তাকার অয়্যার এর নির্গমন $Q = \frac{2}{3} C_d L \sqrt{2g}\, H^{3/2}$**

অথবা, একটি আয়তকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **চিত্রের সাহায্যে ফ্রান্সিসের সূত্র বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **আয়তকার অয়্যার এর নির্গমন নির্ণয়ের জন্য বেজিনের সূত্রটি বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ভেলোসিটি অফ অ্যাপ্রোচ কিভাবে নির্গমনে প্রভাব বিস্তার করে বুঝিয়ে লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অয়্যার ও অগি অয়্যার চিত্র অংকন করে বিবরণ দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি আয়তাকার অয়্যারের সীলের দৈর্ঘ 2 মিঃ লম্বা, সীলের উপরে 3 মিঃ উচ্চতা। যদি নির্গমন সহগ = 0.6 হলে নির্গমন পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 584 লিটার/সেঃ]

২। একটি রিজার্ভারে ক্যাচমেন্ট এরিয়া 12 বঃ কিলোমিটার। দৈনিক রেকর্ড করা হয়েছে যে 25 সেঃমিঃ বৃষ্টি হয়। যদি 70% রিজার্ভারের বৃষ্টি সংগ্রহ হয়। যদি সীরের উপর অয়্যারের উচ্চতা 50 সেঃমিঃ এবং নির্গমন সহগ 0.62 হলে অয়্যারের দৈর্ঘ্য বের কর। [উত্তরঃ 37.6 মিঃ]

৩। 30 মিঃ লম্বা একটি অয়্যারের পানির উচ্চতা 1 মিটার, কো-ইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ 0.61 হলে অয়্যারের উপর দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 54.05 ঘঃমিঃ/সেঃ]

৪। 10 মিটার লম্বা একটি অয়্যারের 30 সেঃমিঃ চওড়া খাচা পোস্টের সাহায্যে 4টি বেতে বিভক্ত, পানির হেড 1 মিটার হল নির্গমন নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 15.1 ঘঃ মিঃ/সেঃ]

৫। 100 মিটার লম্বা একটি অয়্যার 1.25 মিটার হেডে পানি নির্গত হচ্ছে, বেজিনের সূত্রের সাহায্যে অয়্যারটির উপর দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর। [উত্তরঃ 252 ঘঃমিঃ/সেঃ।

৬। 3 মিঃ দৈর্ঘ্য এবং 1 মিঃ উপরের পানির গভীরতা বিশিষ্ট একটি আয়তাকার অয়্যারের নির্গমন বের কর। (ক) বেজিনের সূত্রে (খ) ফ্রান্সিসের সূত্রে। [উত্তরঃ 499 লিটার/সেঃ, 0.494 ঘন মিঃ/সেঃ]

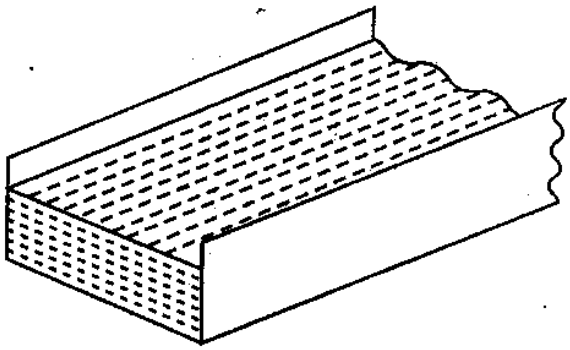
৭। পাঁচটি আয়তাকার অয়্যার পাশাপাশি বসায়ে নদীর প্রবাহ নির্ণয় করা হচ্ছে। যদি প্রতিটি অয়্যারের দৈর্ঘ্য 5 মিঃ এবং গভীরতা 1.5 মিঃ হয়। তবে এর প্রবাহ মাত্র ফ্রান্সিসের সূত্রানুসারে বের কর। এখানে (2/3)cd এর মানের পরিবর্তে বেজিনের মান ব্যবহৃত হবে। [উত্তরঃ 77.75 ঘনমিটার/সেঃ]

অধ্যায় ১৩

খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ
(Flow of Liquid Through Open Channel)

১৩.১ খোলা চ্যানেল ভিজা পরিসীমা এবং হাইড্রলিক রেডিয়াস (Define open channel wetted perimeter and hydraulic radius) ঃ

খোলা চ্যানেল (Open channel) ঃ এটি এমন একটি পথ যার মধ্যে দিয়ে পানি মধ্যাকর্ষণ বলের সাহায্যে পানি প্রবাহিত হবার সময় পানির উপরিতল বায়ুমণ্ডলের সংস্পর্শে থাকে। অর্থাৎ যে সকল নালার উপরের প্রান্ত মুক্ত বাতাসে খোলা থাকে বা নালার ভিতর প্রবাহিত পানি মুক্ততলের উপর বায়ু থাকে তাহাকে খোলা নালা বলে। এ চ্যানেলের উপরিভাগ আবৃত বা অনাবৃত থাকতে পারে। এর ভিতরে উপরি ভাগে কিছু অংশ পানিশূন্য থাকে। কোন পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হবার সময় যদি পাইপটি পানি দিয়ে সম্পূর্ণভাবে ভরে না যায় অর্থাৎ আংশিক খালি থাকে তা হলে ঐ পাইপটিকে ওপেন চ্যানেল হিসাবে বিবেচনা করা যেতে পারে। ওপেন চ্যানেল একই রকম প্রস্থচ্ছেদ (uniform cross section) অথবা বিভিন্ন রকম প্রস্থচ্ছেদ (Irregular cross section) বিশিষ্ট হতে পারে। পাইপ দিয়ে পানি চাপের কারণে প্রবাহিত হয় কিন্তু ওপেন চ্যানেল দিয়ে চাপের কারণে প্রবাহিত হয় না বরং চ্যানেলের তলদেশ ঢালু হওয়ার কারণে প্রবাহিত হয়। কাজেই ওপেন চ্যানেল তৈরি করার সময় এর তলদেশকে এমনভাবে ঢালু রাখতে হয় যাতে পানি প্রবাহিত হতে পারে।



চিত্র ঃ ১৩.১ খোলা নালা

পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে চ্যানেলে একই প্রস্থচ্ছেদের বিভিন্ন বিন্দুতে গতিবেগ বিভিন্ন রকমের এবং এর পার্শ্বের দিকে কম। কিন্তু চ্যানেল দিয়ে প্রবাহ সম্পর্কীয় সকল হিসাব প্রবাহের গড় গতিবেগের উপর বিবেচনা করে ধরা হয়।

ভিজা পরিসীমা (Wetted perimeter) ঃ কোন চ্যানেলে প্রস্থচ্ছেদের যে পরিমাণ পানির ভিতর ডুবন্ত অবস্থায় থাকে তার পরিসীমাকে ভিজা পরিসীমা বলে। এটাকে সাধারণতঃ P দিয়ে নির্দেশ করে।

পানির গড় গভীরতা (Hydraulic mean depth or Hydraulic radius) ঃ কোন নালা (Channel) প্রস্থচ্ছেদের যে পরিমাণ পানির মধ্যে ডুবে থাকে সে পরিমাণ প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফলকে ভিজা ক্ষেত্রফল বলে। একে A দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এ ভিজা ক্ষেত্রফল A এবং ভিজা পরিসীমা P এর অনুপাতকে পানির গড় গভীরতা বলে। একে চ্যাজির সূত্রে m এবং ম্যানিংস (Manning) এর সূত্রে R দিয়ে নির্দেশ করা হয়।

অর্থাৎ $m = A/P$ বা $R = \frac{A}{P}$

১৩.২ খোলা চ্যানেলের ভিতর বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ ক্রিটিক্যাল ডেপথ, হাইড্রলিক জাম্প (Different types of flow in open channel, critical depth specific energy. hydraulic jump) ঃ

প্রবাহমান তরল পদার্থের আপেক্ষিক শক্তি (Specific energy of flowing liquid) ঃ চ্যানেলের নিম্ন বিন্দু বরাবর ডেটাম ধরে প্রবাহ মান তরল পদার্থের প্রতি একক ওজনের শক্তিকে স্পেসিফিক এনার্জি বলে।

স্পেসিফিক এ্যানার্জি, $E = h + \frac{v_2}{2g}$

h = তরল পদার্থের প্রবাহের গভীরতা

v = তরল পদার্থের গতিবেগ

অতএব চ্যানেলের যে কোন সেকশনে আপেক্ষিক শক্তি, স্থিতি এবং গতিশক্তি (static and kinetic energy) এর বীজ গাণিতিক যোগফলকে বুঝায় এবং ইহা সাধারণতঃ E দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

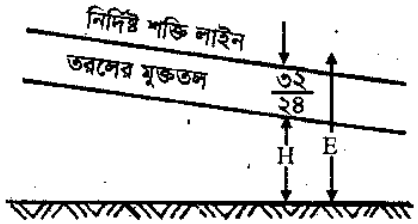
অনবরত ঃ প্রবাহের সমীকরণ হতে

$q = av = (h.1)\ V$

$= hv$

= আয়তাকার সেকশনের চ্যানেলের জন্য একক চওড়া এবং গভীরতা = h

$\therefore q = \text{constant}$ হলে $h \propto \frac{1}{v}$



চিত্র ঃ ১৩.২

অতএব h এর নির্দিষ্ট মানের জন্য আপেক্ষিক শক্তি সর্বনিম্ন হতে পারে। তাই আপেক্ষিক শক্তির মান পাওয়ার জন্য h অনুসারে E কে ডিফারেনসিয়েট করে এবং শূন্য (0) -এর সমান করে- $\frac{dE}{dh} = 0$ বা $\frac{d}{dh}\left(h + \frac{v^2}{2g}\right) = 0$

$v = \frac{q}{h}$ এর মান বসায়ে এখানে q = নির্গমন/একক চওড়ায়

$\frac{d}{dh} h + \frac{q^2}{2gh^2} = 0$

বা, $1 + \frac{-2q^2}{2gh^3} = 0$

বা, $1 + \frac{-2q^2h^{-3}}{2g} = 0$

বা, $1 - \frac{q^2}{h^2} \times \frac{1}{gh} = 0$

বা, $1 = v^2 \times \frac{1}{gh}$ | কিন্তু $q^2 = h^2v^2$

বা, $1 = \frac{v^2}{gh}$ | $v^2 = \frac{q^2}{h^2}$

বা, $v^2 = gh$

বা, $v = \sqrt{gh}$

বা, $h = \frac{v^2}{g}$

∴ ক্রিটিক্যাল প্রবাহ ধরে

$$h_c = \frac{V_c^2}{g}$$

এখানে h_c = ক্রিটিক্যাল ডেপথ

V_c = ক্রিটিক্যাল গতিবেগ

এখন সর্বনিম্ন আপেক্ষিক শক্তির জন্য h এর পরিবর্তে hc এর মান বসায়ে

$$E_{min} = h_c + \frac{v^2}{2g}$$

$$= h_c + \frac{h_c \times g}{2g}$$

$$= h_c + \frac{h_c}{2} = \frac{3h_c}{2}$$

$$\therefore E = h + \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore h_c = \frac{v_c^2}{g} \text{ বা } v_c^2 = h_c \times g$$

বা স্থিতিশক্তি $(h_c) = \frac{2}{3} E_{min}$

∴ গতিশক্তি $= E_{min} - \frac{2}{3} E_{min} = \frac{1}{3} E_{min}$

$$\therefore h_c = \frac{v_c}{g} = \frac{\left(\frac{q}{h_c}\right)^2}{g}$$

$$\therefore v = \frac{q}{g}$$

$$h_c^3 = \frac{q^2}{g}$$

$$\therefore h_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}}$$

অতএব কোন চ্যানেলের যে বিন্দুতে আপেক্ষিক শক্তি সর্ব নিম্ন ঐ বিন্দুতে পানির গভীরতাকে ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলে।

∴ ক্রিটিক্যাল ডেপথ $h_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}}$

$$h_c = \frac{v^2}{g}$$

ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি (Critical velocity) ঃ ক্রিটিক্যাল ডেপথ এ পানির গতি বেগকে ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে।

$$\therefore h_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি, $V_c = \frac{q}{h_c}$

$$\therefore v^2 = \frac{q^2}{h^2}$$

ক্রিটিক্যাল ডেপথ (Critical depth) **ঃ** কোন চ্যানেলের যে বিন্দুতে স্পেসিফিক এনার্জি সর্বনিম্ন ঐ বিন্দুতে পানির গভীরতাকে ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলে।

প্রবাহের প্রকারভেদ (Types of flow) ঃ কোন চ্যানেলে পানির স্বাভাবিক গভীরতা (normal depth) ও ক্রিটিক্যাল ডেপথই ঐ চ্যানেলে প্রবাহের প্রকৃতি নির্ণয় করে। বিভিন্ন ধরনের প্রবাহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) স্ট্রিমিং ফ্লো (Streaming flow)

(খ) ক্রিটিক্যাল ফ্লো (Critical flow)

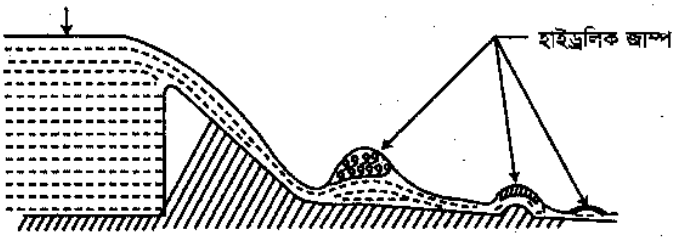
(গ) সুটিং ফ্লো (Shooting flow)।

স্ট্রিমিং ফ্লো (Steaming flow cretical flow) ঃ যদি চ্যানেলের মধ্যে পানির স্বাভাবিক গভীরতা (normal depth) ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা বেশি হয় তা হলে ফ্লো বা প্রবাহকে স্ট্রিমিং ফ্লো বলে।

ক্রিটিক্যাল ফ্লো (Cretical flow) ঃ যদি চ্যানেলে পানির গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ এর সমান হয় তা হলে প্রবাহকে ক্রিটিক্যাল ফ্লো বা ক্রিটিক্যাল প্রবাহ বলে।

সুটিং ফ্লো (Shooting flow) ঃ যদি চ্যানেলে পানির গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা কম হয় তা হলে প্রবাহকে সুটিং ফ্লো বা সুটিং প্রবাহ বলে।

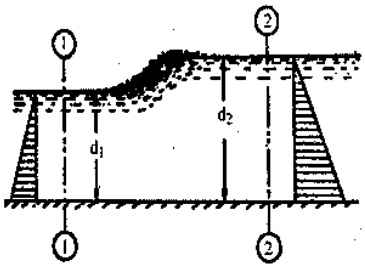
হাইড্রলিক জাম্প (Hydraulic Jump) ঃ যখন পানি স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা কম হয় তখন প্রবাহ বা ফ্লোকে সুটিং ফ্লো বলে। কিন্তু পানির নরমাল ডেপথ ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা বেশি হলে তখন ঐ ফ্লোকে স্ট্রিমিং ফ্লো বলে।



চিত্র ঃ ১৩.৩

পরীক্ষা দিয়ে দেখা গেছে যে সুটিং ফ্লো একটি পরিবর্তনশীল ধরনের ফ্লো এবং ওটা জল স্রোতের নিম্নদিকে ক্রমাগত চলে না (does not continue on the down stream side), তখন এ ফ্লো এর গভীরতা বাড়ায়ে স্ট্রিমিং ফ্লোতে পরিণত হয়। পরিবর্তনশীল সুটিং ফ্লো, অপরিবর্তনশীল স্টিমিং ফ্লোতে পরিবর্তিত হবার সময় পানির লেভেলের যে বৃদ্ধি ঘটে একে হাইড্রলিক জাম্প বা স্টান্ডিং ওয়েভ (standing wave) বলে। যেখানে হাইড্রলিক জাম্প ঘটে সেখানে বেশ পরিমাণ শক্তি নষ্ট হয়ে যায়। হাইড্রলিক জাম্পের পর পানি অধিক গভীরতায় প্রবাহ হয় কিন্তু কম গতিবেগে প্রবাহিত হতে থাকে।

ডেপথ অব হাইড্রলিক জাম্প (Depth of hydraunlicjump) ঃ



চিত্র ঃ ১৩.৪

চিত্রে জাম্পের আপ ও ডাউন স্টীম যথাক্রমে (1) – (1) ও (2)-(2) দুটি সেকশনের কথা চিন্তা করি।

মনে করি,

(1)–(1) = হাইড্রলিক জাম্পের আপ স্টীমের অংশ,

(2)–(2) = হাইড্রলিক জাম্পের ডাউন স্টীমের অংশ,

d_1=(1)–(1) অংশের প্রবাহের গভীরতা

d_2=(2)–(2) অংশের প্রবাহের গভীরতা

V_1=(1)–(1) অংশের প্রবাহের গতিবেগ

V_2= (2)–(2) অংশের প্রবাহের গতিবেগ

q = একক প্রস্থে (unit width) নির্গমন।

$q = \frac{Q}{b}$ | Q = মোট নির্গমন, b = হাইড্রলিক জাম্পের বিস্তার

$q = d_1V_1 = d_2V_2$

খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

এখন (1)–(1) ও (2)–(2) অংশের কথা বিবেচনা করি।

$\therefore$ (1)–(1) এর উপর কার্যকরী বল $= \frac{\omega d_1^2}{2}$

$\therefore$ (2)–(2) এর উপর কার্যকরী বল $= \frac{\omega d_2^2}{2}$

প্রকৃত বল যা পিছনের দিকে কাজ করতেছে (কারণ $d_2 > d_1$)

$$F_2 - F_1 = \frac{\omega d_2^2}{2} - \frac{\omega d^2}{2} = \frac{\omega}{2}(d_2 - d_1)$$

এ বলের কারণে গতিবেগ V_1 হতে V_2 তে পরিবর্তিত হয় ।

$\therefore$ বল = প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহমান পানির ভর x গতিবেগের পরিমাণ

বা, $\frac{\omega}{2}(d_2^2 - d_1^2) = \frac{\omega q}{g}(v_1 - v_2)$

বা, $(d_2^2 - d_1^2) = \frac{2q}{g}(v_1 - v_2)$

বা, $(d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = \frac{2q}{g}\left(\frac{q}{d_1} - \frac{q}{d_2}\right)$

বা, $(d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = \frac{2q^2}{g}\left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}\right)$

বা, $(d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = \frac{2q^2(d_2 - d_1)}{gd_1d_2}$

বা, $d_2 + d_1 = \frac{2q^2}{gd_1d_2}$

$\therefore\ d_2^2 + d_1d_2 = \frac{2q^2}{gd_1}$ | d_2 দিয়ে গুণ করে

অথবা $d_2^2 + d_1d_2 - \frac{2q^2}{gd_1} = 0$

উপরের সমীকরণ কে d_2 এর জন্য দ্বিঘাত সমীকরণ হিসাবে সমাধান করে,

$$d_2 = \frac{-d_1 \pm \sqrt{d_1^2 + \frac{4 \times 2q^2}{gd_1}}}{2}$$

$$= -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\frac{d_1^2}{4} + \frac{2q^2}{gd_1}}$$ | একমাত্র + চিহ্ন নিয়ে

$$= -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\frac{d_1}{4} + \frac{2d_1v_1^2}{g}}$$ | $q = d_1v_1$ বসায়ে

হাইড্রলিক জাম্পের গভীরতা $(d_2 - d_1)$

অতএব আয়তাকার চ্যানেলের জন্য-

হাইড্রলিক জাম্পের কারণে শক্তির অপচয় = সেকশন ১-১ এবং ২-২ এ আপেক্ষিক শক্তির পার্থক্য

বা $E_1 - E_2 = \left(\frac{V_1^2}{2g} + d_1\right) - \left(\frac{V_2^2}{2g} + d_2\right)$ | $\left(\therefore E = \frac{V^2}{2g} + h\right)$

জাম্পের কারণে শক্তির অপচয় $\left(\frac{v_1^2}{2g} + d_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + d_2\right)$

উদাহরণ–১৩.১। একই রকম প্রস্থ বিশিষ্ট একটি চ্যানেলের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। চ্যানেলে প্রতি মিটার প্রস্থ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহের পরিমাণ 40 ঘন মিটার এবং হাইড্রলিক জাম্পের up steam পাশে পানির উচ্চতা 3 মিটার হলে হাইড্রলিক জাম্প বা ঢেউয়ের উচ্চতা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেয়া আছে–

চ্যানেলের প্রস্থ = 1 মিটার

একক প্রস্থ দিয়ে নির্গমন q = 40 ঘঃ মিঃ/সেঃ

$$\therefore d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{2q^2}{gd_1} + \frac{d_1^2}{4}\right)}$$

$$= -\frac{3}{2}\sqrt{\frac{2 \times (40)^2}{9.81 \times 3} + \frac{3^2}{4}}$$

$$= -1.5. + \sqrt{108.73 + 2.25}$$

$$= -1.5 + \sqrt{110.98}$$

$$= -1.5 + 10.53$$

$$= 9.03 \text{ মিটার}$$

হাইড্রলিক জাম্প $= d_2 - d_1$

$= 9.03 - 3$

$= 6.03$ মিটার প্রায় **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১৩.২। একই রকম প্রস্থ বিশিষ্ট একটি আনুভূমিক আয়তাকার চ্যানেলের তলদেশ হতে উপরের দিকে একটি ওপেনিং (sluice opening) আছে। স্লুইসটি আংশিক খুললে এটা হতে 0.6 মিটার গভীরতায় প্রতি সেঃ মিটার গতিবেগে পানি বের হয়। হাইড্রলিক জাম্পের উচ্চতা ও এর কারণে শক্তির অপচয় নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেয়া আছে–

হাইড্রলিক জাম্পের আপস্টীম (unstream) জাম্পের গতিবেগ V_1= 6 মিটার/ সেকেণ্ড।

মনে করি, জাম্পের down strean পাশের গভীরতা = d_2

$$\therefore d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\frac{d_1^2}{4} + \frac{2d_1v_1^2}{g}}$$

$$= -\frac{0.6}{2} + \sqrt{\frac{(0.6)^2}{4} + \frac{2 \times 0.6 \times 6^2}{9.81}}$$

$$= -0.3 + \sqrt{0.09 + 4.40}$$

$$= -0.3 + 2.115$$

$$= 1.815 \text{ মিটার}$$

$\therefore$ হাইড্রলিক জাম্পের উচ্চতা = $d_2 - d_1$= 1.815 – 0.6 = 1.215 মিটার

$\therefore v_1d_1=v_2d_2$ [v_2= হাইড্রলিক জাম্পের ডাউন স্টীমের গতিবেগ।

$$\therefore v_2 = \frac{v_1d_1}{d_2} = \frac{6 \times 0.6}{1.815} = 1.98 \text{ মিটার/ সেঃ}$$

$$\text{শক্তির অপচয়} = \left(\frac{v_1^2}{2g} + d_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + d_2\right)$$

$$= \left(\frac{6^2}{2 \times 9.81} + 0.6\right) - \left(\frac{1.98^2}{2 \times 9.81} + 1.815\right)$$

$$= 2.43 - 2.015$$

$$= 0.415 \text{ m-kg/kg}$$ **(উত্তর)**।

খোলা চ্যানেলের মধ্য দিয়ে নির্গমনের জন্য বেজিনের সূত্রটি কি এবং এ সূত্র কিসের উপর নির্ভরশীল ঃ

খোলা চ্যানেলে নির্গমনের জন্য বেজিনের সূত্র চ্যাজির সূত্রের অনুরূপ। C এর মান নিম্নের সূত্রের সাহায্যে পাওয়া যাবে।

$$C = \frac{157.6}{1.81 + k\sqrt{m}}$$

এখানে k ধ্রুবক সংখ্যা যা বেজিনের ধ্রুবক নামে পরিচিত।

এ সূত্রটি মূলতঃ চ্যানেলের তলের মসৃণতা এবং হাইড্রলিক গভীরতার উপর নির্ভরশীল।

খোলা চ্যানেলের জন্য সবচেয়ে লাভজনক সেকশন ও এটা নির্ণয়ঃ একই ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং তলদেশের ঢালুতে যে আকৃতি বা নমুনার চ্যানেল দিয়ে সর্বাধিক নির্গমন পাওয়া যায় এরূপ আকৃতির চ্যানেলকে সর্বাধিক লাভজনক সেকশন বলে। অনেক সময় চ্যানেলে লাভজনক সেকশন বলতে সর্বনিম্ন ভিজা পরিসীমা চ্যানেলকে বুঝায়। এ সেকশন ভিজা থাকায় প্রবাহে কম বাধার সৃষ্টি হয়।

সর্বাধিক লাভজনক সেকশন নির্ণয়ের জন্য চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলকে ধ্রুবক ধরে গভীরতা এবং চওড়ার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে নির্ণয় করতে হবে।

খোলা চ্যানেলে ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি সেকশনের গুরুত্ব ঃ

মাটির চ্যানেলে সাধারণতঃ ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেল ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এ চ্যানেল ঢালু বলে মাটিকে নিরাপদ অবস্থানে রাখতে সহায়তা করে। অন্যান্য চ্যানেল ইট বা কংক্রিট দিয়ে তৈরি করা হয় বলে খরচও বেশি। সে জন্য খোলা চ্যানেলে ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের বেশি গুরুত্ব দেয়া হয়ে থাকে।

১৩.৩ বিভিন্ন প্রকারের খোলা নালা (Different types of open channel) ঃ

নালাকে আমরা প্রধানতঃ দু'টি ভাগে ভাগ করতে পারি। যথা ঃ

১। প্রাকৃতিক নালা (Natural channel)

২। কৃত্রিম নালা (Artificial channel)

১। প্রাকৃতিক নালা (Natural Channel) ঃ যে সকল নালা প্রাকৃতিক ভাবে উৎপত্তি হয় তাকে প্রাকৃতিক নালা বলে। যেমনঃ নদী, খাল, ইত্যাদি প্রাকৃতিক অবস্থায় উৎপন্ন হয় বলে এ ধরণের নালার প্রস্থচ্ছেদের সমতা থাকে না অর্থাৎ এক এক নালা এক এক রকমের হয়ে থাকে।

২। কৃত্রিম নালা (Artificial Channel) ঃ যে সকল নালা কৃত্রিম উপায়ে তৈরি করা হয় তাকে কৃত্রিম নালা বলে। এটা ইচ্ছা অনুযায়ী যে কোন আকৃতির দেওয়া যায়।

সাধারণতঃ কৃত্রিম নালা ৫ প্রকার ঃ

১। আয়তাকার নালা (Rectrangular channel)

২। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির নালা (Trapezoidal channel)

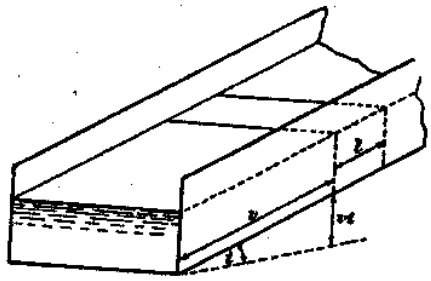
৩। বৃত্তাকার নালা (Circular channel)

৪। উপবৃত্তাকার নালা (Semi-circular channel)

৫। অধিবৃত্তাকার নালা (Elliptical channel)

১৩.৪ চ্যাজির এর সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয় (Use the Chezy's formula for velocity of flow in open channel) ঃ

চ্যাজির সূত্র ঃ



চিত্রঃ ১৩.৫

চিত্রে একটি একই রকম প্রস্থচ্ছেদ বিশিস্ট ওপেন চ্যানেল ও এর স্লোপ বেড দেখানো হয়েছে।

মনে করি,

L = চ্যানেলের দৈর্ঘ্য

A = প্রবাহের ক্ষেত্রফল

V = পানির গতিবেগ

P = প্রস্থচ্ছেদের ভিজা অংশের পরিসীমা

f = একক গতিবেগে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ঘর্ষণজনিত বাধা।

i = চ্যানেলের স্লোপ বা ঢালু।

পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, চ্যানেলের L দৈর্ঘ্যে মোট ঘর্ষণজনিত বাধা একটি নিয়ম অনুসরণ করে।

ঘর্ষণজনিত বাধা (Frictional resistance) = f X কন্ট্রাকট এরিয়া x (ভেলোসিটি)^n = f x PL x v^n . . (i)

পরীক্ষা করলে দেখা যায় n = 2 এজন্য ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ইহাকে 2 হিসাবে ধরা হয়।

∴ ঘর্ষণজনিত বাধা = f x PL x V^2 .....(2)

যেহেতু প্রবাহমান পানি প্রতি সেকেণ্ডে v মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে, সুতরাং ঘর্ষণজনিত কারণে কৃতকাজ (work done by the over come the friction)

= বল x দূরত্ব

= f x PL x v^2 x v

= f x P l x v^3 ... (3)

1 মিটার দীর্ঘ চ্যানেলে প্রবাহমান পানির ওজন = ωAL

উক্ত পানি 1 সেকেন্ডে খাড়া ভাবে নীচের দিকে (vi) দূরত্ব নামে।

∴ সুতরাং স্থিতিশক্তির অপচয় (loss of P.E) = mgh.

$= \frac{W}{g} \times g \times h = Wh$

= পানির ওজন x উচ্চতা

= ωAL. vi

কিন্তু ফ্রিকশন বা ঘর্ষণ Over Come করতে কৃতকাজ = স্থিতিশক্তির অপচয়,

বা, f x pL x v^3 = ωAL. vi

বা, $v^2 = \frac{\omega Ai}{f \times P}$

বা, $v = \sqrt{\frac{\omega}{f}} \times \sqrt{\frac{Ai}{P}}$

বা, $v = C\sqrt{mi}$

যেখানে

$C = \sqrt{\frac{\omega}{f}}$.... (চ্যাজির ধ্রুবক)

$m = \frac{A}{P}$ (হাইড্রলিক মিন ডেপথ)

∴ নির্গমন Q = Av = AC $\sqrt{mi}$

১৩.৫ ম্যানিংস-এর সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয় (Manning's formula for velocity of flow in open channel) ঃ

ম্যানিংস্-এর সূত্র ঃ বিভিন্ন পরীক্ষার পর ম্যানিং, চেজির ধ্রুবক C এর বিশ্লেষণ করে নির্গমন নির্ণয়ের সূত্র আবিষ্কার করেছে।

$$C = \frac{1}{n} m^{\frac{1}{6}}$$

এখানে n = কাটার ধ্রুবক

m = হাইড্রলিক গড় গভীরতা

C = চেজির ধ্রুবক

আবার, চেজির সূত্র অনুযায়ী প্রবাহের গতিবেগ

$$v = C\sqrt{mi}$$

বা $v = C\sqrt{mS}$ | s = ঢালু (slope)

$$= \frac{1}{n} m^{\frac{1}{6}} \sqrt{mS}$$

$$= \frac{1}{n} m^{\frac{1}{6}} m^{\frac{1}{2}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{n} m^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

নির্গমন Q = ক্ষেত্রফল x গতিবেগ

$$Q = A.V$$

$$Q = A.\frac{1}{n} m^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A\,M.\,m^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ $\left[M = \text{মেনিংস ধ্রুবক} = \frac{1}{n}\right]$

১৩.৬ আয়তাকার ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারণের শর্ত (Condition for selection economical section of a rectangular channel and Trapezoidal channel) ঃ

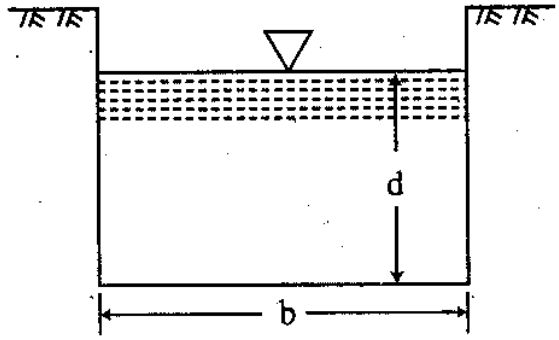
নালার সর্বাধিক মিতব্যয়ী সেকশন (most economical section of channel) ঃ

যে সকল নালার একটি নির্ধারিত সেকশনের ক্ষেত্রফল এবং মেঝের ঢালে সবচেয়ে বেশি নির্গমন পাওয়া যায় তাকে নালার মিতব্যয়ী সেকশন বলে। অন্য কথায়, নালার সর্বাধিক মিতব্যায়ী সেকশন বলতে ঐ সেকশনকে বুঝায় যাতে পরিকল্পিত নির্গমন পাওয়ার জন্য সবচেয়ে কম খনন কার্য্য করতে হয়। যার ফলে, বিভিন্ন দিক থেকে বিবেচনা করে সব চাইতে কম ক্ষেত্র ব্যবহারে বেশি নির্গমন পাওয়া যায়। সর্বোচ্চ নির্গমনের জন্য সেকশনের ক্ষেত্রফল ধ্রুবক থাকিলে ঐ সেকশনের গভীরতা ও প্রশস্ততার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা যায়।

খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

আয়াতাকার নালার সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশন নির্বাচনের শর্ত ঃ

যে সকল স্থানে শিলা মাটি পাওয়া যায়, সে সকল স্থানে আয়তাকার নালা ব্যবহার করা যায়। অন্য কোন নরম বা ঝুর ঝুরে (Loose) মাটির ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় না কারণ এর পার্শ্ব খাঁড়া থাকে বিধায় পাড় ভেঙ্গে নষ্ট হয়ে যেতে পারে। যদি নরম বা ঝুর ঝুরে মাটির ক্ষেত্রে এরূপ সেকশন ব্যবহার করতে হয় তবে ম্যাশনারি বা কংক্রিট দিয়ে তৈয়ার করতে হয়। যা মাটির তুলনায় অনেক গুণ খরচ বেশি।



চিত্র ঃ ১৩.৬

চিত্রে একটি আয়তাকার সেকশন বিশিষ্ট চ্যানেল দেখানো হল। মনে করি b এর প্রস্থ এবং d গভীরতা এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (area of cross section) ধ্রুব (constant)। ক্ষেত্রফল $A = bd \therefore b = \frac{A}{d}$

নির্গমন $Q = AV = A \times C\sqrt{mi}$ | $\therefore V = C\sqrt{mi}$

$= A \times C\sqrt{\frac{A}{P}i}$ | $\therefore m = \frac{A}{P}$

উপরের সূত্রে A, C এবং i কে ধ্রুব ধরে নির্গমন সর্বোচ্চ হবে, যখন $\frac{A}{P}$ সর্বোচ্চ অথবা যখন পরিসীমা P সর্বনিম্ন।

আমরা জানি $P = b + 2d = \frac{A}{d} + 2d$ $[\therefore A = bd]$

$\therefore$ একে d অনুসারে ডিফারেনসিয়েট করে সর্বনিম্ন মানের জন্য (o) এর সমান ধরে অর্থাৎ যখন P সর্বনিম্ন তখন $\frac{dp}{dd} = 0$

$$\frac{dp}{dd} = -\frac{A}{d^2} + 2 = 0$$

অথবা, $\frac{-A}{d^2} + 2 = 0$

অথবা $\frac{A}{d^2} = 2$

$A = 2d^2$

$bd = 2d^2$ অর্থাৎ $b = 2d$ বা $d = \frac{b}{2}$

অর্থাৎ আয়তাকার চ্যানেলের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ নির্গমন তখনই ঘটে যখন এটাতে পানির গভীরতা প্রস্থের অর্ধেক।

এ ক্ষেত্রে হাইড্রলিক মিন ডেপথ,

$$m = \frac{A}{p} = \frac{bd}{b + 2d} = \frac{2d.\,d}{2d + 2d}$$

$$= \frac{2d^2}{4d} = \frac{d}{2}$$

কাজেই আয়তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট চ্যানেলের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ নির্গমন ও গতিবেগের জন্য শর্ত হল ঃ $b = 2d$ এবং $m = \frac{d}{2}$ শর্তাদি ব্যবহার করা উচিৎ।

১৩.৭ কারেন্ট মিটার ও ফ্লটের বর্ণনা (Discription of current meter and Floats) ঃ

ফ্লট (Floats) ঃ ফ্লট হইল একটি সহজ ও সরল পদ্ধতি যা দিয়ে প্রবাহী গতিবেগ মাপা হয়। একক ফ্লট দিয়ে সহজভাবে কোন সেকশনের সারফেস ভেলোসিটি মাপা যায়। এতে বেগের কারণে ফ্লট কতটুকু দূরত্ব গেল এবং ঐ দূরত্ব যেতে যে সময় লাগল, তা পরিমাপ করা যায়। অতঃপর অতিক্রান্ত দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে ভেলোমিটার নিরূপণ করা হয়। পরবর্তীতে এ সারফেস ভেলোসিটিকে গড়বেগে রূপান্তর করা হয়।

v = প্রবাহীর গতিবেগ

d = দূরত্ব - মিঃ

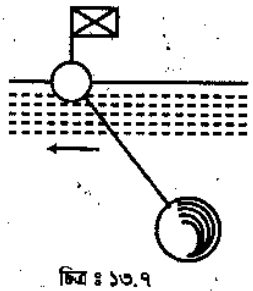
t = সময় সেঃ

$v = \frac{d}{t}$ মিঃ/ সেঃ

মনে করি আদি বেগ U_t শেষ বেগ V_t

গড় বেগ $V_{av} = \frac{V_t - U_t}{2} = \frac{(V_t - o)}{2} = \frac{V_t}{2}$

ডাবল ফ্লট (Double float) ঃ চিত্রে দুটি ফ্লটকে সংযুক্ত অবস্থায় দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১৩.৭

দুটি ফ্লটের মধ্যে একটি কাঠের তৈরি যা সারফেসে ভাসতে থাকে। অন্য ফ্লটটি পানি হতে ভারী যা তারের সাহায্যে কাঠের ফ্লটের সাথে সংযুক্ত অবস্থায় ঝুলতে থাকে। সংযোগকারী তারকে দৈর্ঘ্য হিসাবে ধরা হয়। এ তার বা চ্যানেলের গভীরতা মনে করি d, যখন প্রবাহ আরম্ভ হয় তখন গড় বেগে নীচের মেটালিক ফ্লটটি 0.6d অতিক্রম করে। একে সময় দিয়ে ভাগ করে গড় গতিবেগ সরাসরি নির্ণয় করা হয়–

v = গড় বেগ

d = distance or Depth

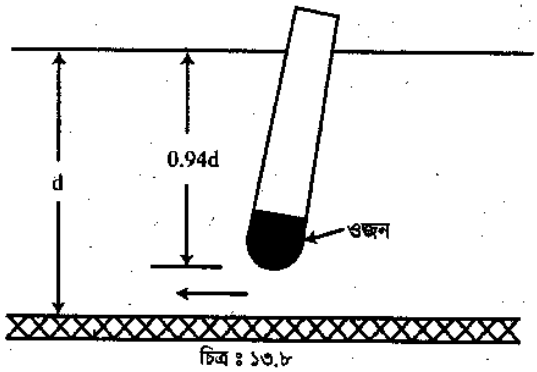
t = time

$v = \frac{0.6d}{t}$

এটা একক ফ্লট অপেক্ষা উৎকৃস্ট পদ্ধতি

রড ফ্লট (Rod float) ঃ

একটি সিলিন্ড্রিক্যাল হলো (hollow) মেটালিক রড এবং তলদেশ ওজনযুক্ত বা প্রবাহের বেগ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়েছে।



চিত্র ঃ ১৩.৮

রডের তলদেশে ওজনযুক্ত খাঁড়াভাবে রাখি। দেখা যাবে যে রডের নিমজ্জিত দৈর্ঘ্য 0.91d হতে 0.97d। এটা দিয়ে যে বেগ মাপা হবে এটাই মিন ভেলোসিটি।

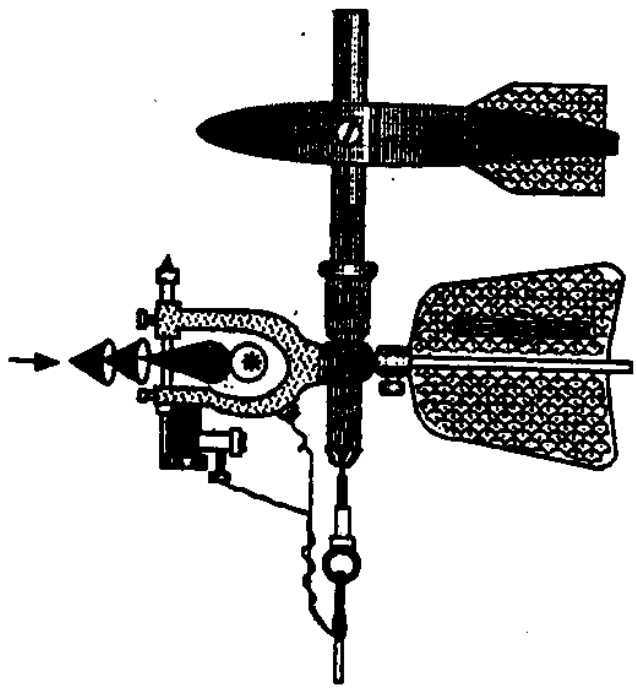
ফ্রান্সিসের সূত্র অনুযায়ী–

$$V_{mean} = V_r\left[1.012 - 0.116\sqrt{\frac{x}{d}}\right]$$

V_r = রড দিয়ে নিরূপিত বেগ

X = রড ও তলদেশের গ্যাপ

কারেন্ট মিটার (Current meter) ঃ



চিত্র ঃ ১৩.৯

কোন চ্যানেল দিয়ে প্রবাহমান তরলের কোন বিন্দুর প্রবাহ বেগ নির্ণয়ের জন্য কারেন্ট মিটার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। অনেক ধরনের কারেন্ট মিটার পাওয়া যায়, কিন্তু এদের মূলনীতি সমান।

কারেন্ট মিটারে একটি হুইল আছে, যাতে কতগুলি ব্লেড বা কাফ সংযুক্ত, যা পানি প্রবাহের সাথে ঘুরতে থাকে। পানির বেগের উপর ভিত্তি করে সময়ের সাথে হুইলটি ঘুরতে থাকে। তারের মাধ্যমে ব্যাটারি হতে কারেন্ট ইলেকট্রিক সার্কিট দিয়ে হুইলে ঘূর্ণন মেইক এবং ব্রেক (Make and brake) হয়, ফলে ইলেকট্রিক বেল বেজে উঠে। বেল বাজার শব্দ গণনা করে হুইল রোটেশন নির্ণয় করে এবং এর উপর ভিত্তি করে পানির গতিবেগ নির্ণয় করে। কারেন্ট মিটারকে প্রয়োজনীয় গভীরতায় সুন্দর ক্যাবল দিয়ে ঝুলানো হয়ে থাকে। কারেন্ট মিটার এর অক্ষে খাঁড়া বা আনুভূমিকভাবে যুক্ত অক্ষে move করতে পারে। সুতরাং এটা নিজে পানির প্রবাহের দিকের সাথে নিজেই অ্যাডজাস্ট হতে পারে।

১৩.৮ আয়তাকার ও ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের সমস্যা ও সমাধান (Solve the problem of rectrangular and Trapezoidal channel) ঃ

উদাহরণ–১৩.৩। একটি আয়তাকার চ্যানেল 4 মিটার গভীর ও 6 মিটার চওড়া। পানির চ্যানেল দিয়ে পূর্ণভাবে প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1000 এ 1 এবং চ্যাজির ধ্রুবক (chazys constant) 50। [বাকাশিবো-০৯, ১২(পরি), ১৪]

সমাধান ঃ প্রবাহের ক্ষেত্রফল $A = 4 \times 6 = 24$ বঃ মিঃ

পরিসীমা $p = b + 2d$ [b = প্রস্থ এবং d = গভীরতা]

$= 6 + 2 \times 4 = 14$ মিটার

হাইড্রলিক মিন ডেপথ, $m = \frac{A}{P} = \frac{24}{14} = 1.71$ মিঃ

চ্যানেলের তলদেশে স্লোপ, $i = \frac{1}{1000} = 0.001$

$\therefore$ নির্গমন, $Q = AC\sqrt{mi}$

$= 24 \times 50\sqrt{1.71 \times .001}$

$= 49.62$ ঘঃ মিঃ / সেঃ

$= 49620$ লিটার / সেঃ (উত্তর)।

উদাহরণ–১৩.৪। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির একটি মাটির চ্যানেল দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 3 ঘঃ মিঃ হারে পানি প্রবাহিত হইতেছে। চ্যানেলটি 7 মিটার চওড়া, পানির গভীরতা 1.5 মিটার, পার্শ্বের স্লোপ 1 ঃ 2 (আনুভূমিক খাঁড়া) চ্যাজির ধ্রুবক C = 55 হলে চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–১৪(পরি)]

সমাধান ঃ দেয়া আছে–

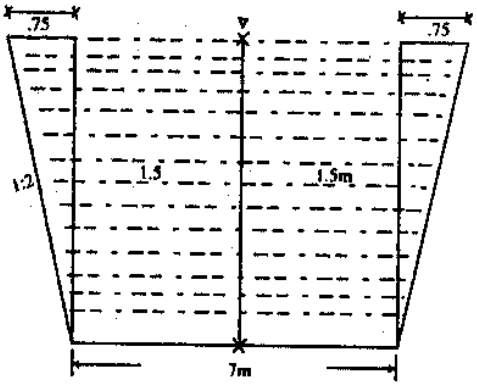
নির্গমন Q = 3 ঘঃ মিঃ / সেঃ

চ্যানেলের তলদেশের প্রস্থ P = 7 মিটার

চ্যানেলের গভীরতা, d = 1.5 মিটার

পার্শ্ব স্লোপ, $n = \frac{1}{2}$

চেজির ধ্রুবক, C = 55



মনে করি, i চ্যানেলের তলদেশে স্লোপ

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $A = \frac{1}{2} \times 1.5\,(7 + 8.5)$

$= 11.63$ বঃ মিঃ

পরিসীমা $P = 7 + 2\sqrt{(1.5)^2 + (.75)^2} = 10.35$ মিটার।

$\therefore$ হাইড্রলিক মিনডেপথ, $m = \frac{A}{p} = \frac{11.63}{10.35}$

$= 1.12$ মিটার।

$\therefore$ নির্গমন $Q = AC\sqrt{mi}$

$3 = 11.63 \times 55 \times \sqrt{1.112 \times i}$

$3^2 = (11.63)^2 \times (55)^2 \times 1.12 \times i$

$i = \frac{3^2}{(11.63)^2 \times (55)^2 \times 1.12}$

$= \frac{1}{5090}$ (উত্তর)

উদাহরণ–১৩.৫। একটি আয়তাকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 50 বঃ মিঃ, চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ প্রতি 1000 এ-1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর। C = 52.5। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

সমাধানঃ দেয়া আছে–

প্রবাহের ক্ষেত্রফল, A = 50 বঃ মিঃ

চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ, $i = \frac{1}{1000} = 0.001$

চেজির ধ্রুবক, c = 5.5

মনে করি b = চ্যানেলের প্রস্থ

d = চ্যানেলের গভীরতা

আমরা জানি, সবচেয়ে লাভজনক আয়তাকার সেকশনের জন্য

b = 2d

∴ ক্ষেত্রফল $A = b \times d = 2d^2$

অথবা $50 = 2d^2$ ∴ d = 5 মিটার

এবং b = 2d = 2 x 5 = 10 মিটার

আমরা আরও জানি যে, সবচেয়ে লাভজনক আয়তাকার সেকশনে হাইড্রলিক মিন ডেপথ, $m = \frac{d}{2} = \frac{5}{2} = 2.5$ মিঃ

∴ চ্যানেলে দিয়ে নির্গমন $Q = AC\sqrt{mi}$

$= 50 \times 52.5\sqrt{2.5 \times .001}$

= 131.25 ঘঃ মিঃ/ সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১৩.৬। একটি সবচেয়ে লাভজনক ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির চ্যানেলের প্রবাহের ক্ষেত্রফল 3.33 বঃ মিঃ। পানির গভীরতা 1 মিটার হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। C = 60 তলদেশের স্লোপ 800 এ 1। [বাকাশিবো-৯৪, ৯৭,]

সমাধানঃ দেয়া আছে–

প্রবাহের ক্ষেত্রফল A = 3.33 বঃ মিঃ

গভীরতা, d = 1 মিটার

চেজির ধ্রুবক, C = 60

চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ, $i = \frac{1}{800} = 0.00125$

সবচেয়ে লাভজনক ট্রাপিজিয়াম আকৃতির চ্যানেলের জন্য হাইড্রলিক মিন ডেপথ।

$m = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} = 0.5$ মিটার

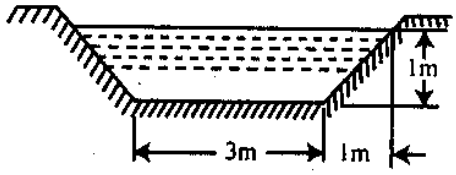
∴ নির্গমন $Q = Ac\sqrt{mi}$

$= 3.33 \times 60\sqrt{0.5 \times 0.00125}$

= 5 ঘঃ মিঃ/ সেঃ **(উত্তর)**।

বোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

উদাহরণ–১৩.৭। একটি আর্থ চ্যানেলে বেস 3 মিটার প্রস্থ এবং সাইড স্লোপ 1 ঃ 1। পানির গভীরতা 1 মিটার। বেড স্লোপ 1600 এ 1। নির্গমন বের কর। যদি ম্যানিং এর সূত্রে N = 0.04 হয়।



চিত্র ঃ ১৩.১০

সমাধান ঃ দেওয়া আছে–

বেসের চওড়া = 3 মিটার

সাইড স্লোপ = 1 ঃ 1

পানির গভীরতা = 1 মিটার

$\therefore$ ক্ষেত্রফল, $A = \left(\frac{3+5}{2}\right) \times 1 = 4$ বঃ মিঃ

পরিসীমা, $p = 3 + 2\sqrt{1^2+1^2} = 5.828$ মিঃ

হাইড্রলিক গড় গভীরতা, $m = \frac{A}{P} = \frac{4}{5.828} = 0.686$ মিটার

বেড স্লোপ, $i = \frac{1}{1600}$

ম্যানিং ধ্রুবক, N = 0.04

আমরা জানি, $Q = A \times \frac{1}{N} \times (m\ i)^{\frac{1}{2}}$

$= 4 \times \frac{1}{0.040} \times (.686)^2 \times \left(\frac{1}{1600}\right)^{\frac{1}{2}}\ m^3/sec$

= 1.42 ঘনমিটার/সেঃ

= 1420 লিঃ/সেঃ **(উত্তর)**।

উদাহরণ–১৩.৮। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে 0.3 ঘঃ মি/ সেঃ পানি নির্গত হইতেছে। যখন বেড স্লোপ 1000 এ 1 হয় তখন চ্যাজির ধ্রুবক C = 60 তা হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-০২, ০৭(পরি), ০৯]

সমাধান ঃ দেয়া আছে–

নির্গমন, Q = 0.3 ঘঃ মি/ সেঃ

বেড স্লোপ, $i = \frac{1}{1000} = 0.001$

চেজির ধ্রুবক, C = 60

মনে করি b = চ্যানেলের প্রস্থ

d = চ্যানেলের গভীরতা

আমরা জানি লাভজনক আয়তাকার সেকশন, b = 2d

$\therefore$ ক্ষেত্রফল, $A = b \times d = 2d \times d = 2d^2$

হাইড্রলিক গড় গভীরতা, $m = \frac{d}{2} = 0.5d$

আমরা জানি, $Q = Ac\sqrt{mi}$

$0.3 = 2d^2 \times 60\sqrt{0.5d \times 0.001}$

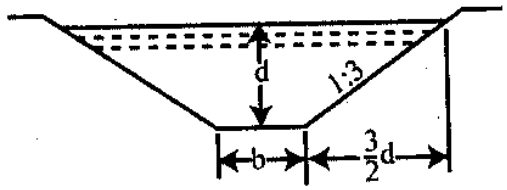
$0.09 = 4d^4 \times 3600\ (0.0005d) = 7.2d^5$

$d^5 = \frac{0.09}{7.2} = .0125$

$\therefore$ গভীরতা, d = 0.416 মিটার = 41.60cm $\therefore$ প্রস্থ, b = 2 × 41.60 = 83.20cm

লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ = 41.60cm × 83.20cm **(Ans.)**

উদাহরণ–১৩.৯। একটি ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের সাইড স্লোপ 2 খাঁড়া 3 শায়িত। নির্গমনের হার 20 মিঃ^{3}/ সেঃ। বেড স্লোপ 2000 এ 1, লাভজনকভাবে চ্যানেল ডিজাইন কর, ম্যানিং এর সূত্র প্রয়োগ করে N=0.01।



চিত্র ঃ ১৩.১১

সমাধানঃ দেওয়া আছে–

সাইড স্লোপ, $n = \frac{3}{2} = 1.5$

নির্গমন, Q = 20 ঘঃ মিঃ /সেঃ

বেড স্লোপ $= \frac{1}{2000} = 0.0005$

ম্যানিং ধ্রুবক, N = 0.01

মনে করি b = চ্যানেলের তলদেশের প্রস্থ

d = পানির গভীরতা

আমরা জানি, লাভজনক ট্রাপিজয়ডাল সেকশন

Half of the top width = Sloping side

$$\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{n^2 - 1}$$

$$\frac{b + (2 \times 1.5d)}{2} = d\sqrt{1.5^2 - 1}$$

$$b + 3d = 2d \times 1.8 = 3.6d$$

$$b = 0.6d$$

ক্ষেত্রফল, $A = d(b + nd) = d(.6d + 1.5d) = 2.1\,d^2$

হাইড্রলিক গড় গভীরতা, $m = \frac{d}{2}$

আমরা জানি ম্যানিং সূত্র অনুসারে

$$Q = A \times \frac{1}{N} m^{\frac{2}{3}} . I^{\frac{1}{2}}$$

$$20 = 2.1d^2 \times \frac{1}{.01} \times \left(\frac{d}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times (0.005)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.958d^{\frac{8}{3}}$$

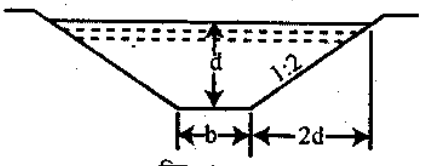
$$d^{\frac{8}{3}} = \frac{20}{2.958} = 6.76$$

d = 2.05 মিঃ

b = 0.6 x 2.05 = **1.23 মিঃ (উত্তর)।**

খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

উদাহরণ-১৩.১০ । একটি ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের প্রবাহে গতি 1 মিঃ/ সেঃ, নির্গমন তখন মিটার/ সেঃ সাইড স্লোপ 2 : 1, C = 55 হলে ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেল ডিজাইন কর।



চিত্র ঃ ১৩.১২

সমাধান ঃ দেয়া আছে–

প্রবাহের বেগ, V = 1 মিঃ/ সেঃ

নির্গমন, Q = 3 ঘনমিটার/ সেঃ

সাইড স্লোপ, n = 2

চেজির সূত্র অনুযায়ী, C = 55

ক্ষেত্রফল, $A = \frac{Q}{v}\frac{3}{1} = 3$ বঃ মিঃ

ডিজাইনের সময় লাভজনকভাবে ডিজাইন করা হয়ে থাকে

মনে করি, d = পানির গভীরতা

b = তলদেশের প্রস্থ

ক্ষেত্রফল, $A = d(b + nd) = d(b + 2d)$

$3 = bd + 2d^2$ | $\therefore n = 2$

$bd = 3 - 2d^2$ - - - (1) | $\therefore A = 3m^2$

হাইড্রলিক গড় গভীরতা, $m = \frac{d}{2}$

পরিধি, $P = b + 2d\sqrt{n^2 + 1} = b + 2d\sqrt{5}$ | $\therefore n = 2$

আমরা আরও জানি

হাইড্রলিক গড় গভীরতা,

$$m = \frac{A}{P} = \frac{3}{b + 2d\sqrt{5}} = \frac{3}{b + 4.472d}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{3}{b + 4.472d}$$ | $\therefore m = \frac{d}{2}$

সমীকরণ 1 এর মান বসায়ে পাই

$$3 - 2d^2 + 4.472d^2 = 6$$

$$2.472d^2 = 3$$

$$d = \sqrt{\frac{3}{2.472}} = 1.1$$ মিটার **(উত্তর)**।

সমীকরণ 1 এ d এর মান বসায়ে পাই

$$b \times 1.1 = 3 - 3 \times 1.1^2 = 0.58$$

$$b = 0.53$$ মিঃ

চ্যানেল বেডের স্লোপ

মনে করি i = চ্যানেলের বেডের স্লোপ

$$v = c\sqrt{mi}$$

$$1 = 55\sqrt{\frac{1.1}{2}i}$$ | $\therefore m = \frac{d}{2}$

$$= 3025 \times 0.55 \times i$$

$$i = \frac{1}{3.025 \times 0.55} = \frac{1}{1.664}$$ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-১৩.১১। একটি আয়তকার চ্যানেল সেকশনের আকার 1.5m × 3m। নির্গমনের পরিমাণ 3.92 m^3/s হলে তলদেশের ঢাল কত? n = 0.03? [বাকাশিবো-০৪]

সমাধান:

আমরা জানি,

ম্যানিংস এর সূত্র হতে নির্গমন

$Q = A\frac{1}{N}\sqrt{mi}$

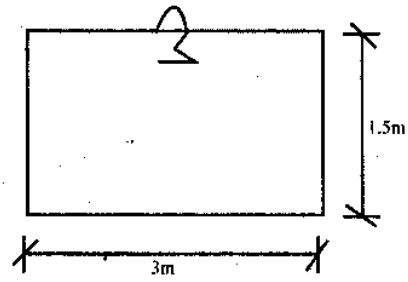
$\Rightarrow 3.92 = 4.5 \times \frac{1}{0.03}\sqrt{0.75 \times i}$

$\Rightarrow \sqrt{0.75i} = 0.0261$

$\Rightarrow i = \frac{6.82 \times 10^{-4}}{0.75}$

$\Rightarrow i = 9.10 \times 10^{-4}$

i = 1in 1098 **(Ans)**



চিত্র : ১৩.১৩

$A = bd = 3 \times 1.5$
$= 4.5\ m^2$

$m = \frac{d}{2} = 0.75\ m$

i = ?

$Q = 3.92\ m^3/s$

N = 0.03

উদাহরণ-১৩.১২। সর্বাধিক মিতব্যয়ী ট্রাপিজিয়াম আকৃতির একটি নালার ক্ষেত্রফল 3m^2, পানির গড় গভীরতা 0.5m হলে নির্গমন কত? চেজির ধ্রুবক 60 মেঝের ঢাল 1 : 800। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{mi}$

$= 3 \times 60 \times \sqrt{.25 \times \frac{1}{800}}$

$= 3.18\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$A = 3m^2$

c = 60

d = 0.5m

$i = \frac{1}{800}$

$m = \frac{d}{2} = \frac{0.5}{.2} = 0.25$

Q = ?

উদাহরণ-১৩.১৩। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 100m^2। চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ 1500 : 1 হলে সবচেয়ে লাভ জনক সেকশন দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর (c = 50)। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১১(পরি)]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{m\,i}$

$= 100 \times 50 \times \sqrt{3.535 \times \frac{1}{1500}}$

$= 242.72\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

A = 100cm

$i = \frac{1}{1500}$

যেহেতু আয়তাকার চ্যানেল

b = 2d

A = bd

$\Rightarrow 100 = 2d^2$

$\Rightarrow d = 7.07m$

$m = \frac{d}{2} = 3.535m$

Q = ?

c = 50

HP খোলা চ্যানেল দিয়ে তরলের প্রবাহ

উদাহরণ-১৩.১৪। প্রতি সেকেন্ডে $1.6m^3$ প্রবাহের এবং 1:300 ঢালের আয়তাকার চ্যানেলের জন্য সর্বাপেক্ষা উপযোগী আকার নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{m\,i}$

$\Rightarrow 1.6 = 2d^2 \times 60\sqrt{0.5d \times \frac{1}{300}}$

$\therefore d = 0.64m$

$b = 1.28$

আবার $= (1.28 \times 0.64)m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$i = \frac{1}{300}$

$Q = 1.6m^3/s$

Let, $b = 2d$

$A = b \times d = 2d^2$

$m = \frac{d}{2} = .5d$

b & d = ?

let

$C = 60$

উদাহরণ-১৩.১৫। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে $0.3m^3/s$ পানি নির্গত হচ্ছে যখন বেড স্লোপ 800 এ 1 হয় তখন চ্যাজির ধ্রুবক c = 60 হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{m\,i}$

$\Rightarrow 0.3 = 2d^2 \times 60\sqrt{.5d \times \frac{1}{800}}$

$\Rightarrow d = 0.398 \simeq .40cm$

$\therefore b = 2 \times 0.4 = 0.80m$

প্রস্থচ্ছেদ আকার $= (0.80 \times 0.40)m$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$Q = 0.3m^3/s$

$i = \frac{1}{800}$

$c = 60$

$b = 2d$

$m = \frac{d}{2}$

$A = bd = 2d^2$

$b = ?$

$d = ?$

উদাহরণ-১৩.১৬। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে $0.50m^3/sec$ পানি নির্গত হচ্ছে। চ্যানেলটির বেড এর ঢাল 800 : 1। চেজির ধ্রুবক c = 55 হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{m\,i}$

$\Rightarrow 0.50 = 2d^2 \times 55\sqrt{.5d \times \frac{1}{800}}$

$\Rightarrow d = 0.671$

$b = 1.34$

প্রস্থচ্ছেদ $= (0.671 \times 1.34)$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$Q = 0.50m^3/s$

$C = 55$

$i = \frac{1}{800}$

$b = 2d$

$m = \frac{d}{2}$

$b \times d = ?$

$A = bd = 2d^2$

উদাহরণ-১৩.১৭। একটি আয়তাকার চ্যানেলের 4m গভীরতা ও 6m চওড়া। চ্যানেলটি দিয়ে পূর্ণভাবে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নিরূপণ কর চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1,000 এ 1 এবং চেজিস ধ্রুবক = 50. [বাকাশিবো-০৯, ১২]

সমাধান:

আমরা জানি,

$Q = Ac\sqrt{m\,i}$

$= 24 \times 50\sqrt{2 \times \frac{1}{1000}}$

$= 53.66\ m^3/s$ **(Ans)**

দেওয়া আছে,

$d = 4m$

$b = 6m$

$m = \frac{d}{2} = 2m$

$i = \frac{1}{1000}$

$C = 50$

$A = bd = 6 \times 4 = 24m^2$

উদাহরণ-১৩.১৮। একটি আয়তাকার চ্যানেল সেকশনে $15m^3/s$ হারে পানি প্রবাহ চলে। প্রবাহ বেগ 2.5m/s এবং চেজির ধ্রুবক = 80 হলে চ্যানেল সেকশনের সর্বোচ্চ মিতব্যয়ী পরিমাপ এবং বেডের ঢাল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১০(পরি)]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

$Q = 15m^3/s$

$V = 2.5m/s$

$A = \frac{Q}{V}$

$= \frac{15}{2.5}$

$= 6m^2$

$C = 80$

$b = 2d$

$m = \frac{d}{2}$

$= 1.7\frac{3}{2}$

$= 0.865m$

$i = ?$

$b = ?$

$d = ?$

আমরা জানি,

আতকার চ্যানেলের ক্ষেত্রে

$A = bd$

$\Rightarrow 6 = 2d \times d$

$\Rightarrow d^2 = 3$

$\therefore d = 1.73m$

$b = 2d = 3.47m$

চ্যানেল পরিমাপ = $(3.47 \times 1.73)m$ **(Ans)**

আবার, $Q = AC\sqrt{m\,i}$

$\Rightarrow 15 = 6 \times 0.80\sqrt{0.865 \times i}$

$\Rightarrow 0.865\,i = 9.76 \times 10^{-4}$

$\therefore i = 1 in\ 886$ **(Ans)**

উদাহরণ-১৩.১৯। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ $100m^2$। চ্যানেলটির স্লোপ 1500 : 1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন নিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। c = 50. [বাকাশিবো-১১]

সমাধান:

দেওয়া আছে,

$A = 100m^2$

$i = \frac{1}{1500}$

$c = 50$

$Q = ?$

$b = 2d$

$m = \frac{d}{2} = .5d$

$A = 100$

$\Rightarrow b \times d = 100$

$\Rightarrow 2d^2 = 100$

$\Rightarrow d = 7.07m$

$\therefore b = 14.143m$

$m = \frac{d}{2} = 3.535$

আমরা জানি,

$Q = A\,c\sqrt{m\,i}$

$= 100 \times 50\sqrt{3.535 \times \frac{1}{1500}}$

$= 242.72\ m^3/s$ **(Ans)**

অনুশীলনী-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **খোলা চ্যানেল কী ?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

অথবা, খোলা চ্যানেল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, খোলা নালা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তরঃ যে পথ দ্বারা পানি প্রবাহ কালে পানির উপরিতল সর্বদা বায়ুমণ্ডলের সংস্পর্শে থাকে এরূপ প্রবাহ পথকে খোলা চ্যানেল বলে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, নদী-নালা, খাল-বিল এবং বড় নিউয়ার বা পাইপে আংশিক খোলা-নালা প্রবাহ হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

২। **ভিজা পরিসীমা কাহাকে বলে ?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]

অথবা, ভিজা পরিসীমা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]

উত্তরঃ কোন চ্যানেলে প্রস্থচ্ছেদের যে পরিমাণ পানির ভিতর ডুবন্ত অবস্থায় থাকে, তার পরিসীমাকে ভিজা পরিসীমা (Wetted Perimeters) বলে। এটাকে সাধারণতঃ P দিয়ে নির্দেশ করা হয়।

৩। **পানির গড় গভীরতা বলিতে কী বুঝায় ?** [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ০৯]

অথবা, হাইড্রলিক মিন রেডিয়াস কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, গড় হাইড্রলিক গভীরতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, হাইড্রলিক রেডিয়াস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তরঃ কোন চ্যানেল বা নালার যে অংশে পানি বা তরল পদার্থ বিদ্যমান যে অংশের প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফল এবং ভিজা পরিসীমার অনুপাতকে পানির গড় গভীরতা বলে। ইহাকে চ্যাজির সূত্রে m এবং ম্যানিংস এর সূত্রে R দ্বারা সূচিত করা হয়।

অর্থাৎ, m বা $R = \frac{A}{P}$

৪। **খোলা চ্যানেল কত প্রকার ও কী কী ?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তরঃ খোলা চ্যানেল প্রধানত দুই প্রকার, যথা–

১। প্রাকৃতিক নালা (Natural channel)

২। কৃত্রিম নালা (Artificial channel)।

কৃত্রিম নালা আবার পাঁচ প্রকার, যথা–

১। আয়তাকার নালা

২। ট্রাপিজয়ডাল নালা

৩। বৃত্তাকার নালা

৪। উপবৃত্তাকার নালা

৫। অধিবৃত্তাকার নালা।

৫। **খোলা চ্যানেল দিয়ে প্রবাহের পরিমান নির্ণয় করতে চ্যাজিস ও ম্যানিংস এবং সূত্রদ্বয় লিখ।**

অথবা, খোলা চ্যানেলে নির্গমনের ক্ষেত্রে ম্যানিংস সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, ম্যানিংস-এর সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

অথবা, খোলা চ্যানেলের নির্গমন নির্ণয়ে চেজী ও ম্যানিং এর সূত্র নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]

উত্তরঃ (ক) চ্যাজিস সূত্র $Q = AC\sqrt{mi}$

A = প্রবাহের ক্ষেত্রফল

C = চ্যাজি ধ্রুবক।

(খ) ম্যানিংস সূত্র $Q = A.\ M.\ R^{2/3}, S^{1/2}$

M = ম্যানিংস ধ্রুবক $\frac{1}{n}$

R = হাইড্রলিক মিন ডেপথ

S = Slope

৬। **আয়তাকার চ্যানেলের সর্বাপেক্ষা মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারণের শর্তগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

অথব, আয়তাকার খোলা নালার ক্ষেত্রে মিতব্যয়ীতার শর্তগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, চ্যানেলের সর্বাধিক মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১২(পরি)]

অথবা, মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো–২০০৬, ০৭, ০৭(পরি), ১১, ১৩, ১৪]

অথবা, মিতব্যয়ী বা লাভজনক চ্যানেল কাকে বলে? [বাকাশিবো–০৮

অথবা, আয়তকার চ্যানেলের সর্বাধিক মৃতব্যায়ী সেকশনের শর্ত কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, আয়তাকার চ্যানেল মিতব্যয়ী হওয়ার শর্ত কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, আয়তাকার চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তরঃ যে সকল নালার একটি নির্ধারিত সেকশনের ক্ষেত্রফল এবং মেঝের ঢালে সবচেয়ে বেশি নির্গমন পাওয়া যায় তাকে নালার মিতব্যায়ী সেকশন বলে।

আয়তাকার চ্যানেলের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ নির্গমন ও গতিবেগের জন্য শর্ত হল ঃ (i) $b = 2d$ এবং (ii) $m = \frac{d}{2}$ হবে।

৭। **ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যায়ী সেকশন নির্ধারনের শর্ত কী ?**

অথবা, ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যায়ী সেকশন এর শর্তগুলো নিরূপণ কর। [বাকাশিবো–০৬(পরি)]

অথবা, ট্রাপিজয়ড়াল চ্যানেলের মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তরঃ ট্রাফিজয়ডাল আকৃতির চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যায়ী সেকশন নির্ধারনের শর্ত নিম্নরূপ-

(ক) $\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{x^2 + 1}$

(খ) $m = \frac{d}{2}s$

৮। **প্রবাহমান তরল পদার্থের আপেক্ষিক শক্তি কী ?**

উত্তরঃ একটি তরল প্রবাহিত চ্যানেলের যে কোন সেকশনে আপেক্ষিক শক্তি, স্থিতিশক্তি এবং বীজগাণিতিক যোগফলকে বুঝায় এবং ইহাকে সাধারণতঃ E দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

৯। **ক্রিটিক্যাল ভ্যালুসিটি কাকে বলে ?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১১(পরি)]

অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১৪]

অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর: যে বেগে কোন প্রবাহমান তরলের গতিবেগ স্বাভাবিক অব্যাহত প্রবাহ থেকে অবাধ্য প্রবাহে (Turbulent flow) পরিনত হয়। তাকে ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে অথবা ক্রিটিক্যাল গভীরতার পানির গতিবেগকে ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলে।

১০। **প্রবাহের আকৃতির উপর নির্ভর করে প্রবাহকে কতভাগে ভাগ করা যায় এবং কী কী ?**

উত্তর: আকৃতির উপর নির্ভর করে প্রবাহকে তিনভাগে ভাগ করা যায়।

(i) স্ট্রিমিং ফ্লো (Streaming flow)

(ii) ক্রিটিক্যাল ফ্লো (Critical flow)

(iii) সুটিং ফ্লো (Shooting flow)

১১। **ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটির সূত্রটি লিখ।**

উত্তর: ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি $V_c = \frac{q}{h_c}$

q= প্রতি এক চওড়ার চ্যানেলের নির্বাসন।

hc= ক্রিটিক্যাল ডেপথ।

১২। **স্ট্রিমিং ফ্লো ও সুটিং ফ্লো-এর মধ্যে পার্থক্য কী ?**

উত্তর:

স্ট্রিমিং ফ্লো	সুটিং ফ্লো
(i) চ্যানেলের মধ্যে পানির স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা বেশি হয়।	(ii) পানির স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা কম হয়।

১৩। **হাইড্রলিক জাম্পের কারণে শক্তি অপচয়ের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর: শক্তি অপচয়- $E_L = \left(\frac{V_1^2}{2g} + d_1\right) - \left(\frac{V_2^2}{2g} + d_2\right)$

E_L= হাইড্রলিক জাম্পে শক্তির অপচয়।

১৪। **রড ফ্লোট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-০৫, ১৪(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর: একটি সিলিন্ডিক্যাল হলো মেটালিক এবং তলদেশে ওজনযুক্ত বা প্রবাহের বেগ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়।

১৫। **সারফেস ফ্লোট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-০৭, ১৪]

উত্তর: সারফেস ফ্লোট দিয়ে সহজে মুক্ত তলের ভেলোসিটি মাপা যায়। এর অপর নাম সিঙ্গেল ফ্লোট।

১৬। **ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর: কোন চ্যানেলের যে বিন্দুতে আপেক্ষিক শক্তি সর্বনিম্ন ঐ বিন্দুতে পানির গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলে।

১৭। **স্ট্রিমিং ফ্লো কী?** [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর: যদি চ্যানেলের মধ্যে পানির স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা বেশি হয় তা হলে ফ্লো বা প্রবাহকে স্ট্রিমিং ফ্লো বলে।

১৮। **ফ্লোটমিটার কী?** [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর: ফ্লোট মিটার এমন এক ধরনের ডিভাইস বা যন্ত্র যার সাহায্যে প্রবাহীর গতিবেগ মাপা যায়।

১৯। **সংকট বেগ বা (Critical velocity) কাকে বলে?**

অথবা, সংকট বেগ কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ক্রিটিক্যাল ডেপথ এ পানির গতিবেগকে সংকট বেগ বা critical velocity বলে।

২০। **রড় ফ্লোটের সাহায্যে প্রবাহ বেগ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।** [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর ঃ ফ্রান্সিসের সূত্র অনুযায়ী $V_{mean} = Vr\left[1.012 - 0.116\sqrt{\frac{x}{d}}\right]$

V_r = রড় দিয়ে নিরূপিত বেগ

x = রড় ও তলদেশের গ্যাপ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **খোলা চ্যানেল বলতে কী বুঝ ?**

উত্তর ঃ যে সকল নালার উপরের প্রান্ত মুক্ত বাতাসে খোলা থাকে বা নালার ভিতর প্রবাহিত পানি মুক্ততলের উপর বায়ু থাকে তাহাকে খোলা নালা বলে।

২। **বিভিন্ন প্রকারে খোলা চ্যানেলের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ নালাকে আমরা প্রধানতঃ দু'টি ভাগে ভাগ করতে পারি। যথা ঃ

১। প্রাকৃতিক নালা (Natural channel)

২। কৃত্রিম নালা (Artificial channel)

১। প্রাকৃতিক নালা (Natural Channel) ঃ যে সকল নালা প্রাকৃতিকভাবে উৎপত্তি হয় তাকে প্রাকৃতিক নালা বলে। যেমনঃ নদী, খাল, ইত্যাদি প্রাকৃতিক অবস্থায় উৎপন্ন হয় বলে এ ধরনের নালার প্রস্থচ্ছেদের সমতা থাকে না অর্থাৎ এক এক নালা এক এক রকমের হয়ে থাকে।

২। কৃত্রিম নালা (Artificial Channel) ঃ যে সকল নালা কৃত্রিম উপায়ে তৈরি করা হয় তাকে কৃত্রিম নালা বলে। এটা ইচ্ছা অনুযায়ী যে কোন আকৃতির দেওয়া যায়।

সাধারণতঃ কৃত্রিম নালা ৫ প্রকার ঃ

১। আয়তাকার নালা (Rectrangular channel)

২। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির নালা (Trapezoidal channel)

৩। বৃত্তাকার নালা (Circular channel)

৪। উপবৃত্তাকার নালা (Semi-circular channel)

৫। অধিবৃত্তাকার নালা (Elliptical channel)

৩। **হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝ ?**

অথবা, হাইড্রলিক জাম্প কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭(পরি), ১১, ১৩]

অথবা, হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১২, ১৩(পরি) ১৪, ১৪(পরি)]

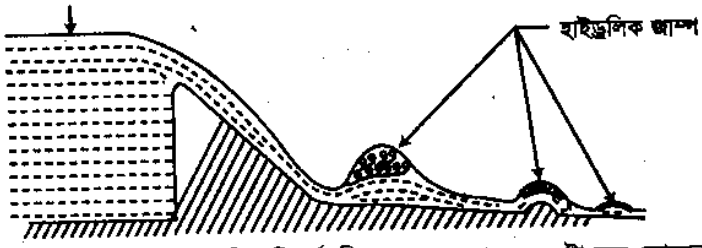
অথবা, হাইড্রলিক জাম্প কী, সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ যখন পানির স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল গভীরতা অপেক্ষা কম হয় তখন উহার প্রবাহকে খুঁটির প্রবাহ বলে। আবার পানির গভীরতা ক্রিটিক্যাল গভীরতা অপেক্ষা বেশি হইলে তখন ঐ প্রবাহকে স্ট্রিমিং প্রবাহ বলে। পরীক্ষান্তে দেখা গিয়েছে যে, সুটিং প্রবাহ একটি পরিবর্তনশীল ধরনের প্রবাহ এবং ইহা জলস্রোতের নিম্নদিকে ক্রমাগত প্রবাহিত হয় না। তখন এই প্রবাহের গভীরতাকে বৃদ্ধি করিয়া স্ট্রিমিং প্রবাহতে পরিনত করিতে হয়। পরিবর্তনশীল সুটিং প্রবাহ, অপরিবর্তনশীল স্ট্রিমিং প্রবাহে পরিবর্তিত হইবার সময় পানির লেভেলের যে বৃদ্ধি ঘটে, একে হাইড্রলিক জাম্প বলে। একে Standing Wave ও বলা হয়।

৪। চিত্র অংকন করে হাইড্রলিক জাম্প দেখাও।

অথবা, হাইড্রোলিক জাম্প কী? সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: হাইড্রলিক জাম্প (Hydraulic Jump) : যখন পানি স্বাভাবিক গভীরতা ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা কম হয় তখন প্রবাহ বা ফ্লোকে সুটিং ফ্লো বলে। কিন্তু পানির নরমাল ডেপথ ক্রিটিক্যাল ডেপথ অপেক্ষা বেশি হলে তখন ঐ ফ্লোকে স্ট্রিমিং ফ্লো বলে।



পরীক্ষা দিয়ে দেখা গেছে যে সুটিং ফ্লো একটি পরিবর্তনশীল ধরনের ফ্লো এবং ওটা জল স্রোতের নিম্নদিকে ক্রমাগত চলে না (does not continue on the down stream side), তখন এ ফ্লো এর গভীরতা বাড়ায়ে স্ট্রিমিং ফ্লোতে পরিণত হয়। পরিবর্তনশীল সুটিং ফ্লো, অপরিবর্তনশীল স্ট্রিমিং ফ্লোতে পরিবর্তিত হবার সময় পানির লেভেলের যে বৃদ্ধি ঘটে একে হাইড্রলিক জাম্প বা স্ট্যান্ডিং ওয়েভ (standing wave) বলে। যেখানে হাইড্রলিক জাম্প ঘটে সেখানে বেশ পরিমাণ শক্তি নষ্ট হয়ে যায়। হাইড্রলিক জাম্পের পর পানি অধিক গভীরতায় প্রবাহ হয় কিন্তু কম গতিবেগে প্রবাহিত হতে থাকে।

৫। কারেন্ট মিটার কী? [বাকাশিবো-০৬, ১০, ১১, ১৩, ১৫(পরি)]

অথবা, কারেন্ট মিটার দিয়ে কী নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

অথবা, কারেন্ট মিটারের কাজ কী? [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর: কারেন্ট মিটার এমন একটি যন্ত্র, যা দ্বারা সাধারণত চ্যানেল প্রবাহের গতিবেগ পরিমাপ করা হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। চেজিস ও ম্যানিংস সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলে প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয়ের ব্যাখ্যা কর।

অথবা, চেজির সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: ১৩.৪ ও ১৩.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। আয়তাকার চ্যানেলের সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারনের শর্তের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: ১৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি চ্যানেলে সবচেয়ে বেশি নির্গমন পাওয়া যাবে। বুঝায়ে লিখ।

উত্তর সংকেত: ১৩.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। প্রবাহমান তরল পদার্থের আপেক্ষিক শক্তির ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: ১৩.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। প্রমাণ কর যে হাইড্রলিক জাম্প এর কারণে শক্তির অপচয় $\left(\frac{V_1^2}{2g}+d_1\right)-\left(\frac{V_2^2}{2g}+d_2\right)$

উত্তর সংকেত: ১৩.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। কারেন্ট মিটারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ২০০৮, ১১, ১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: ১৩.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি আয়তাকার চ্যানেলের গভীরতা 2 মিটার এবং প্রস্থ 3 মিটার। যদি চ্যাজির ধ্রুবক 55 হয়, তা হলে নির্গমন নির্ণয় কর। এটা বেড স্লোপ 1000 এ 1। [উত্তর ঃ 9670 লিটার/সেঃ]

২। একটি ট্রাপিজিয়াম আকৃতি চ্যানেলের বেস 2 মিঃ এবং সাইড স্লোপ 1 আনুভূমিক। চ্যানেলের গভীরতা 1.33 মিঃ। চেজির ধ্রুবক নির্ণয় কর। যদি নির্গমন 7200 লিটার/সেঃ। চ্যানেলের স্লোপ 530এ 1। [উত্তর ঃ 55.3 ।

৩। একটি চ্যানেলে নির্গমন হার 2.5 ঘঃ মিঃ / সেঃ, পানির গভীরতা 1 মিটার সাইড স্লোড 45°। বের কর-১। বেডের প্রশস্ত ২। স্লেপ যদি বেগ 1 মিঃ / সেঃ। C = 60। [উত্তর ঃ .578 মিঃ $\frac{1}{2080}$ = 2080 এ1]

৪। একটি আয়ারণ চ্যানেল সাধারণ সারফেস এবং সাইড স্লোপ 1 ভার্টিক্যাল 1.5 আনুভূমিক। নির্গমন 21 ঘন মিঃ/সেঃ। গড় বেগ 1.5 মিঃ / সেঃ। যদি গভীরতা বেডের অর্ধেক হয়। হাইড্রলিক স্লোপ বের কর। বেজিনের সম্পর্ক দিয়ে চেজির ধ্রুবক বের কর, বেজিনের ধ্রুবক বের কর যদি K = 2.35 হয়। [উত্তর ঃ C = 40.3 স্লোপ 900 এ 1]

৫। একটি ট্রাপিজিয়াম চ্যানেলের বেস 3 মিঃ, বেড এবং সাইড স্লোপ 800 এ 1। ভার্টিক্যাল 2 এবং আনুভূমিক 1। ম্যানিং এর সূত্র অবলম্বনে নির্গমন বের কর। পানির গভীরতা 1 মিটার এবং কাটার ধ্রুবক N = 0.03। [উত্তর ঃ 3.155 ঘন মিঃ / সেঃ]

৬। একটি আয়তাকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 18 বঃ মিঃ সর্বোচ্চ লাভজনক সেকশন নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ d = 3 মিঃ b = 6 মিঃ]

৭। একটি আয়তাকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 4.5 বঃ মিঃ বেড স্লোপ 1000 এ 1। ধ্রুবক N এর মান = 0.03 তা হলে নির্গমন নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ 3.92 ঘঃ মিঃ / সেঃ।]

৮। একটি আয়তাকার চ্যানেলে দিয়ে 15 ঘন মিঃ/সেঃ। বেগ 2.5 মিঃ/সেঃ। চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয় কর। যদি চেজির ধ্রুবক C = 80 হয় তবে চ্যানেলের বেড স্লোপ নির্ণয় কর। [উত্তর ঃ d = 1.732 মিঃ b = 3.464 মিঃ, স্লোপ = 887 এ 1]

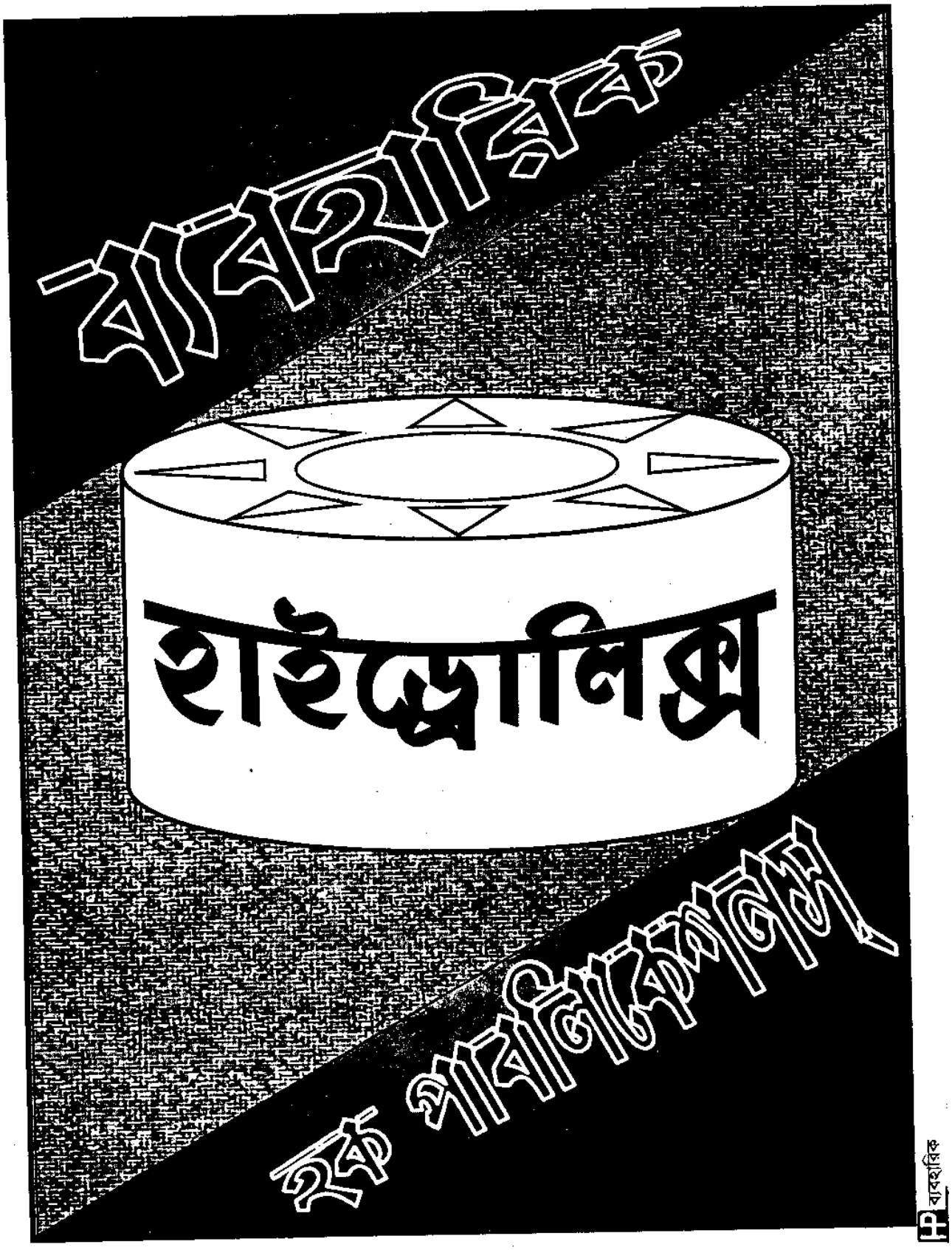
৯। যদি স্লোপের এর বেড স্লোপ 1 : 1 এবং 1000 এ 1 হয় এবং নিগর্মন 15 ঘঃ মিঃ / সেঃ। তা হলে লাভজনক বটমের প্রস্থ ও পানির গভীরতা নির্ণয় কর। চেজির ধ্রুবক C = 60। [উত্তর ঃ d = 2.064 মিঃ b = 1.71 মিঃ]

১০। একটি ট্রাপিজিয়াম চ্যানেলের দিয়ে 6 ঘঃ মিঃ/সেঃ পানি নির্গমন হচ্ছে এবং এর বেগ 1.6 মিঃ/সেঃ। সাইড স্লোপ $\frac{1}{2}$ আনুভূমিক 1 খাঁড়া। যদি চেজির ধ্রুবক C = 60 হয় তবে বেড স্লোপ ও লাভজনক উচ্চতা ও বেস নির্ণয় কর।
[উত্তর ঃ d = 1.47 মিঃ b = 1.824 মিঃ বেড় স্লোপ = 966 মিঃ/কিঃ মিঃ]

১১। একটি আয়তাকার চ্যানেলের চওড়া 6 মিটার এবং প্রতি সেকেন্ডে 1200 লিটার পানি প্রবাহিত হতেছে। যদি গড় গতিবেগ প্রতি সেঃ 6 মিটার হয়। তবে হাইড্রলিক জাম্পের উচ্চতা নির্ণয় কর এবং কী পরিমাণ শক্তির অপচয় হবে।
[উত্তর ঃ 0.443 মিঃ 1.384 মিঃ kg/kg]

১২। সমপ্রশস্ত বিশিষ্ট একটি চ্যানেলে দিয়ে পানি প্রবাহিত হতেছে। চ্যানেলের প্রতি মিটার প্রস্থ দিয়ে প্রতি সেঃ প্রবাহের পরিমাণ 40 ঘন মিটার এবং হাইড্রলিক জাম্প সৃষ্টি করতেছে হাইড্রলিক জাম্পের উর্ধ্ব প্রান্তে পানির উচ্চতা 3 মিটার হলে নিম্ন পানির উচ্চতা নির্ণয় কর।
[উত্তর ঃ d_2 = 9.03 মিঃ]

খেলা সাজেশ দিয়ে তৈরিতে ধ্যান


ব্যবহারিক
হাইড্রোলিক্স
হক পাবলিকেশন্স
ব্যবহারিক

এতে আছে

- প্রবাহিত তরলের দুই সেকশনের চাপের পার্থক্য নির্ণয়
- সরল ম্যানোমিটারের সাহায্যে তরল প্রবাহীর চাপ নির্ণয়।
- প্রবাহিত তরলের দুই সেকশনের চাপের পার্থক্য নির্ণয়
- উল্টানো ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারের তরলের চাপ পার্থক্য
- বার্নোলীর সূত্রের প্রমাণকরণ
- ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপ লাইনের নির্গমন নির্নয়
- নির্গমন সহগ (C_d) বেগের সহগ (C_v) এবং সংকোচন সহগ (C_c) নির্ণয়
- ত্রিভুজাকৃতির নচ (ভি-নচ) এর নির্গমন নির্ণয়
- কোন চ্যানেল দিয়ে প্রবাহিত তরলের বেগ নির্ণয়
- খোলা চ্যানেলে বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ প্রদর্শন

ব্যবহারিক
(Practical)

জব নং-১	তারিখ.....
জবের নাম	পাইপ লাইনে অথবা ট্যাংকের কোন নির্দিষ্ট সেকশনে/পয়েন্টে চাপ নির্ণয় (Measure pressure at a particular section/point of a tank or pipe line)

জবের নাম ঃ (ক) পিজোমিটার টিউবের সাহায্যে তরল প্রবাহীর চাপ নির্ণয়।

জবের উদ্দেশ্য ঃ একটি পিজোমিটার টিউবের সাহায্যে তরল পদার্থের চাপ নির্ণয়ের পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব ধারণা অর্জন করা।

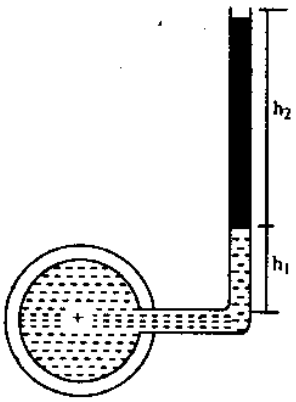
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

(i) পিজোমিটার টিউব

(ii) টেপ বা ফিতা

(iii) প্রবাহীর চাপযুক্ত পাইপ

জবের চিত্র ঃ



কাজের ধারা ঃ

(i) প্রবাহীর চাপযুক্ত পাইপের সাথে পিজোমিটার টিউবটি সংযুক্ত করি।

(ii) প্রবাহীর নল খুলে দিই।

(iii) প্রবাহীর চাপের কারণে পাইপের ডেটাম হতে পানির ও পারদের মিলনতল পর্যন্ত দূরত্ব h_1 মেপে নিই।

(iv) মুক্ততল হতে পারদ স্তম্ভের গভীরতা h_2 মেপে নিই ও প্রয়োজনীয় হিসাবের সাহায্যে পানির চাপ হিসাব করি।

প্রয়োজনীয় হিসাবনিকাশ ঃ

এখানে, $h_1 = 5$ cm, $h_2 = 10$ cm

$S_1 = 1$ ও $S_2 = 13.6$

$\therefore\ h_A - 5 \times 1 - 10 \times 13.6 = 0$

$\Rightarrow h_A = 141$ cm of water

$P_A = \omega h_A = 0.001 \times 141 = 0.141$ kg/cm^2

সাবধানতা ঃ

(i) সকল পরিমাপ সূক্ষ্মতার সাথে পরীক্ষণ করতে পারি।

(ii) সতর্কতার সাথে হিসাবনিকাশ করতে পারি।

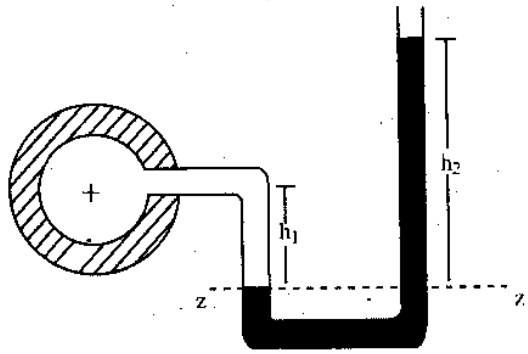
মন্তব্য ঃ এই জবটির মাধ্যমে আমরা পিজোমিটার টিউবের সাহায্যে পানির প্রবাহের চাপ পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব ধারণা অর্জন করতে পারি।

জব নং-২	তারিখ.....
জবের নাম	**সরল ম্যানোমিটারের সাহায্যে তরল প্রবাহীর চাপ নির্ণয় (Measure Pressure of a flowing liquid by the simple manometer)**

জবের উদ্দেশ্য ঃ একটি সরল ম্যানোমিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের চাপ নির্ণয়ের পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব ধারণা অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ (i) সরল ম্যানোমিটার
(ii) টেপ বা ফিতা
(iii) প্রবাহীর চাপযুক্ত পাইপ।

জবের চিত্র ঃ



কাজের ধারা ঃ

(i) প্রবাহীর চাপযুক্ত যে পাইপের চাপ পরিমাপ করতে হবে সেই পাইপের সাথে সরল ম্যানোমিটারটি সংযুক্ত করতে হবে।

(ii) পাইপের পানি প্রবাহের জন্য প্রবাহ নল খুলে দিতে হবে।

(iii) পানির চাপে সরল ম্যানোমিটারের দুই বাহুর পারদ স্তম্ভের পার্থক্য পর্যবেক্ষণ করতে হবে ও লিপিবদ্ধ করে প্রয়োজনীয় হিসাবের মাধ্যমে পানির চাপ পরিমাপ করতে হবে।

প্রয়োজনীয় হিসাবনিকাশ ঃ

চিত্রানুসারে, $h_1 = 6$ cm, $h_2 = 15$ cm

$S_1 = 1$ এবং $S_2 = 13.6$

শর্তমতে,

$$h_A + h_1S_1 - h_2S_2 = 0$$
$$\Rightarrow h_A + 6 \times 1 - 15 \times 13.6 = 0$$
$$\Rightarrow h_A = 198 \text{ cm of water}$$

আমরা জানি, $P = \omega h_A = 0.001 \times 198 = 0.198$ kg/cm^2

চিত্রানুসারে $h_1 = 6$ cm, $h_2 = 15$ cm

$S_1 = 1$ এবং $S_2 = 13.6$

শর্তমতে, $h_A + h_1S_1 - h_2S_2 = 0$

$\Rightarrow h_A + 6 \times 1 - 15 \times 13.6 = 0$

$\Rightarrow h_A = 198$ cm of water

আমরা জানি, $P = \omega h_A = 0.001 \times 198 = 0.198$ kg/cm^2

সাবধানতা ঃ

(i) পরীক্ষণের পূর্বে ম্যানোমিটারের পারদ লেভেল ডেটাম নিরীক্ষা করে নিতে হবে।

(ii) সকল উচ্চতা সূক্ষ্মতার সাথে পরিমাপ করতে হবে।

মন্তব্য ঃ এই জবটির মাধ্যমে সরল ম্যানোমিটার ব্যবহার করে পাইপের পানির চাপ পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব ধারণা অর্জন করা যায়।

জব নং-৩	তারিখ.....
জবের নাম	**প্রবাহিত তরলের দুই সেকশনের চাপের পার্থক্য নির্ণয় (Measure difference of pressure between two section of a flowing liquid)**

(ক) ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে (by differential manometer),

(খ) ইনভার্টেড ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে (by inverted differential manometer)।

জব এর উদ্দেশ্য :

Differential manometer এর সাহায্যে একই পাইপের দুটিতে কিংবা দুটি ভিন্ন পাইপের মধ্যে চাপের পার্থক্য নির্ণয় করাই এই জবের মূল উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

(i) একটি ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার।

(ii) একটি ইনভার্টেট ম্যানোমিটার

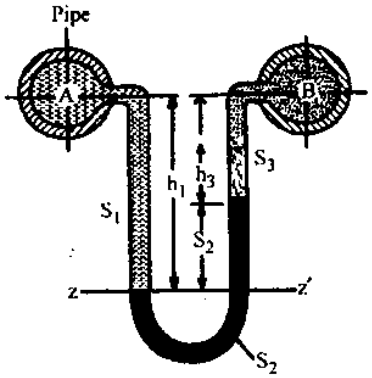
(iii) পানির ট্যাংক

(iv) পাইপ

(v) ক্যালকুলেটর।

কার্যপ্রণালি :

(i) ভারী তরলবাহী একটি U-টিউব দ্বারা ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার গঠিত। এর U-আকৃতির দুই প্রান্তকে দুই প্রান্তের দুই দিকে দুটি বিন্দুর সাথে বা দুটি পাইপের সাথে যুক্ত করা হয় যাদের মধ্যকার চাপ পার্থক্য নির্ণয় করা দরকার।



ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার :

মনে করি, একই উচ্চতায় অবস্থিত A এবং B দুটি পাইপ যাদের পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য একটি U কাচের নল ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্রানুযায়ী A পাইপের চাপ বেশি থাকার জন্য ম্যানোমিটারের তরল বাম বাহুতে নিচের দিকে নেমে এসেছে এবং ডান বাহুতে উপরের দিকে উঠেছে।

ধরি, বাম বাহুতে হালকা তরল এবং ভারী তরলের মিলনতল বরাবর 2 – 2 সাধারণ তল বা ডেটা বলে। A এবং B একই পাইপের দুটি বিন্দু হলে প্রবাহিত তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব $S_1 = S_3$ হবে। যদি ম্যানোমিটারের তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব S_2 হয় তখন A এবং B বিন্দুর চাপের পার্থক্য 2 – 2 তল বরাবর বাহুর চাপ

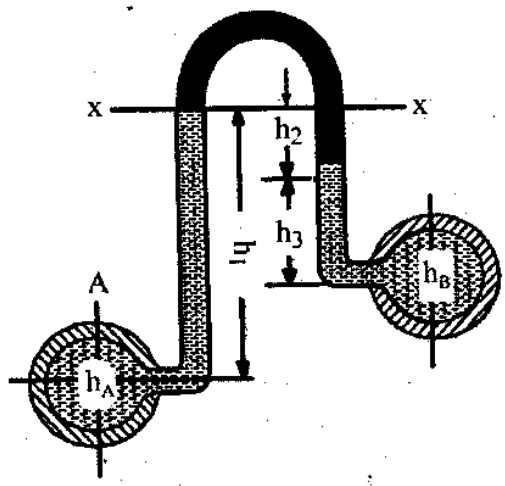
$$h_A + h_1S_1 = h_B + h_2S_2 + h_3S_3$$

$$\Rightarrow \quad h_A - h_B = h_2S_2 + h_3S_3 - h_1S_1$$

$$= h_2S_2 + h_3S_3 - h_2S_1 - h_3S_1$$

$$= h_2(S_2 - S_1)$$

ক্রম নং-৪	তারিখ.....
ক্রমের নাম	**উল্টানো ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারের তরলের চাপ পার্থক্য (Difference of pressure of a liquid by the inverted differential manometer)**



কার্যপ্রণালি ঃ যে দুটি চাপের পার্থক্য নির্ণয় করতে হবে Inverted defferential ম্যানোমিটার U-টিউবকে উক্ত দুটি বিন্দুতে সংযোগ করতে হবে। এটা বিশেষ ধরনের ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার যাতে U-টিউবকে উল্টো অবস্থায় ব্যবহার করা হয়। উল্টানো U টিউবের এই প্রকার চাপমান যন্ত্র দ্বারা অতি সূক্ষ্মভাবে নিম্নচাপের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। Inverted defferential ম্যানোমিটার U-টিউবের হালকা তরল ব্যবহৃত হয় যাতে উল্টানো অবস্থায় তরলটির উপরে বাঁকা অংশে ভাসে।

h_1 = বাম বাহুতে তরলের উচ্চতা

h_2 = ম্যানোমিটারের পাঠ অথবা ডান ও বাম

h_3 = Datum line এর নিচে ডান বাহুতে তরলের

h_A = A পাইপের ভিতরের চাপ

h_B = B পাইপের ভিতরের চাপ

S_1 = বাম বাহুতে তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব

S_2 = হালকা তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব

S_3 = ডান বাহুতে তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব

∴ বাম বাহুতে চাপ = ডান বাহুতে চাপ

$$h_A - S_1h_1 = h_B - S_2h_2 - S_3h_3$$

$$\Rightarrow \quad h_A - h_B = S_1h_1 - S_2h_2 - S_3h_3 \text{ ..... (i)}$$

ছক নং-৫	তারিখ.....
ছকের নাম	বার্নোলীর সূত্রের প্রমাণকরণ (Demonstrate proof of Bernoulis theorem) ঃ

উদ্দেশ্য ঃ কীভাবে বার্নোলির সূত্রের সাহায্যে পাইপের দুই বিন্দুর চাপের পরিমাণ নির্ণয় করতে হয় সে সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

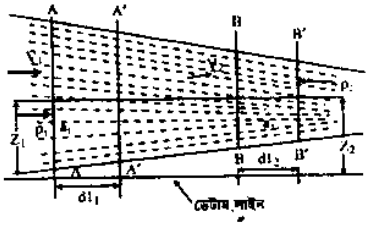
তত্ত্ব ঃ আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 60 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে, পাইপের A ও B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 30cm ও 20cm। B প্রান্তের ওজন 1.25 kg/cm^2 হলে A প্রান্তের চাপ নির্ণয় করার জন্য নিম্নের সূত্র প্রয়োগ করা হয়।

সূত্র ঃ $Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{V_2^2}{2g}$

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

(i) আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি টেপার পাইপ,

(ii) প্রেসার পরিমাপক যন্ত্র, (iii) মোটর, (iv) পাম্প।



কাজের ধারা ঃ

(i) প্রথমে আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি টেপার পাইপ যার A প্রান্তের ব্যাস 30 cm ও B প্রান্তের ব্যাস 20 cm।

(ii) তারপর সেই পাইপকে পাম্প এবং মোটরের সাথে সংযোগ করি।

(iii) তারপর মোটর চালু করে পাইপের ভিতর দিয়ে চাপের মাধ্যমে তরল প্রবাহিত করি।

(iv) তারপর পানির নির্গমন নির্ণয় করার জন্য স্টপওয়াচ ধরে পানি একটি নির্দিষ্ট ট্যাংকে সঞ্চয় করি।

(v) ফলে হিসাব করে প্রতি সেকেন্ডে 60 লিটার পানি প্রবাহিত করি।

(vi) এখন প্রাপ্ত তথ্যাদির সাহায্যে হিসাব করে A প্রান্তের চাপ নির্ণয় করি।

হিসাব ঃ দেওয়া আছে, Q $= 60$ litre/sec

$= 60 \times 10^3$ cm^3/sec

$d_A = 30\text{cm} \therefore a_A = \frac{\pi}{4}(30)^2 = 706.5 \text{ cm}^2$

$d_B = 20\text{cm} \therefore a_b = \frac{\pi}{4}(20)^2 = 314 \text{ cm}^2$

$V_A = \frac{60000}{706.5} = 84.92$ cm/sec

$V_B = \frac{60000}{314} = 191.08$ cm/sec

$P_B = 1.25 \text{ kg/cm}^2, Z_A = 0, Z_B = 0$

আমরা জানি, $Z_A + \frac{P_A}{\omega} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_3}{\omega} + \frac{V_B^2}{2g}$

বা, $0 + \frac{P_A}{0.001} + \frac{(84.92)^2}{2 \times 981} = 0 + \frac{1.25}{0.001} + \frac{(191.08)^2}{(2 \times 981)}$

বা, $\frac{P_A}{0.001} = 1250 + 18.61 - 3.67$

বা, $\frac{P_A}{0.001} = 1264.94$

বা, $P_A = 1.265 \text{ kg/cm}^2$

সতর্কতা ঃ (i) টেপার পাইপের সাথে পাম্প খুব ভালভাবে সংযোগ করতে হবে।

(ii) সংযোগস্থলে এবং পাইপে যেন কোন ছিদ্র না থাকে তার ব্যবস্থা করতে হবে।

(iii) পাইপ এবং মোটরের সংযোগস্থল পরীক্ষা করতে হবে যেন কোন লিকেজ না থাকে।

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কার্যাদির সাহায্যে পাইপের চাপ সঠিকভাবে নির্ণয় করতে হবে।

জব নং-৬	তারিখ.....
জবের নাম	ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপ লাইনের নির্গমন নির্ণয় **Measures discharge through a pipe line by Venturimeter.**

উদ্দেশ্য ঃ কীভাবে ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পাইপের ভিতর দিয়ে নির্গমন নির্ণয় করতে হয় সে সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

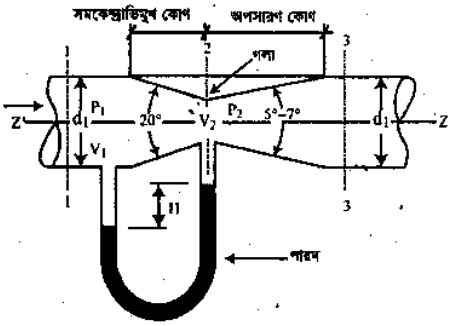
তত্ত্ব ঃ একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1m ও প্রটের ব্যাস 0.5m এবং এর মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও প্রটের মধ্যে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেনশিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 5 cm. মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে। নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে নির্গমন নির্ণয় করা হয়–

সূত্র ঃ $Q = C \dfrac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gH}$

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

(i) পাইপ, (ii) ভেনচুরি মিটার, (iii) মোটর, (iv) পাম্প, (v) জলাধার (ট্যাঙ্ক) (vi) ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার ইত্যাদি।

জবের চিত্র ঃ



কাজের ধারা ঃ

(i) প্রথমে স্টোররুম থেকে উপরোল্লিখিত যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করি।

(ii) ভেনচুরি মিটারের উভয় পাশে দুটি পাইপ সংযুক্ত করি।

(iii) তারপর পাইপের এক প্রান্তে মোটর ও পাম্প সংযুক্ত করি।

(iv) তারপর পাম্পিং করে মোটর চালু করি।

(v) তারপর কিছুক্ষণ পর ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে পারদ স্তম্ভের পার্থক্য করি।

(vi) তারপর নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে এর ভেতর দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করি।

প্রয়োজনীয় হিসাবনিকাশ ঃ

দেওয়া আছে, $d_1 = 1m = 100$ cm $\therefore a_1 = \frac{\pi}{4}(100)^2$

$= 7853.98 \text{ cm}^2$

$d = 50$ cm $\therefore a_2 = \frac{\pi}{4}(50)^2 = 1963.49 \text{ cm}^2$

$C = 0.97, H = 5\left(\frac{13.6 - 1}{13.1}\right) = 63$ cm

আমরা জানি,

$$Q = 0.97 \times \frac{7853.98 \times 1963.49}{\sqrt{(7863.98)^2 - (1963.49)^2}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 63}$$

$= 691567.37 \text{ cm}^3/\text{sec}$

$= 691.57$ litre/sec

সতর্কতা ঃ (i) পাইপের সংযোগস্থলে কোন লিকেজ আছে কিনা নিরীক্ষা করতে হবে।

(ii) পারদ স্তম্ভের উচ্চতা একটি নির্দিষ্ট সময় পরে অর্থাৎ যখন পানির প্রবাহ স্থির অবস্থায় থাকে তখন নির্ণয় করতে হবে।

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কার্যাদির সাহায্যে তরলের নির্গমন সঠিকভাবে নির্ণয় করতে হবে।

ব্যবহারিক

জব নং-৭	তারিখ.....
জবের নাম	নির্গমন সহগ (C_d) বেগের সহগ (C_v) এবং সংকোচন সহগ (C_c) নির্ণয় Determine Co-efficient of discharge (C_d), Co-efficient of velocity (C_v) and co-efficient of contraction (C_c),

উদ্দেশ্য : অরিফিসের মাধ্যমে কীভাবে হাইড্রোলিক সহগসমূহ নির্ণয় করতে হয় সে সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা।

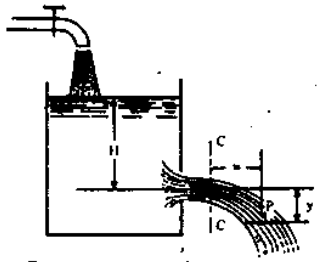
তত্ত্ব : 2.5cm ব্যাসবিশিষ্ট একটি অরিফিস দ্বারা সার্বক্ষণিক 1m হেডের আওতায় জেট আকারে পানি নির্গত হচ্ছে। ভেনা কন্ট্রাকট হতে কোন সময় পানির একটি কণার আনুভূমিক ও উল্লম্ব দূরত্ব যথাক্রমে 35cm এবং 3.50 cm. নির্গমনের পরিমাণ প্রতি সেকেন্ডে 1.35 লিটার/dec. নিম্নের সূত্রগুলো ব্যবহার করে হাইড্রোলিক সহগসমূহ নির্ণয় করতে হবে।

সূত্র : (i) $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$, $C_d = \frac{Q}{a\sqrt{2gH}}$, $C_c = \frac{C_d}{C_v}$

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল :

(i) অরিফিসযুক্ত একটি ট্যাংক, (ii) মোটর ও কাঙ্ক্ষিত মাপের পাইপ, (iii) উচ্চতা নির্ণয়ের স্কেল (iv) স্টপওয়াচ ইত্যাদি।

জবের চিত্র :



কাজের ধারা : (i) প্রথমে উপরোল্লিখিত যন্ত্রপাতি ও মালামাল স্টোররুম থেকে সংগ্রহ করি।

(ii) তারপর অরিফিসযুক্ত একটি ট্যাংক নির্দিষ্ট স্থানে স্থাপন করি।

(iii) এরপর ট্যাংকের উপর একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় পাইপ স্থাপন করে সেই পাইপকে মোটরপাম্পের সাথে ভালভাবে সংযুক্ত করি।

(iv) তারপর মোটরপাম্প চালু করি।

(v) তারপর ট্যাংকে পানি ভর্তি হবার পর সেই পানি অরিফিস দিয়ে জেট আকারে নির্গত হতে দিই।

(vi) কিছুক্ষণ পর পানির প্রবাহ যখন স্থির অবস্থায় আসে তখন উচ্চতা পরিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে এর ধ্রুব হেড নির্ণয় করি।

(vii) তারপর জেটের ভেনাকান্ট্রাকটা হতে একটি নির্দিষ্ট জলকণার আনুভূমিক দূরত্ব ও উল্লম্ব উচ্চতা পরিমাপ করি।

(viii) এরপর নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে হাইড্রলিক সহগসমূহ নির্ণয় করি।

প্রয়োজনীয় হিসাব :

দেওয়া আছে,

অরিফিসের ব্যাস d = 2.5 cm $\therefore$ $a = \frac{\pi}{4}(2.5)^2$

$= 4.91 \text{ cm}^2$

H = 1m = 100 cm, x = 35 cm, y = 3.5 cm

Q = 1.35 litre/sec = 1350 cm^3/sec

(i) বেগের সহগ, $C_v = \sqrt{\frac{(35)^2}{4 \times 3.5 \times 100}} = 0.94$

(ii) নির্গমন সহগ, $C_d = \frac{1350}{4.91 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 100}}$

$= 0.62$

(iii) সংকোচন সহগ $C_c = \frac{C_d}{C_v} = \frac{0.62}{0.94} = 0.66$

সতর্কতা : (i) পানির প্রবাহ যখন স্থির অবস্থায় থাকে তখন স্টপওয়াচ ধরে নির্গমন নির্ণয় করতে হবে এবং ধ্রুব হেড (H) পরিমাপ করতে হবে।

(ii) সতর্কতার সাথে জেটের জন্য কোন জলকণার আনুভূমিক দূরত্ব (x) ও উল্লম্ব উচ্চতা (y) পরিমাপ করতে হবে।

মন্তব্য : উপরোক্ত কার্যাদির মাধ্যমে হাইড্রলিক সহগসমূহ সঠিকভাবে নির্ণয় করতে হবে।

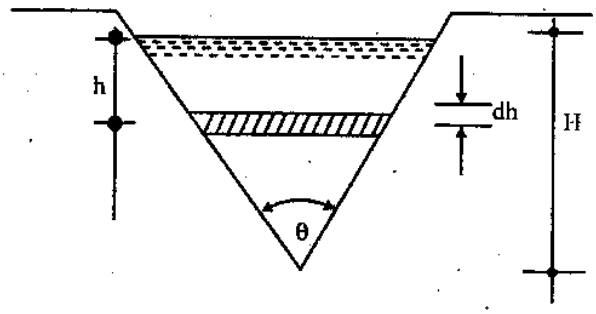
জব নং-৮	তারিখ.....
জবের নাম	ত্রিভুজাকৃতির নচ (ভি-নচ) এর নির্গমন নির্ণয় **Measure discharge through a triangular notch (V-notch) and calculate discharge.**

উদ্দেশ্য ঃ কীভাবে ত্রিভুজাকৃতি-নচ দিয়ে নির্গমন নির্ণয় করতে হয় যে সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

(i) জলাধারে ব্যবহৃত একটি V নচ; (ii) স্টপওয়াচ, (iii) মোটর ও পাম্প, (iv) উচ্চতা নির্ণয়ের স্কেল, (v) .....

তত্ত্ব ঃ এক সমকোণ বিশিষ্ট একটি V-নচ দিয়ে নির্গমন liter/sec এ নির্ণয় করতে হবে। নচের পানির গভীর 15cm নির্গমন সহগ 0.62.



কাজের ধারা ঃ

(i) প্রথমে পানিশূন্য একটি জলাধার নির্বাচন করি যার সাথে সমকোণ বিশিষ্ট একটি V-নচ সংযুক্ত থাকে।

(ii) মোটর এবং পাম্প সংযুক্ত করি।

(iii) তারপর মোটর চালু করি।

(iv) তারপর V-নচ দিয়ে পানি জলাধারে নির্গমন করি ।

(v) V-নচ দিয়ে পানি প্রবাহকালে এর উচ্চতা (H) স্কেলের সাহায্যে মেপে নিই।

প্রয়োজনীয় হিসাব ঃ দেওয়া আছে, H = 15 cm

$C_d = 0.62,\ \theta = 90°$

V-নচের নির্গমন সূত্র হতে আমরা জানি,

$$Q = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2g}\ \tan\frac{\theta}{2}\ H^{5/2}$$

$$= \frac{8}{15} \times 0.62 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times \tan\frac{90°}{2} \times (15)^{5/2}$$

$$= 12763.45\ cm^3/sec$$

$$= 12.76\ liter/sec$$

সতর্কতা ঃ (i) ভালোভাবে মোটর এবং পাইপ সংযুক্ত করতে হবে।

(ii) যখন পানির প্রবাহ স্থির অবস্থায় থাকে তখন সতর্কতার সাথে এর উচ্চতা নির্ণয় করতে হবে।

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কার্যাদির মাধ্যমে V নচ দিয়ে কীভাবে পানির নির্গমন নির্ণয় করতে হয় সে সম্পর্কে অভিজ্ঞতা অর্জন করতে হবে।

জব নং-৯	তারিখ.....
জবের নাম	পাইপে ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস নির্ণয় (Measure the loss of head due to friction in pipe) ঃ

কাজের উদ্দেশ্য ঃ

ঘর্ষণজনিত কারণে পাইপের মধ্যদিয়ে পানি প্রবাহিত হওয়ার সময় কী পরিমাণ হেডলস হয় তা নির্ণয় করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

(i) তরল প্রবাহী পাইপ (ii) Current meter (iii) মেজারিং টুলস বা স্টীল টেপ।

কার্যপ্রণালি ঃ পাইপ দিয়ে তরল প্রবাহের সময় ঘর্ষণজনিত বাধার সম্মুখীন হয়। এটা নির্ভর করে (ক) প্রবাহের গতিবেগ (খ) তলের প্রকৃতি (গ) ভিজা তলের ক্ষেত্রফল (ঘ) তরলের ঘনত্ব (ঙ) ঘর্ষণ সহগ এই বিষয়গুলোর উপর। হেডলস নির্ণয় করতে নিম্নোক্ত ধাপ অনুসরণ করতে হবে–

১। কারেন্ট মিটার দিয়ে প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় করতে হবে।

২। মেজারিং টুল্স দিয়ে প্রবাহী পাইপের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে হবে।

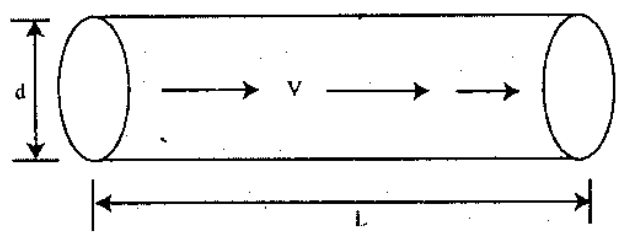
৩। মেজারিং টুলস দিয়ে পাইপের ব্যাস মাপতে হবে।

৪। প্রবাহী পাইপের ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় করতে হবে (প্রতি এক ক্ষেত্রে) এক্ষেত্রে যে পদ্ধতি অনুসরণ করা হবে সে পদ্ধতি অনুযায়ী ঘর্ষণ সহগের অনুমোদি মান নির্ণয় করতে হবে। যেমন, ডার্সি অথবা চেজির পদ্ধতি।

এখন ডার্সির সূত্রমতে,

$$h_f = \frac{4fLv^2}{2gd}$$

এই সূত্র দ্বারা হেডলস নির্ণয় করি।



প্রয়োজনীয় হিসাব ঃ

$$h_f = \frac{4fLv^2}{2gd}$$

L = মাপকৃত পাইপের দৈর্ঘ্য 100m

d = মাপকৃত পাইপের ব্যাস 25cm

v = প্রবাহিত তরলের বেগ 250 cm/sec

f = ডার্সির ঘর্ষণ সহগ 0.01

$$h_f = \frac{4 \times 0.01 \times 100 \times (2.5)^2}{2 \times 9.81 \times 0.25}$$

$= 5.096$ m

ফলাফল ঃ

উপরোক্ত হেডলস নির্ণয় কার্য পরিচালনায় দেখা গেল পাইপটিতে ঘর্ষণজনিত হেডলসের পরিমাণ 5.096m.

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কাজের মাধ্যমে পাইপের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হলে কী পরিমাণ হেডলস হয় তা জানা যায়।

জব নং-১০	তারিখ.....
জবের নাম	.পাইপে হঠাৎ প্রসারণ এবং হঠাৎ সংকোচনজনিত কারণে হেডলস এর পরিমাণ নির্ণয়করণ (Measure the loss of head due to sudden enlargement and sudden contraction of pipe) ঃ

কাজের উদ্দেশ্য ঃ

পাইপে হঠাৎ প্রসারণ ও সংকোচন হলে কী পরিমাণ হেডলস হয় তা সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতী ঃ

(i) Current meter (ii) Measuring Tools (iii) তরল প্রবাহী পাইপ (হঠাৎ প্রসারণ ও সংকোচন সহযোগে) (iv) স্টপ ওয়াচ।

কার্যপ্রণালি ঃ

তরল প্রবাহের সময় পাইপে ঘর্ষণজনিত বাধার সম্মুখীন হয়। এটা নির্ভর করে (ক) প্রবাহের গতিবেগ (খ) তরলে প্রকৃতি (গ) ভিজা তলের ক্ষেত্রফল (ঘ) তরলে ঘনত্ব (ঙ) ঘর্ষণ সহগ এই বিষয়গুলোর উপর। হেডলস নির্ণয় করতে নিম্নোক্ত ধাপসমূহ অনুসরণ করতে হয়।

১। নির্দিষ্ট প্রস্থচ্ছেদের একটি পাইপ নির্বাচন করতে হবে।

২। এরপর উক্ত পাইপের দৈর্ঘ্য এবং ব্যাস নির্ণয় করতে হবে।

৩। এরপর কারেন্ট মিটার দিয়ে তরলে গতিবেগ নির্ণয় করতে হবে।

৪। এরপর হঠাৎ প্রসারণ ও হঠাৎ সংকোচনজনিত কারণে হেডলসের সূত্র প্রয়োগ করে হেডলসের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে।

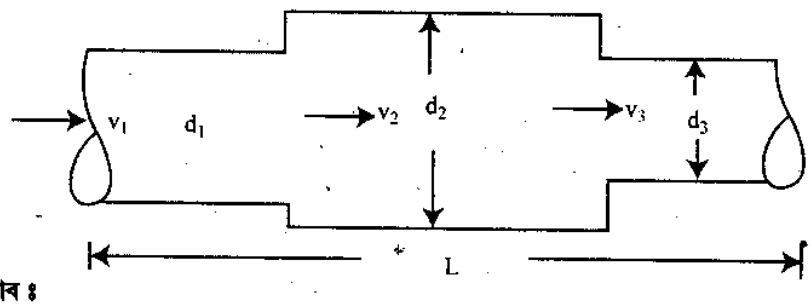
সূত্র মতে,

হঠাৎ প্রসারণজনিত কারণে হেডলসের সূত্র–

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}.$$

হঠাৎ সংকোচন জনিত কারণে হেডলসের সূত্র

$$h_e = \frac{0.375\, v^2}{2g}$$



প্রয়োজনীয় হিসাব ঃ

প্রাপ্ত তথ্যাদি,

$V_1 = 6.22$ m/s

$V_2 = 2.24$ m/s

$V_3 = 3.5$ m/sec

হঠাৎ প্রসারণজনিত হেডলস

$$h_e = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{(6.22 - 2.24)^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.20\text{m}$$

হঠাৎ সংকোচনজনিত হেডলস,

$$h_e = \frac{0.375 v^2}{2g}$$

$$= \frac{0.375 \times (3.5)^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.23 \text{ m.}$$

ফলাফল ঃ উপরোক্ত হেডলস নির্ণয় কার্য পরিচালনায় দেখা গেল হঠাৎ প্রসারণজনিত কারণে হেডলস 0.20m এবং সংকোচনজনিত কারণে হেডলস 0.23m.

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কাজের মাধ্যমে আমরা হঠাৎ প্রসারণ ও হঠাৎ সংকোচনজনিত কারণে হেডলস সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করতে পারি।

জব নং-১১	তারিখ.....
জবের নাম	কোন চ্যানেল দিয়ে প্রবাহিত তরলের বেগ নির্ণয় ঃ (Measure velocity of flow in a typical channel by)

(ক) কারেন্ট মিটারের সাহায্যে (A current meter); (খ) ফ্লোটের সাহায্যে (A Float); (গ) পিটট টিউবের সাহায্যে (A Pitot tube)।

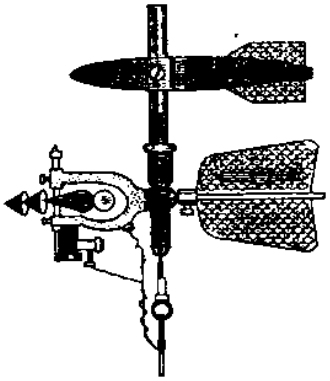
Objectives ঃ Open channel-এর সাহায্যে আমরা পানির প্রবাহ ও গতিবেগ Current meter, Float meter ও Pitot tube এর ব্যবহার জানতে পারবো।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ (i) একটি Current meter (ii) একটি Float meter (iii) একটি Pitot tube (iv) তরল পদার্থ (পানি)।

কার্যপ্রণালি ঃ

(i) **কারেন্ট মিটার ঃ** কোন চ্যানেল দিয়ে প্রবাহমান তরলের কোন বিন্দুর প্রবাহ বেগ নির্ণয়ের জন্য কারেন্ট মিটার পাওয়া যায়, কিন্তু এদের মূলনীতি একই।

কারেন্ট মিটারে একটি হুইল আছে যাতে কতকগুলো ব্লেড বা কাফ সংযুক্ত, যা পানি প্রবাহের সাথে ঘুরতে থাকে। পানির বেগের উপর ভিত্তিকরে সময়ের সাথে হুইলটি ঘুরতে থাকে। তারের মাধ্যমে ব্যাটারি হতে কারেন্ট হতে ইলেকট্রিক সার্কিট দিয়ে হুইলে ঘূর্ণন মেইক এবং ব্রেক হয়, ফলে ইলেকট্রিক বেল বেজে উঠে বেল বাজার শব্দ গণনা করে হুইল রোটেশন নির্ণয় করে এবং এর উপর ভিত্তি করে পানির গতিবেগ নির্ণয় করা যায়।



চিত্র ঃ কারেন্ট মিটার

Current meter কে প্রয়োজনীয় গভীরতায় সুন্দর Cable দিয়ে ঝুলানো হয়ে থাকে। কারেন্ট মিটার এর অক্ষে খাঁড়া বা আনুভূমিকভাবে যুক্ত অক্ষে Move করতে পারে। সুতরাং এটা নিজে পানির প্রবাহের দিকের সাথে নিজেই অ্যাডজাস্ট হতে পারে।

(ii) **ফ্লট (Floats) ঃ** ফ্লট হল একটি সহজ ও সরল পদ্ধতি যা দিয়ে প্রবাহীর গতিবেগ মাপা হয়। একক ফ্লট দিয়ে সহজভাবে কোন সেকশনের সারফেস ভেলোসিটি মাপা হয়। এতে বেগের কারণে ফ্লট কতটুকু দূরত্ব গেল এবং ঐ দূরত্ব যেতে যে সময় লাগল তা পরিমাপ করা যায়। অতঃপর অতিক্রান্ত দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে ভেলোসিটি নিরূপণ করা হয়। পরবর্তীতে এ সারফেস ভেলোসিটির গড়বেগ রূপান্তর করা যায়।

V = প্রবাহীর গতিবেগ

d = দূরত্ব

t = time

$v = \frac{d}{t}$ m/sec

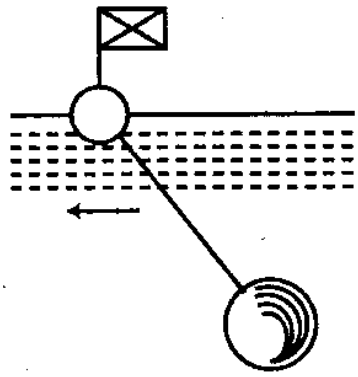
মনে করি,

আদিবেগ u_1 ও শেষবেগ v_t

$$V_{av} = \frac{V_1 - u_1}{2}$$

$$= \frac{t(v-0)}{2}$$

$$= \frac{vt}{2}$$



চিত্র ঃ ফ্লট মিটার

জব নং-১২	তারিখ.....
জবের নাম	খোলা চ্যানেলে বিভিন্ন প্রকার প্রবাহ প্রদর্শন (Observe different types of flow in a typical open channel) ঃ

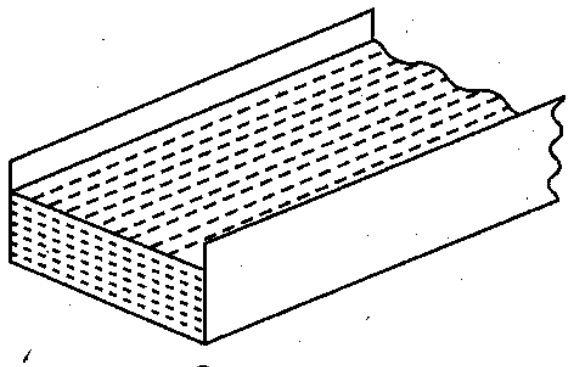
কাজের উদ্দেশ্য ঃ খোলা চ্যানেল সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা এবং এর কার্যপ্রণালি সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতী ও মালামাল ঃ

(i) খোলা চ্যানেল,

(ii) পানি উৎস।

(iii) স্টপওয়াচ।



চিত্র ঃ খোলা চ্যানেল

কাজের ধারা ঃ

(i) প্রথমে একটি আয়তাকার খোলা চ্যানেল নিই, যার গ্রস্থচ্ছেদ 100 m এবং চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ 1500 : 1.

(ii) অতঃপর খোলা চ্যানেলের মধ্য দিয়ে পানির উৎস থেকে পানি প্রবাহ করি। এর মধ্য দিয়ে মধ্যোকর্ষণ বলের প্রভাবে পানি প্রভাবিত হয়।

(iii) এভাবে কিছুক্ষণ পানি প্রবাহিত হওয়ার পর স্টপওয়াচ চালু করে একক সময়ে পানি প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় করি।

প্রয়োজনীয় হিসাবনিকাশ ঃ

$A = 100\ m^2$

$i = \frac{1}{1500} = 0.00067$

$C = 50$

শর্তমতে, $b = 2d$

$\therefore A = b \times d$

$\Rightarrow A = d \times 2d = 2d^2$

$\Rightarrow 100 = 2d^2$

বা, $d^2 = 50$

$d = 7.07\ m$

$\therefore b = 2d = 2 \times 7.07 = 14.14\ m$

$m = \frac{d}{2} = \frac{7.07}{2} = 3.53\ m$

$Q = AC\sqrt{mi}$

$= 100 \times 50\sqrt{3.53 \times 0.00067}$

$= 243.33\ m^3/sec$

মন্তব্য ঃ উপরোক্ত কাজের মাধ্যমে খোলা চ্যানেল দিয়ে কীভাবে পানি প্রবাহিত হয় এবং কী পরিমাণ পানি প্রবাহিত হয় সে সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান লাভ করা যায়।

ব্যবহারিক

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। হাইড্রলিক্স কাকে বলে? কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, হাইড্রলিক্স কাকে বলে?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রবাহী কী?
অথবা, প্রবাহী বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬(পরি), ১২, ১৩ (পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পানিকে আদর্শ ধরে তরল পদার্থের বিভিন্ন সমস্যা সমাধান করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, পানিকে আদর্শ তরল বলা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১০, ১২ (পরি)]
অথবা, পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, তরলের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, পৃষ্ঠটান কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। সান্দ্রতার সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হাইড্রলিক মেশিন কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। কৈশিকতা কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬(পরি), ১১(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১২, ১৪(পরি)]
অথবা, ভিসকোসিটি বা সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫]
অথবা, তরলের সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। আপেক্ষিক ওজন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চাপের তীব্রতা কী?
অথবা, চাপের তীব্রতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। "প্যাসকেলের" সূত্রটি উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১১]
অথবা, প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১(পরি), ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কী? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রেসার হেড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
অথবা, প্রেসার হেড কী? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। গেজ চাপ কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ১২, ১২(পরি)]
অথবা, গেজ চাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পরম চাপ বা অ্যাবসলিউট প্রেসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬,]
অথবা, পরম চাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, পরম চাপ কী? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। চাপ কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। চাপের তীব্রতা কোথায় বেশি হয়।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্যাসকেলের সূত্রের প্রধান তিনটি দিক লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২১। হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৬, ০৮, ১০, ১২]
অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী, লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬ (পরি), ০৭, ১০ (পরি)]
অথবা, হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। হাইড্রোলিক র‍্যাম কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ভ্যাকুয়াম চাপ বলেত কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলে গড় চাপ কত? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। পিজোমিটার টিউব কী? [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ০৮]
অথবা, পিজোমিটার কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। মাইক্রোম্যানোমিটারের সুবিধা কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ডেড ওয়েট প্রেসার গেজ কেন ব্যবহার করা হয়।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]
অথবা, ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১৩, ১৩(পরি)]
অথবা, ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের মূলনীতি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের কার্যপদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। অয়েল গেজ কী? এটা কী কাজে লাগে?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ম্যানোমিটার কী? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। তরলের চাপ মাপার জন্য ব্যবহৃত ম্যাকানিক্যাল গেজগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। ভ্যাকুয়াম চাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৫(পরি), ০৮, ১১]
অথবা, তরলের চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ২০১০, ২০১১(পরি)]
অথবা, চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১৩, ১৩(পরি), ২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। মোট চাপ বলতে কী বুঝ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের মুক্ততল ও তলদেশের চাপের তীব্রতার পরিমাণ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। খাড়া ওয়াল বা বাঁধের চাপ কেন্দ্র কোথায় কাজ করে?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, একটি ডুবন্ত খাড়া তলের উপর মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। তরলে নিমজ্জিত হেলানো তলের চাপকেন্দ্রের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, ডুবান্ত হেলানো তলের চাপ কেন্দ্র নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। আর্কিমিডিসের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। প্লবতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৩(পরি), ১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। একটি বস্তু পানিতে ভাসে এবং ডুবে কেন? [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। প্লবতার কেন্দ্র কাকে বলে?
অথবা, প্লবতা কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। মেটাসেন্টার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৭, ০৮, ১৩]
অথবা, মেটাসেন্টার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪(পরি), ১৫(পরি)]
অথবা, মেটাসেন্টার কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬(পরি), ০৭, ১১, ০৬, ০৯, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬(পরি), ১০(পরি), ১১(পরি), ০৬]
অথবা, মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২(পরি), ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। প্রবাহীর প্রবাহ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। সুষম প্রবাহ এবং অসম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৭, ০৯, ১০, ১২]
অথবা, সুশৃঙ্খল এবং বিশৃঙ্খল প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। স্বাভাবিক প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি), ০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। রিনোল্ড নাম্বার কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, নোল্ড নাম্বার কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৮(পরি), ১২(পরি), ১৪(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। একমাত্রিক, দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। মোট হেড কী?
অথবা, মোট হেড (Total head) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১৫(পরি)]
অথবা, Total head বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। নির্গমনের হার বলতে কী বুঝায়?
অথবা, নির্গমনের হার কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। পাইপ দিয়ে তরল সমান্তরালভাবে প্রবাহ করলে একে কোন ধরনের প্রবাহ বলে।
অথবা, লেমিনার প্রবাহ কী? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)
অথবা, Laminer Flow কাকে বলে?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। টোটাল হেডের সূত্র লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। ডেটাম হেড, কাইনেটিক হেড ও প্রেসার হেড কাকে বলে?
অথবা, ডেটাম হেড বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১২, ১২(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। সেন্ট্রিফিউগাল হেড বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। টারবুলেন্ট ফ্লো এর রেনল্ড নাম্বার লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। বিশৃঙ্খল (টারবুলেন্ট) প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। প্রবাহের ধারাবাহিকতার সমীকরণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। অসম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৭
অথবা, বিশৃঙ্খল (টারবুলেন্ট) প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। সুষম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। বার্ণোলীর সূত্র কী? [বাকাশিবো-২০০৩(পরি), ০০(পরি)
অথবা, বার্ণোলীর সূত্রটি লেখ। বাকাশিবো-২০০৮, ০৯ ১১(পরি), ১৩, ১৩(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। বার্ণোলির সূত্রের তিনটি বাস্তব প্রয়োগ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১৫(পরি)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে কী কাজ করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। বার্ণোলির সূত্রের সাহায্যে কোন কোন যন্ত্রের বাস্তব প্রয়োগ সম্ভব ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। একটি ভেনচুরি মিটারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৮
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম কী? [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]
অথবা, ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]
অথবা, ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। ভেনচুরি হেড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৩, ১৪]
অথবা, ভেনচুরি হেড কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১০(পরি), ১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। পিটট টিউব কী? পিটোট টিউবের সাহায্যে কী মাপা যায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৫(পরি)]
অথবা, পিটট টিউব দিয়ে কী করা যায়?
অথবা, পিটট টিউব দিয়ে কী করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, পিটট টিউব কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০(পরি), ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। ভেনচুরি মিটার কী? [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, ভেনচুরি মিটার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, ভেনচুরী মিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের কী নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]
অথবা, ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের কী নির্ণয় করা যায়? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। ভেনচুরি মিটারের সাহায্যে নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। ভেনচুরি মিটারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। অরিফিস কী? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, অরিফিস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। ভেনাকন্ট্রাকটা কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২]
অথবা ভেনাকন্ট্রাকটা (Venacontracta) কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ভেনাকন্ট্রাকটা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১০, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, ভেনাকন্ট্রাকটা কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১১, ১২(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। বেগের সহগ কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। ডুবানো অরিফিস কত প্রকার ও কী কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। আয়তাকার ও অর্ধগোলাকার পাত্র হতে অরিফিসের মাধ্যমে খালি করার সময় নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। ভেনাকন্ট্রাকটা ও সংকোচনের সহগের মধ্যে সম্পর্ক কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। মাউথপিস কী?
অথবা, মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। নির্গমনের সহগ কিভাবে বৃদ্ধি করা যায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। মুক্তপ্রবাহ মাউথপিস কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, মুক্তপ্রবাহ মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ১০(পরি), ১১(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। প্রবাহ পূর্ণ মাউথপীস কাকে বলে?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। বর্ডার মাউথ পিস কত প্রকার? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। হাইড্রোলিক সহগগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। বোর্ডার মাউথপিস (Bordar mouth piece) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, বোর্ডার মাউথপিস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২, ১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। সংকোচন সহগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। একটি অরিফিস হতে 125cm হেডে পানি নির্গত অবস্থায় ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে নির্দিষ্ট পানি কণার অনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে 70cm এবং 35cm হলে বেগের সহগ কত? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। হেড লস বলতে কী বুঝ?
অথবা, হেড লস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৮, ১২, ১২(পরি), ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭(পরি), ০৯]
অথবা, পাইপ ভিতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হওয়ার সময় কী কী করণে শক্তির অপচয় হয়?
অথবা, পাইপ লাইনের অভ্যন্তরে প্রবাহীর ক্ষেত্রে হেডলসগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩ হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় সূত্রটি কোটেশনসহ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। হঠাৎ সংকোচনের কারণে শক্তির অপচয়ের সূত্রটি কোটেসনসহ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। ফ্লুইড ফ্রিকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। পাইপ কাকে বলে?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কী?
অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]
অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ০৯, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। হাইড্রলিক গ্রাডিয়েন্ট (gradient) কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। টোটাল এনার্জি লাইন বলতে কী বুঝায়?
অথবা, মোট শক্তি রেখা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]
অথবা, মোট শক্তি রেখা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। পানির হাইড্রোলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬(পরি), ০৭, ১৩]
অথবা, হাইড্রলিক গড় গভীরতা কী? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
অথবা, হাইড্রোলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। ফ্লুইড ফিক্সশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। ন্যাপ বা ভেইন কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১, ১২, ১২(পরি), ১৪(পরি), ১৫(পরি)]
অথবা, ন্যাপ বা ভেইন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। নচ কেন ব্যবহার করা হয়।
অথবা, নচ ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। নচের নির্গমন সহগ কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। ট্রাপিজয়ডাল নচ কী?
অথবা, ট্রাপিজয়েডাল নচ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। আয়তাকার নচের নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
অথবা, আয়তাকার নচ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90°$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90°$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]
অথবা, ত্রিভুজাকৃতি নচের নির্গমনের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। সিল বা ক্রেস্ট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। নচ কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১১০। অয়্যার এর ক্রেস্ট এবং ভেইন কী?
অথবা, উইয়ার এর সীল বা ক্রেস্ট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১১। নচ এবং উইয়ারের মূল পার্থক্য কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১২। আয়তাকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্র লিখ। [বাকাশিবো-১০]
অথবা, একটি আয়তকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।
অথবা, আয়তকার অয়্যারের বেজিনের নির্গমনের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। প্রান্ত সংকোচন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল!
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। ভেলোসিটি অব এপ্রোচ কাকে বলে? [বাকাশিবো-১৩]
অথবা, ভেলেসিটি অব অ্যাপ্রোচ কী? [বাকাশিবো-০৬, ১৫(পরি)]
অথবা, বেগ অভিগমন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। উইয়ার কোথায় তৈরি করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। আয়তাকার উইয়ার এর জন্য ফ্রান্সিস এর সূত্র লিখ। [বাকাশিবো-০৫]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। ফ্রান্সিসের সূত্রে প্রাপ্ত সংকোচন এর মান সাধারণত কত ধরা হয়? [বাকাশিবো-০৬(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১১৮। সিপোলিটি উইয়ার কী? [বাকাশিবো-১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১৯। খোলা চ্যানেল কী ? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]
অথবা, খোলা চ্যানেল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, খোলা নালা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২০। ভিজা পরিসীমা কাহাকে বলে ? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]
অথবা, ভিজা পরিসীমা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২১। পানির গড় গভীরতা বলিতে কী বুঝায় ? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ০৯]
অথবা, হাইড্রলিক মিন রেডিয়াস কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, গড় হাইড্রলিক গভীরতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, হাইড্রলিক রেডিয়াস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২২। খোলা চ্যানেল কত প্রকার ও কী কী ? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২৩। খোলা চ্যানেল দিয়ে প্রবাহের পরিমান নির্ণয় করতে চ্যাজিস ও ম্যানিংস এবং সূত্রদ্বয় লিখ।
অথবা, খোলা চ্যানেলে নির্গমনের ক্ষেত্রে ম্যানিংস সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, ম্যানিংস-এর সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]
অথবা, খোলা চ্যানেলের নির্গমন নির্ণয়ে চেজী ও ম্যানিং এর সূত্র নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২৪। আয়তাকার চ্যানেলের সর্বাপেক্ষা মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারণের শর্তগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
অথব, আয়তাকার খোলা নালার ক্ষেত্রে মিতব্যয়ীতার শর্তগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, চ্যানেলের সর্বাধিক মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১২(পরি)]
অথবা, মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৭(পরি), ১১, ১৩, ১৪]
অথবা, মিতব্যয়ী বা লাভজনক চ্যানেল কাকে বলে? [বাকাশিবো-০৮
অথবা, আয়তকার চ্যানেলের সর্বাধিক মৃতব্যায়ী সেকশনের শর্ত কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, আয়তাকার চ্যানেল মিতব্যয়ী হওয়ার শর্ত কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, আয়তাকার চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২৫। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যায়ী সেকশন নির্ধারনের শর্ত কী ?
অথবা, ট্রাপিজয়ডাল আকৃতি চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যায়ী সেকশন এর শর্তগুলো নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]
অথবা, ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২৬। প্রবাহমান তরল পদার্থের আপেক্ষিক শক্তি কী ?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২৭। ক্রিটিক্যাল ভ্যালুসিটি কাকে বলে ? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১(পরি)]
অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-১৪]
অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২৮। প্রবাহের আকৃতির উপর নির্ভর করে প্রবাহকে কতভাগে ভাগ করা যায় এবং কী কী ?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২৯। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটির সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩০। হাইড্রলিক জাম্পের কারণে শক্তি অপচয়ের সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩১। রড ফ্লোট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৫, ১৪(পরি), ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩২। সারফেস ফ্লোট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৭, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৩। ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৪। স্ট্রিমিং ফ্লো কী? [বাকাশিবো–০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৫। ফ্লোটমিটার কী? [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৬। সংকট বেগ বা (Critical velocity) কাকে বলে?
অথবা, সংকট বেগ কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৭। রড় ফ্লোটের সাহায্যে প্রবাহ বেগ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। পানির প্রধান ধর্মগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। তরল পদার্থের সাধারণ গুণাবলি কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন এবং আপেক্ষিক আয়তনের মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। তরল ও গ্যাসের মধ্যে বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য লিখ।
অথবা, তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো লিখ। [বাকাশিবো–২০০৭]
অথবা, তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো–২০১২]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্রবাহীর ধর্মগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ক্যাপিলারিটি কী? চিত্রসহ বুঝিয়ে লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১১, ১৩, ১৪(পরি)]
অথবা, তরল পদার্থের চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি রেখাচিত্রের সাহায্যে পরম চাপ, বায়ুচাপ ও গেজ চাপের সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ০৯, ১০, ১২]
অথবা, পরম চাপ, গেজ চাপ এবং শূন্যচাপ রেখা–চিত্রের সাহায্যে দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ১৪(পরি)]
অথবা, পরম চাপ, গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের মাঝে সম্পর্ক রেখা চিত্রের সাহায্যে দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, চিত্রের মাধ্যমে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও শূন্যচাপের সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-০৪, ১২(পরি),১৪]
অথবা, রেখা চিত্রের সাহায্যে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও ভ্যাকুয়াম চাপের সম্পর্ক দেখাও।[বাকাশিবো-১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। চাপের তীব্রতা এবং চাপজনিত উচ্চতার সম্পর্ক নিরূপণ কর। [বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রমাণ কর যে চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{\omega}$ [বাকাশিবো-২০০৪

অথবা, প্রমাণ কর যে, চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{\omega}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-১৫(পা

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। পানিপূর্ণ পাত্রের সাহায্যে কিভাবে চাপের তীব্রতা ও মোট চাপ নির্ণয় করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। র‍্যামের র‍্যাংকিং কর্মক্ষমতার সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার 4 মি × 3 মি × 2 মি.। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। "বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ পারদ স্তম্ভের 76 cm-এর সমতুল" ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৪(পরি

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ম্যানোমিটারের পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ১১, ১৩, ১৫(পরি

অথবা, ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০

অথবা, ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ম্যানোমিটারের মধ্যে ভারী পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ০৬, ০

অথবা, ম্যানোমেট্রিক স্লাইড কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০

অথবা, ম্যানোমেট্রিক ফ্লুইড কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০

অথবা, ম্যানোমিটারে তরল পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের সূত্রটি ব্যাখ্যাসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। চাপ মাপার জন্য কী কী গেজ ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না, নেগেটিভ চাপ কীভাবে মাপা যায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১

অথবা, পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ চাপ মাপা যায় না? [বাকাশিবো-২০১২ (পা

অথবা, পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না? [বাকাশিবো-২০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইনভার্টেড ডিফারেন্সিয়াল ও ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ইউটিউব বা সরল ম্যানোমিটারের পারদ অথবা অন্য কোন তরলের পরিবর্তে পানি ব্যবহার করলে কী কী অসুবিধা হয় এ কেন?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। বার্ডন টিউব প্রেসার গেজের কার্যপদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। আনুভূমিকভাবে ডুবানো তলের উপর মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, প্রমাণ কর যে, মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। 4m × 3m আকারের একটি আয়তাকার তলকে কোন তরলের 5m গভীরতায় আনুভূমিকভাবে ডুবানো হলে তলটিতে মোট চাপ kg এবং KN এককে নির্ণয় কর। যদি তরলটি হয় (ক) পানি (খ) পারদ (গ) তেল।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। 5m লম্বা এবং 2m প্রস্থ বিশিষ্ট একটি পানির পাত্রকে পানির 2.5m গভীরে আনুভূমিকভাবে ডুবানো পাত্রের তলায় পানির মোট চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। 3m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 4m নিচে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। তরলে নিমজ্জিত হেলানো তলের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, $h = \frac{I_G \sin\theta}{A\bar{X}} + \bar{X}$ [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

অথবা, ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, প্রমাণ কর যে, তরলে হেলানোভাবে (inclind) নিমজ্জিত বস্তু তলের উপর তরলের মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $P = \omega A\bar{X}$

অথবা, প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত হেলানো তলের ওপর মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-১১]

অথবা, নোটেশন ও চিত্রসহ ডুবানো হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ত্রিভুজ ও বর্গক্ষেত্রের CG নির্ণয়ের সূত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ভাস্যমান বস্তুর মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের কী কী পদ্ধতি বিদ্যমান।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার প্রকারভেদের নাম লেখ এবং ভাসমান বস্তুর শর্তসমূহ লেখ।

[বাকাশিবো-২০০১, ০৪, ০৪(পরি), ০৬, ০৯ (পরি)]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি), ১৪]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তসমূহ বা শর্তাবলি কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

অথবা, ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। দেখাও যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা $H = \frac{v^2}{2g}$, এখানে অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হয়। [বাকাশিবো-২০০৯

অথবা, প্রমাণ কর যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা $H = \frac{v^2}{2g}$ [বাকাশিবো-২০০৮

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী দেখাও যে গতিজনিত উচ্চতা (Velocity head) $H = \frac{v^2}{2g}$. [বাকাশিবো-২০০৮

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। ধারাবাহিক প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কিভাবে প্রয়োগ করা হয় লিখ। [বাকাশিবো-২০১

অথবা, অনবরত বা ধারাবাহিকভাবে প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কীভাবে প্রয়োগ হয় দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ১

অথবা, প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণটির প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১০(পরি

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। $Q = av$ বুঝিয়ে লিখ।

অথবা, প্রমাণ কর যে, $Q = av$ [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। তরলের প্রবাহ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ডেটাম হেড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। অরিফিসের আকার আকৃতি ও প্রকৃতি অনুযায়ী শ্রেণি বিন্যাস কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। নির্গমনের সহগ বলতে কী বুঝ?

অথবা, নির্গমন সহগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১১(পরি), ১৫(পরি

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। প্রমাণ কর যে, $C_d = C_c \times C_v$. [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১(পরি

অথবা, প্রমাণ কর যে, নির্গমন সহগ $(c_d) = c_c \times c_v$ [বাকাশিবো-২০

অথবা, সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক দেখাও। [বাকাশিবো-২০

অথবা, সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০

অথবা, প্রমাণ কর যে, $C_d = C_v \times C_c$; যেখানে C_d = নির্গমন সহগ C_v = বেগের সহগ C_c = সংকোচন সহগ [বাকাশিবো-২০

অথবা, দেখাও যে, নির্গমন সহগ, $C_d = C_v \times C_c$ [বাকাশিবো-২০

অথবা, দেখাও যে, $C_d = C_v \times C_c$ [বাকাশিবো-২০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। অরিফিস ও মাউথপিসের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪,

অথবা, মাউথপিস ও অরিফিস-এর মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪,

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। মাউথ পিস-এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০১১, ১৩]
অথবা, মাউথপিছ ব্যবহারে কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো-০৭]
অথবা, মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। প্রমাণ কর যে $c_v = \sqrt{\frac{x^2}{4xH}}$ যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০(পরি), ১৪(পরি)]
অথবা, প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4xH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৬, ১১, ১২(পরি), ১৩)
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। হেড লসের সূত্রসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]
অথবা, বিভিন্ন প্রকার হেডলসের নাম সূত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১১(পরি), ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। এলবো বা দিক পরিবর্তনের কারণে শক্তির অপচয় বুঝানো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ফ্লুইড ফ্রিকশন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল? [বাকাশিবো-২০০৫]
অথবা, তরল প্রবাহের ক্ষেত্রে ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]
অথবা, প্রবাহীর ঘর্ষণ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কত প্রকার ও কী কী সংজ্ঞাসহ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। হাইড্রলিক মিনডেপথ পানি পূর্ণ পাইপে, আংশিক পূর্ণ পাইপে এবং আয়তকার সেকশনে কিভাবে নির্ণয় করা হয়।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। হাইড্রলিক ঢাল ও মোট শক্তির মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১১(পরি)]
অথবা, হাইড্রলিক ঢাল রেখা এবং মোট শক্তিরেখার মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১৩(পরি)]
অথবা, মোট শক্তিরেখা এবং হাইড্রলিক ঢাল রেখার পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। হেডলস নির্ণয়ে চেজির সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। একটি নচের চিত্র অংকন করে সিল বা ক্রেস্ট, ন্যাপ বা ভেইন দেখাও।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। আয়তাকার নচ অপেক্ষা-ভি-নচের সুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩]
অথবা, আয়তাকার নচ অপেক্ষা ত্রিভুজাকার নচে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। একটি ট্রাপিজায়ডাল নচের চিত্র অংকন করে নির্গমনের সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। বিভিন্ন প্রকার অয়্যারের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। নচ এবং অয়্যারের মধ্যে পার্থক্যগুলি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১১, ১১(পরি), ১২(পরি), ১৩, ১৫(পরি)]
অথবা, নচ ও অয়্যার এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। ভি-নচ এবং আয়তাকার নচের পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-০৫]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। সংকীর্ণ ক্রেস্ট অয়্যার ও প্রশস্ত ক্রেস্ট অয়্যার এর চিত্র অংকন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 4×10^6 m^2 এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 50 mm, যার 70 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m-এ সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিস-এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে? ($C_d = 0.63$) [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। খোলা চ্যানেল বলতে কী বুঝ ?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝ ?

অথবা, হাইড্রলিক জাম্প কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭(পরি), ১১, ১৩]

অথবা, হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১২, ১৩(পরি) ১৪, ১৪(পরি)]

অথবা, হাইড্রলিক জাম্প কী, সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। চিত্র অংকন করে হাইড্রলিক জাম্প দেখাও।

অথবা, হাইড্রোলিক জাম্প কী? সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। কারেন্ট মিটার কী? [বাকাশিবো-০৬, ১০, ১১, ১৩, ১৫(পরি)]

অথবা, কারেন্ট মিটার দিয়ে কী নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

অথবা, কারেন্ট মিটারের কাজ কী? [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{\omega d}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

অথবা, প্রমাণ কর যে কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া $h = \frac{4.\sigma \cos\alpha}{\omega d}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১২(পরি)]

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4.\delta \cos\alpha}{\omega d}$ [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

অথবা, দেখাও যে কৌশিকতা প্রতিক্রিয়া $h = \frac{4.\delta \cos\alpha}{\omega d}$ [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১১, ১২(পরি), ০৯

অথবা, প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4T \cos\alpha}{swd}$ (সংকেতগুলো যেখানে প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪ (পরি)]

অথবা, তরলের কৈশিকতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ এবং প্রমাণ কর।

অথবা, প্রমাণ কর যে, কৈশিকতা উচ্চতা, $h, = \frac{4\sigma \cos\theta}{\omega d}$, যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৮, :

অথবা, প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া, $h = \frac{4T \cos\alpha}{\omega d}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। [বাকাশিবো-২০১৪

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যাসকেলের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, প্যাসকেলের সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $P_x = P_y = P_z$.

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বায়ুমণ্ডলীর চাপ, গেজ চাপ, ভ্যাকুয়াম চাপ এবং পরম চাপ বলতে কী বুঝ। রেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। হাইড্রলিক প্রেসের কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 15cm ও 2.5 cm। যদি প্লাঞ্জারে প্রয়োগকৃত বল 27.75 kg হয়, তবে প্রেসটি 25 মিনিটে কত কেজি ওজন 1.5m উচ্চতায় উঠাতে সক্ষম হবে এবং এর অশ্বশক্তি কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। চিত্রসহ হাইড্রলিক র‍্যামের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের চিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা কর।

অথবা, একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারের চিত্র এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্রটি বিবৃতি কর। [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্র নির্ধারণ কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। তরলে নিমজ্জিত খাড়াভাবে ক্ষেত্রটির চাপ কেন্দ্র নির্ণয়ের সূত্রটি প্রমাণসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৭(পরি), ০৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র $\bar{R} = \frac{I}{A\bar{y}}$. [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত খাড়া তলের চাপকেন্দ্র, $h = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। [বাকাশিবো-০৬]

অথবা, খাড়া ডুবন্ত তলে মোট চাপের সূত্র নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র $\bar{h} = \frac{I_G}{A_x} + \bar{X}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

[বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

অথবা, দেখাও যে, তরলে নিমজ্জিত কোন তরলের চাপকেন্দ্র ভরকেন্দ্র $\frac{I_G}{A_x}$ পরিমাণ নিচে অবস্থান করে। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্রমাণ কর যে ডুবন্ত বস্তুর খাড়া নিমজ্জিত মোট চাপ $P = \omega A\bar{X}$

অথবা, প্রমাণ কর যে, খাড়াভাবে ডুবন্ত তলের ওপরে মোট চাপ, $P = WA\bar{X}$ [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। খাড়া দেওয়ালের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বের করার পদক্ষেপসমূহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের জন্য এক্সপেরিমেন্টাল পদ্ধতির সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$

অথবা, প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ১৪, ২০১৫(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{W\tan\theta}$ [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। চিত্রসহ মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয়ের পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ধারাবাহিক বা অবিরাম প্রবাহের সমীকরণটি লিখ এবং প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সংজ্ঞা লিখ ঃ

(ক) সুষম ও অসম প্রবাহ, (খ) সুশৃঙ্খল ও বিশৃঙ্খল প্রবাহ, (গ) শান্ত ও অঘূর্ণন প্রবাহ (চ) এক মাত্রিক, দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক প্রবাহ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। প্রমাণ কর যে, $Z_1 + \frac{\rho_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\rho_2}{\omega} + \frac{(V_2)^2}{2g}$

অথবা, বার্নোলীর সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $Z_1 + \frac{\rho_1}{\omega} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\rho_2}{\omega} + \frac{V_2^2}{2g}$ (নোটেশনগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮(পরি), ০৯(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, বার্নোলীর উপপাদ্যটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটির প্রমাণ দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রটি চিত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী বার্নোলীর সূত্রটি প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, বিভিন্ন নোটেশনের ব্যাখ্যা এবং চিত্রসহ বার্নোলীর সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, চিত্রের সাহায্যে বার্নোলীর সূত্রটি প্রমাণ কর। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮(পরি), ১০(পরি), ১২(পরি), ১৪]

অথবা, বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রবাহমান তরল পদার্থের তিনটি বিন্দুতে এর মোট হেড সমান। চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রমাণ কর যে, ভেনচুরি মিটারের ভিতর দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ, $Q = KC\sqrt{H}$,

অথবা, প্রমাণ কর যে, $Q = C\sqrt{H}$ (ভেনচুরি মিটারের নির্গমন নির্ণয়ে ক্ষেত্রে) [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পিটট টিউবের কার্যাবলি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। পিটট টিউব কী? এর সাহায্যে কিভাবে প্রবাহমান তরলের বেগ নির্ণয় করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, পিটট টিউবের সাহায্যে তরলের বেগ নির্ণয় পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি ভেনচুরি মিটার অংকন করে এর বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ নির্গমনের সহগ ও বেগের সহগ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ডুবানো অরফিস দিয়ে কিভাবে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয় চিত্রসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে নির্গমন $Q = c_d b\sqrt{2gH}\,(H_2 - H_1)$

অথবা, বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের নির্গমনের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০১৪R]

অথবা, একটি বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিসের ক্ষেত্রে মোট নির্গমনের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। প্রমাণ কর যে বৃহৎ আকার অরিফিস দিয়ে নির্গমন

$2/3\ C_d.b\sqrt{2g}\,(H_2^{3/2} - H_1^{3/2})$ [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, বিভিন্ন নোটেশনের ব্যাখ্যা ও চিত্রসহ বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

অথবা, একটি বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর ঃ $Q = \frac{2}{3}\ C_d.b\sqrt{2g}\,(H_2\frac{3}{2} - H_1\frac{3}{2})$

[বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১৫(পরি)]

অথবা, নোটেশনসহ বৃহৎ খাড়া আয়তকার অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর। [বাকাশিবো-১৪]

অথবা, বৃহৎ অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = \frac{2}{3}C_d.b\sqrt{2g}\,(H_2\frac{3}{2} - H_1\frac{3}{2})$ [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, বৃহৎ অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = 2/3\ c_d.b\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5})$ [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। পরীক্ষামূলক পদ্ধতিতে বেগের সহগের সূত্র নিরুপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রমাণ কর যে হঠাৎ প্রসারণের কারণে শক্তির অপচয় $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। বিভিন্ন কারণে শক্তির যে অপচয় হয় একটি পাইপের চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। প্রমাণ কর যে প্রবাহ মান তরলের বাধাজনিত কারণে শক্তির অপচয় $h_o = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{A}{(A-a)\,C_c} - 1\right]^2$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। প্রমাণ কর যে পাইপ দিয়ে প্রবাহিত তরল পদার্থের ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{fLQ^2}{d^5}$ (যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেডলস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ডার্সির সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

[বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ [যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। চেজির সূত্র অনুসরণে ঘর্ষণজনিত হেড লস নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। দেখাও যে, "হেডলস পাইপের মধ্যস্থ ঘর্ষণের এক তৃতীয়াংশ হলে স্থানান্তরিত ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। নচ বলতে কি বুঝায়? চিত্রসহ বিবরণ দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। বিভিন্ন প্রকার নচের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। ট্রাপিজয়ডাল নচ, আয়তাকার ও ভি-নচের সমন্বয়ে গঠিত, তা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। ত্রিভুজ আকৃতি বা "ভি" নচ দিয়ে নির্গমনের সূত্রটি উদ্ভাবন কর। [বাকাশিবো–২০০৪, ০৫, ০৮]

অথবা, প্রমাণ কর যে ত্রিভুজাকৃতি নচের ক্ষেত্রে নির্গমনের পরিমাণ $Q = 8/15 c_d\, b \tan \theta/2\, H^{5/2}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। প্রমাণ কর যে, নচের ক্ষেত্রে প্রবাহের পরিমাণ $Q = 2/3\, c_d b \sqrt{2g}\, H^{3/2}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

[বাকাশিবো–২০১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। প্রমাণ কর যে আয়তাকার অয়্যার এর নির্গমন $Q = \frac{2}{3} C_d L \sqrt{2g}\, H^{3/2}$

অথবা, একটি আয়তকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। আয়তকার অয়্যার এর নির্গমন নির্ণয়ের জন্য বেজিনের সূত্রটি বুঝিয়ে লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। তীক্ষ্ণ ধার বিশিষ্ট অয়্যার ও অগি অয়্যার চিত্র অংকন করে বিবরণ দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। চেজিস ও ম্যানিংস সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলে প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয়ের ব্যাখ্যা কর।

অথবা, চেজির সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ প্রতিপাদন কর।

[বাকাশিবো–১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। আয়তাকার চ্যানেলের সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারনের শর্তের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। প্রমাণ কর যে হাইড্রলিক জাম্প এর কারণে শক্তির অপচয় $\left(\frac{V_1^2}{2g} + d_1\right) - \left(\frac{V_2^2}{2g} + d_2\right)$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। কারেন্ট মিটারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো–২০০৬, ২০০৮, ১১, ১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬ নং দ্রষ্টব্য।

উদাহরণমালা ঃ

১। একটি পদার্থের ভর 4 gm এবং ঐ স্থানে মাধ্যাকর্ষণ জনিত ত্বরণ 981 cm/sec^2 হলে এর ওজন বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। 0.5cm ব্যাসের একটি কাচ নলের 59°C F তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ভেতরে পানির উচ্চতা কত হবে? পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-4} kg/cm এবং স্পর্শকোণ $\alpha = 45°$ [বাকাশিবো-৮৬]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। 5mm ব্যাসের একটি কৈশিক নল স্বাভাবিক তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ভিতরের পানির উচ্চতা কত হবে, যখন পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-5} kg/cm এবং স্পর্শ কোণ $\alpha = 5°$। [বাকাশিবো-০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। 0.6 cm ব্যাসের একটি কৈশিক নল 20°C তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হল। নলের ভিতরে পানির উচ্চতা কত হবে যদি পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-3} kg/m এবং স্পর্শ কোণ 40° হয়? [বাকাশিবো-০৫ (পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। 0.5 cm ব্যাসের একটি কাচ নলের কৈশিকতা ক্রিয়া নির্ণয় কর। যখন পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-3} Kg/m এবং স্পর্শ কোণ 40°. [বাকাশিবো-২০০৭, ০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কোন তরলের পরম সান্দ্রতা চার সেন্টিপয়েস এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.75 হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) এস আই. এককে এর পরম সান্দ্রতা (খ) কাইনিমেটিক সান্দ্রতা (গ) কাইনিমেটিক সান্দ্রতা স্টোক। [বাকাশিবো-০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। 4mm ব্যাসের একটি কাচ নলের কৈশিকতার প্রভাব মিলিমিটারে নির্ণয় কর যখন (ক) একে পানিতে ডুবানো হয় (খ) একে পারদে ডুবানো হয়। পৃষ্ঠটানের পরিমাণ 20°C তাপমাত্রায় বায়ুর সংস্পর্শে পানির জন্য 0.007 kg/m এবং পারদের জন্য 0.05 kg/m। স্পর্শ কোণ পানি ও পারদের জন্য যথাক্রমে 0° এবং 130°। আপেক্ষিক ওজন পানি ও পারদের জন্য যথাক্রমে 998 kg/m^3 এবং 13550 kg/m^3. [বাকাশিবো-৯১]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি তরলের মাঝে 10mm ব্যাসের একটি কাচ নলকে খাড়াভাবে আংশিক ডুবালে ক্যাপিলারি উচ্চতা 15mm পাওয়া গেল। তরলের স্পর্শ কোন 85° এবং প্রতি ঘনমিটার তরলের ওজন 1200 kg হলে তার পৃষ্ঠটান কত? [বাকাশিবো-১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। একটি তরলের পরম সান্দ্রতা 0.05 পয়েস এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8 হলে SI এককে পরম সান্দ্রতা কত? [বাকাশিবো-১২]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। 6mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাচ নলের কৈশিতার ক্রিয়া মিলিমিটারে নির্ণয় কর। 30°C তপমাত্রার বাতাসের সংস্পর্শে পানির পৃষ্ঠটান 0.009 kg/m এবং পানির স্পর্শ কোণ $\alpha = 10°$, পানির আপেক্ষিক ওজন 997kg/m^3 [বাকাশিবো-৯৬]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। 4mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাচ নলের কৈশিকতা ক্রিয়া মিলিমিটারে নির্ণয় কর। কাচনলটি পানিতে ডুবানো আছে। পৃষ্ঠটান 0.0072 kg/m স্পর্শ কোণ $\alpha = 10°$ পানিতে আপেক্ষিক ওজন 997.50° kg/m [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। 0.5cm ব্যাসের একটি কৈশিক নল পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ওপর পানির উচ্চতা কত হবে, যদি পানির পৃষ্ঠটান 7.39×10^{-3} kg/m এবং স্পর্শ কোণ $\alpha = 45°$ হয়। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি হাইড্রোলিক র‍্যামে ব্যবহৃত পানির হেড 3m এবং কার্যকরী নির্গমন হেড 30m. যদি পানির উত্তোলন এবং ওয়েস্টের অনুপাত 1 ঃ 30 হয় তবে র‍্যামের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 40 cm ও লিভারেজ 1 : 10 যদি 600kg তার উত্তোলন করতে 0.5 kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত হবে? [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি হাইড্রলিক প্রেসের প্রস্থচ্ছেদের প্লাঞ্জারের ও র‍্যামের ব্যাস যথাক্রমে 20 cm ও 2m। র‍্যামের উপর 50,000 kg ওজন উঠাতে হলে প্লাঞ্জারের উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 10cm এর প্লাঞ্জারের ব্যাস 1.5 cm। যদি প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল 80kg হয় তবে র‍্যামের ব্যাস দিয়ে কী পরিমাণ ওজন ওঠবে? যদি প্লাঞ্জারের স্ট্রোক 20 cm হয় এবং স্ট্রোকের সংখ্যা 350 হয় তবে বোঝাটি কতটুকু উপরে উঠবে? যদি বোঝা উঠতে 5 মিনিট সময় লাগে তাহলে প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য কত অশ্বশক্তির প্রয়োজন হয়? [বাকাশিবো-০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস প্লাঞ্জারের ব্যাসের 10 গুণ। র‍্যামের উপর 1 টন বল উত্তোলন করতে প্লাঞ্জারে কত বল প্রয়োগ করতে হবে। [বাকাশিবো- ৯৭]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার 0.8 kg চাপের সমতুল্য পানি স্তম্ভের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পানির মুক্ততল হতে কত নিচে চাপের তীব্রতা বায়ুমণ্ডলের চাপের দ্বিগুণ হবে? বায়ুর চাপ 1.01 kg/cm^2। [বাকাশিবো-৯৩, ৯৪]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি ব্যারোমিটারের পাঠ 76 cm পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। উক্ত চাপ পানি স্তম্ভ হিসাবে এবং kg/cm^2 এককে প্রকাশ কর। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13.6। [বাকাশিবো-১০]
অথবা, একটি ব্যারোমিটারে পাঠ 76cm পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসেবে এবং kg/cm^2 এককে প্রকাশ কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২১। একটি 2m × 2m পাত্রের উচ্চতা 5m। তলদেশ হতে 2m উচ্চতা পর্যন্ত পারদ এবং বাকি অংশ পানি থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা kg/cm^2 এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি 6m × 4m × 3m মাপ বিশিষ্ট জলাধারে পানিতে ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ বের কর। [বাকাশিবো-০৬, ১২, ২০১২(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্যারোমিটার পাঠ 76 cm মার্কারি হলে চাপের তীব্রতা নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার 5m × 4m × 3m। তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি পাত্রে 2m পর্যন্ত পারদ এবং উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা $3kg/cm^2$ হয়, তবে পাত্রের পানির গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-০৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। 5m × 2m × 3m মাপের একটি পাত্রে পানি পূর্ণ থাকলে নির্ণয় কর– [বাকাশিবো–০৬]
(i) তলদেশে চাপের তীব্রতা (ii) তলদেশে মোট চাপ (iii) পার্শ্বদেশে গড় চাপ (iv) পার্শ্বদেশে মোট চাপ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। 6m × 4m × 5m মাপ বিশিষ্ট একটি জলাধার পানি পূর্ণ আছে এর তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি পাত্রে 1m পর্যন্ত পারদ এবং তার উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা প্রতি বর্গসেন্টিমিটারে 1.76 kg তবে পানির উচ্চতা কত? [বাকাশিবো- ০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি সিলিন্ডারের ব্যাস 250mm উচ্চতা 150 cm। যদি সিলিন্ডারটি 0.87 আঃ গুঃ সম্পন্ন তরল দ্বারা পূর্ণ থাকে তবে এর তলায় মোট কত চাপ পড়বে? [বাকাশিবো-১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। নিচের চিত্রে প্রদর্শিত ট্যাংকটির A এবং B বিন্দুতে চাপ নির্ণয় কর। তৈলের আঃ গুঃ 0.87 এবং পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13.6। [বাকাশিবো-৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২০ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। 15m উচ্চতা এবং 6m ব্যাসের একটি পাত্র পানিতে পূর্ণ আছে। পাত্রের খাড়া দেওয়ালে গড় চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। দুই মিটার গভীর পারদের উপর তিন মিটার গভীর পানি থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাসের অনুপাত 8 : 1 এবং প্লাঞ্জারের প্রযুক্ত বল 93.75kg হলে র‍্যামে কত লোড উঠানো যাবে? [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। 200cm × 90cm × 40cm আকারের এবং 0.75 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার উপর সর্বনিম্ন কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। একটি কাঠের টুকরার আকার 5cm × 10 cm × 30 cm এবং ওজন 200 gm। কাঠের টুকরার নিচে কত ওজন ঝুলিয়ে দিলে ওটা পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। একটি ব্যারোমিটারের পাঠ 67 সেমি. পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসেবে এবং kg/cm^2 এককে প্রকাশ কর। পারদের আপেক্ষিক গুরত্ব 13.6। [বাকাশিবো-১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। একটি 2m × 2m পাত্রের উচ্চতা 5m। তলদেশে হতে 2m উচ্চতা পর্যন্ত পারদ এবং বাকি অংশে পানি থাকলে পাত্রের তলদেশের তীব্রতা kg/cm^2-এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। 3m × 3m একটি পাত্রের 3m গভীরতা পর্যন্ত তেল এর নীচে 2m পর্যন্ত পারদ থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব = .9। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। 200cm × 100cm × 5cm আকারের এবং 0.70 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার ওপর কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩০ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 60cm লিভারেজ 1 ঃ 8 হয়। যদি 1000kg বল উত্তোলন করতে 0.6kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত? [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩১ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 50 সেমি. লিভারেজ 1 ঃ 10। যদি 1000 kg লোড উত্তোলন করতে 1 kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত? [বাকাশিবো-১২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩২ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 60cm ও 6cm হলে 50,000 kg ওজন উঠাতে প্লাঞ্জারের কত বল প্রয়োগ করতে হবে? লিভারেজ 1 ঃ 10। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 40cm ও 10cm। প্লাঞ্জারের 20cm স্ট্রোকে প্রেসটি 25 মিনিটে 3500kg ওজনকে 3.5m উচ্চতায় উত্তোলন করে। প্লাঞ্জারের বল ও প্লাঞ্জারের পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৩, ১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। নিচের চিত্রে A পাত্রের চাপ 2kg/cm2 এবং এতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড S_a = 1.6 আছে। B পাত্রের চাপ 2.5kg/cm^2. SB = .8 পারদের উচ্চতায় পাত্র দুটির চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ব্যারোমিটার পাঠ 76 সে.মি. মার্কারি, গেজ চাপ 0.50 কেজি/সে.মি.^{2} হলে পরম চাপ কত হবে? [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। যদি একটি হাইড্রলিক প্রেসের হাতলের লিভারেজ 1:10 র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 33cm এবং 5cm হয়। তবে পরিচালনা হাতলের প্রান্তে কত বল প্রয়োগ করলে র‍্যাম দ্বারা 2000 kg বোঝা উত্তোলন করা সম্ভব হবে? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও পাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 10 সে.মি. এবং 1.5 সে.মি.। প্লাঞ্জারের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ 50 কেজি হলে র‍্যাম দিয়ে কী পরিমাণ ওজন ওঠানো যাবে? [বাকাশিবো-৯৯, ২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 40 cm এবং 5 cm। র‍্যামের উপর 2000 kg বল উত্তোলন করতে প্লাঞ্জারের কী পরিমাণ বলের প্রয়োজন হবে? লিভারেজ 1 : 10। [বাকাশিবো-৯৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 15 cm এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস 2.5 cm। যদি প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল 100 kg হয়, তবে র‍্যামে কী পরিমাণ ওজন উঠবে এবং প্লাঞ্জারের স্ট্রোক 30 cm এবং স্ট্রোক সংখ্যা 300 হলে বোঝাটি কতটুকু উপরে উঠবে? [বাকাশিবো-৯৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪০ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্ল্যাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 20 cm এবং 5 cm হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের উপর আরোপিত 1500 kg লোড উত্তোলন করতে প্ল্যাঞ্জারের উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [বাকাশিবো-৯৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪১ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। একটি পুকুরের উপরি ভাগ হতে 2m নিচে পানির চাপ কত? [বাকাশিবো-৯৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪২ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। 3m গভীরতা বিশিষ্ট একটি পানির ট্যাংকের পানির মুক্ততলে এবং ট্যাংকের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত হবে? পানির আপেক্ষিক ওজন 0.001 kg/cm^3। [বাকাশিবো-৯৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। 4m ব্যাস এবং 3m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি পাত্রে পানি ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। সমুদ্রের পানির গভীরতা 8.05 km হলে সমুদ্রের তলদেশে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে কত কেজি চাপ হবে? প্রতি ঘনমিটার পানির ওজন 1048 kg. [বাকাশিবো-৮৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। একটি পাত্রের তলদেশে মোট বলের পরিমাণ 175 kg এবং তলদেশের দৈর্ঘ্য 3m এবং প্রস্থ 2m উক্ত পাত্রের তলদেশে চাপে তীব্রতা কত? [বাকাশিবো-৯২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। একটি 4m × 3m × 2.5m আকারের পানিপূর্ণ পাত্রের তলদেশের চাপের তীব্রতা এবং 4m পাশের মোট চাপ কত হবে? [বাকাশিবো-৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। 10m ব্যাস এবং 15m উচ্চতা বিশিষ্ট আকৃতির একটি পানির ট্যাংকের নিম্নোক্ত চাপ নির্ণয় কর।
১। ট্যাংকের তলদেশের চাপের তীব্রতা
২। সিলিন্ডারের পার্শ্বে সর্বনিম্ন এবং গড় চাপের তীব্রতা [বাকাশিবো-৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। 5 মিটার × 3 মিটার × 2.5 মিটার আকারের একটি জলাধার পানিপূর্ণ থাকলে ইহার তলদেশে চাপের তীব্রতা এবং পার্শ্বদেশে মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-২০০১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৪৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। একটি আয়তাকার ট্যাংকের মাপ 4m × 3m × 2.5m । উক্ত ট্যাংকে পানির উচ্চতা 2m হলে ট্যাংকের তলদেশে মোট চাপ কত? পার্শ্বদেশের মোট চাপই বা কত? [বাকাশিবো-৮৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫০ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। একটি চৌবাচ্চার দৈর্ঘ্য 10m, প্রস্থ 5m এবং এর মধ্যে পানির উচ্চতা 3m, উক্ত চৌবাচ্চার মধ্যে মোট পানির ওজন ও পার্শ্বদেশের মোট চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫১ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। একটি পাত্রে 1.5 মিটার পর্যন্ত পারদ এবং তার উপর 0.85 আঃ গুঃ এর তরল আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা 2.5kg/cm^2 হয়, তবে পারদের উপরস্থ তরলের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫২ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। একটি পাত্রের তলদেশে মোট বলের পরিমাণ 175 kg এবং তলদেশের দৈর্ঘ্য 3m এবং প্রস্থ 2m উক্ত পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? [বাকাশিবো-৯২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। তেলধারী একটি আনুভূমিক পাইপের দুইটি বিন্দুর সাথে সংযুক্ত ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারে পারদ লেভেলের পার্থক্য 22 সেমি। তেলের আঃ গুরুত্ব 0.85 হলে উক্ত দুই বিন্দুতে চাপের পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-২০০১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে দুটি তরলবাহী নলের প্রেসার হেডের তারতম্য পাওয়া গেল পানি স্তম্ভের উচ্চতায় 100 সেমি। নল দুটির তরল পদার্থের চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। চিত্রানুযায়ী পারদপূর্ণ একটি ম্যানোমিটার, তেলবাহী একটি পাইপের সাথে সংযোগ দেয়া হল। ম্যানোমিটারের ডান প্রান্তটি বায়ুমণ্ডলে খোলা। তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.80 হয়, তবে পাইপের তেলের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। একটি পাইপের মধ্য দিয়ে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তরল প্রবাহিত হচ্ছে। উক্ত পাইপের চাপ সাধারণ ম্যানোমিটারের সাহায্যে নির্ণয় করতে গিয়ে চিত্রানুয়ায়ী পাঠ পাওয়া গেল। যদি ম্যানোমিটারের ভারী তরলটি পারদ হয় তবে পাইপের তরলের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

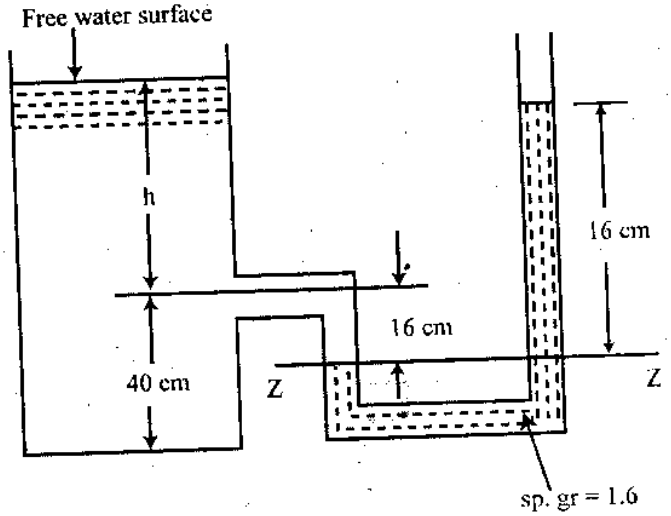
৬৭। একটি ইউটিউবে ডান বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা এবং বাম বাহু পানিপূর্ণ পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত আছে। ইউটিউবটি পারদ দিয়ে পূর্ণ। যদি ইউটিউবের ডান ও বাম বাহুর পার্থক্য 12.7 cm এবং ডান বাহুর পারদ স্তম্ভের উপরিভাগ হতে পানি পূর্ণ পাইপের কেন্দ্রের উচ্চতা 7.62 cm হয় তবে উক্ত পাইপে পানি চাপ kg/cm^2 নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। একটি 15m লম্বা পাইপ লাইনের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। উক্ত পাইপটি অনুভূমিকের সাথে 20° কোণে হেলে আছে। যদি পাইপের দুই মাথার সাথে একটি ম্যানোমিটার সংযুক্ত করা হয় এবং ম্যানোমিটারের দুই ডানার পারদ স্তম্ভের উচ্চতার পার্থক্য 30 cm হয় তবে চাপের পার্থক্য kg/cm^2 এ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬, ৯৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। চিত্রে পানি ভর্তি একটি পাত্রে সংযোজিত একটি ইউ টিউব এবং প্রেসার গেজ দেখানো হয়েছে। এটি হতে h এর মান এবং প্রেশার গেজের পাঠ নির্ণয় কর।

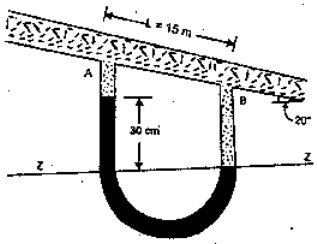


চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। পানি প্রবাহিত একটি পাইপের 15 মিটার ব্যবধানে একটি পারদ ব্যবহৃত ম্যানোমিটার সংযোগ দেওয়া হচ্ছে। পাইপটি সোজা এবং 20° কোণে আনত। যদি ম্যানোমিটার পাঠ 30 cm হয় তবে পাইপের দুই বিন্দুর চাপের পার্থক্য নিরূপণ কর।

[বাকাশিবো-৮৪, ৮৫, ৮৬, ৯৪]



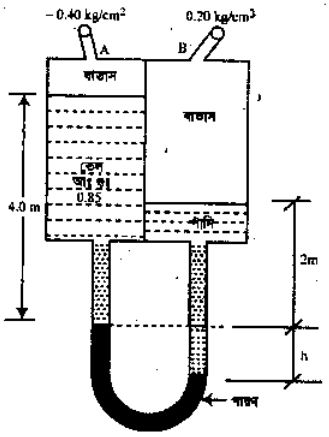
চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। পারদপূর্ণ একটি ইউ টিউবের ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা। বাম বাহু 0.8 আঃ গুরুত্বের তেলবাহী পাইপের সাথে যুক্ত। পাইপের কেন্দ্র হতে পারদের মুক্ততল ও সাধারণ তল যথাক্রমে 50 cm ও 30 cm নিচে অবস্থিত। পাইপ দ্বারা প্রবাহিত তেলের পরমচাপ প্যাসকেলে বের কর। [বাকাশিবো-৯৪]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

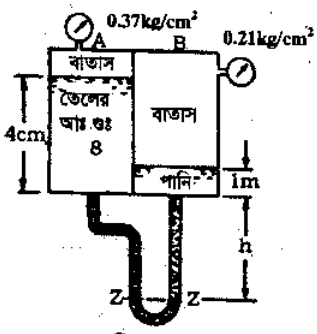
৭২। নিচে দেয়া চিত্রানুযায়ী ম্যানোমিটারটির h এর মান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৯]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। চিত্রানুযায়ী একটি পাত্র দুই অংশে বিভক্ত। দুই অংশে বাতাস, পানি, তেল গাছে। যদি গেজ A ও B প্রদত্ত চিত্রানুযায়ী পাঠ দেয়, তবে h এর মান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০১R]



চিত্র ঃ ৩.২৬

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। একটি পাইপের মধ্য দিয়া 0.80 আঃ গুঃ বিশিষ্ট একটি প্রবাহী প্রবাহিত হচ্ছে। তার চাপ নির্ণয়ের জন্য একটি মাইক্রোম্যানোমিটার ব্যবহার করা হয়েছে। বাসন সারফেস হতে ডান বাহুর পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 25 cm এবং পাইপের কেন্দ্রে উচ্চতা 12 cm। বেসিন এবং ডান বাহুর প্রস্থচ্ছেদের অনুপাত 40 : 1। পাইপের প্রবাহী চাপ kg/cm^2 এককে নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। তৈলধারী একটি আনুভূমিক পাইপের দুই বিন্দুতে সংযুক্ত ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পারদ লেভেলের পার্থক্য 10cm। তৈলের আনু গুঃ 0.9 হলে উক্ত দুই বিন্দুতে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬]

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। একটি ম্যানোমিটারের বাম বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা ও ডান বাহু পাইপের সাথে সংযুক্ত। দুই বাহুতে পারদ তলের পার্থক্য 35 cm। পাইপের কেন্দ্র ডান বাহুর পারদের উপরিতল-এর উচ্চতা 10cm। পাইপের তরলের আঃ গুঃ 0.7 হলে পাইপের পরমচাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। একটি ইউটিউব সরল ম্যানোমিটারের বাম প্রান্ত পানিবাহী পাইপের সাথে যুক্ত এবং ডান প্রান্ত বায়ুমণ্ডলে যুক্ত। পারদের নিম্নতর পাইপের কেন্দ্র থেকে 30cm নিচে এবং পারদের উপরিতল পাইপের কেন্দ্র থেকে 5cm উপরে পাইপের পানির চাপ কত? [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

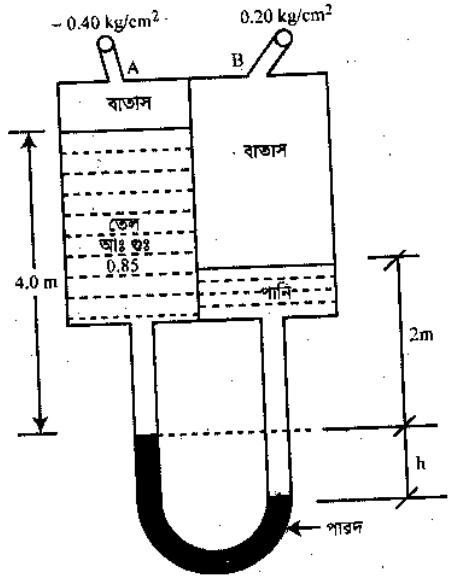
৭৮। প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে 0.8kg চাপের সমতুল্য পানির স্তরের উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। একটি সরল ম্যানোমিটারের বাম বাহু পানিবাহী একটি পাইপের কেন্দ্রে। সংযুক্ত এবং ডান বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা। পাইপের কেন্দ্র হতে বাম ও ডান বাহুতে পারদ লেভেল যথাক্রমে 12cm নিচে এবং 6cm উপরে হলে পাইপের কেন্দ্রের চাপ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটারে বের কর। [বাকাশিবো-০৭, ১৪]

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৭ নং দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-০৯]

৮০। নিচে দেয়া চিত্রানুযায়ী ম্যানোমিটারটির ক্ষেত্রে h এর মান নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেতঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৮ নং দ্রষ্টব্য।

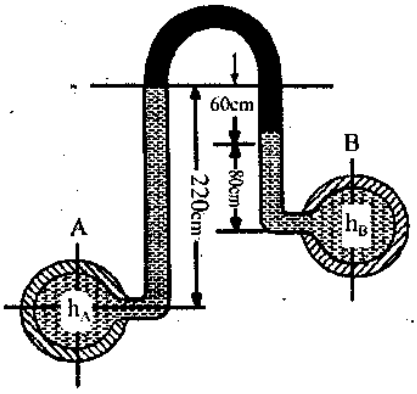
৮১। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত পানিবাহী পাইপের A ও B বিন্দুর সাথে সংযুক্ত একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার পারদ লেভেলের পার্থক্য 15cm। ঐ বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। তেল প্রবাহিত একটি অনুভূমিক পাইপের দুটি বিন্দুর সাথে ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার সংযুক্ত করার পারদ লেভেলের পার্থক্য 20cm পাওয়া গেল। তেল ও পারদের আপেক্ষিক গুরত্ব যথাক্রমে 0.95 এবং 13.6 হলে বিন্দু দুটিতে চাপের পাথর্ক্য কত? [বাকাশিবো-১৩ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩০ নং দ্রষ্টব্য।

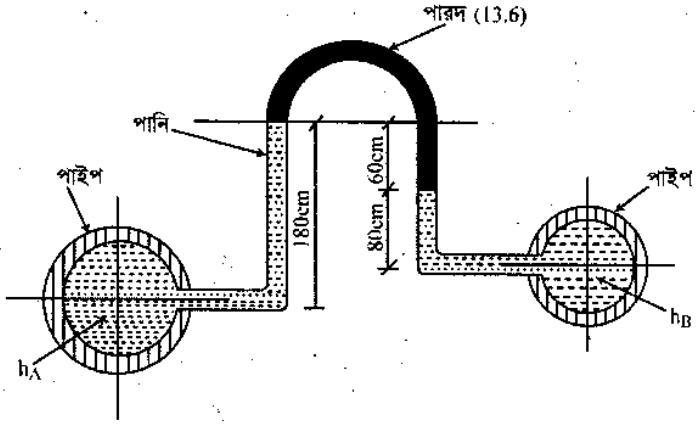
৮৩। নিম্নের চিত্রানুযায়ী পাইপ A ও B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৩(পরি)]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। নিম্নের চিত্রানুযায়ী পাইপ A ও B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের সাহায্যে পানিবাহী দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য নির্ণয় করা হচ্ছে। A পাইপের কেন্দ্রস্থল হতে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 20cm এবং B পাইপের কেন্দ্রস্থল হতে পারদের উচ্চতা 10cm। পারদ লেভেলের উচ্চতার পার্থক্য 5 cm। A পাইপের চাপের পরিমাণ পানির উচ্চতার 1.5m হলে B পাইপে চাপের পরিমাণ kg/cm^2 এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৩ নং দ্রষ্টব্য।

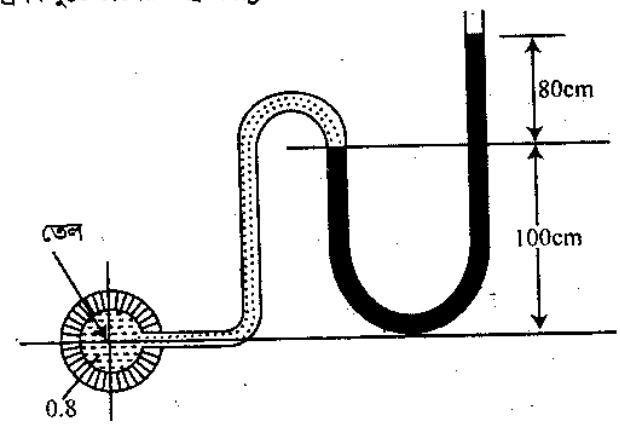
৮৬। একটি পারদ ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার দ্বারা পানিবাহী দুটি পাইপের চাপের পার্থক্য মাপা হচ্ছে। ম্যানোমিটার পারদ রিডিং 80cm হলে পাইপ দুটিতে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তরলের (আঃ গুরুত্ব 0.8) চাপ একটি ম্যানোমিটার দ্বারা মাপা হচ্ছে। এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বাম বাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত ডান বাহুতে পারদের উপরিতল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত 8cm। যদি দুই বাহুতে পারদ লেভেলের পার্থক্য 17cm হয়। তবে পাইপে তরলের পরম চাপ kg/cm^2 এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। চিত্রানুযায়ী পাইপের কেন্দ্র বিন্দুতে চাপের তীব্রতা kg/cm^2 এককে বের কর। [বাকাশিবো-৯৩]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। তেল প্রবাহী একটি পাইপের চাপ নির্ণয় করার জন্য একটি ম্যানোমিটারের ডান প্রান্ত উন্মুক্ত রেখে বাম প্রান্ত পাইপের সাথে সংযোগ দেয়া আছে। ডান বাহুতে পারদের উপর তল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত উচ্চতা 12cm। যদি পাইপের তেলের পরম চাপ $1.304 kg/cm^2$ পাওয়া যায় তবে পারদের লেভেল পার্থক্য নির্ণয় কর। তেলের আঃ গুরুত্ব 0.8। [বাকাশিবো-৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তরলের (আঃ গুরুত্ব 0.9) চাপ একটি ম্যানোমিটার দ্বারা মাপা হচ্ছে। এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বামবাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত। ডান বাহুতে পারদের উপরি তল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব 20cm। যদি দুই বাহুতে পারদ লেভেলের পার্থক্য 16cm হয়। তবে পাইপ তরলের পরমচাপ kg/cm^2 এককে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৮ নং দ্রষ্টব্য।

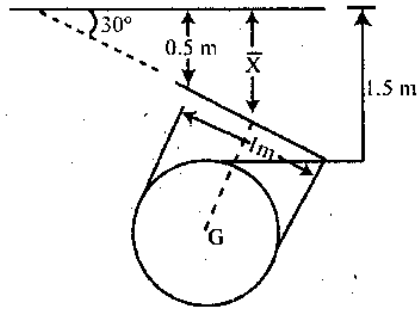
৯১। একটি পাইপ দিয়ে প্রবাহমান তেলের (আঃ গুরুত্ব 0.85) চাপ একটি সরল U টিউব ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে এর ডান বাহু বায়ুমণ্ডলের দিকে খোলা এবং বাম বাহু পাইপের সঙ্গে সংযুক্ত। ডান বাহুতে পারদের উচ্চতা উপরিতল হতে পাইপের কেন্দ্র পর্যন্ত 10 cm। যদি দুই বাহুতে পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 20 cm হয়। তবে পাইপে তেলের পরম চাপ kg/cm^2 এককে কত? [বাকাশিবো-৯২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। আনুভূমিক তলের সাথে 60° কোণে হেলানো একটি লোহার গেইটের সাইজ 40 × 40 cm. ওটা আনুভূমিক তলের উপরের দিকে হিন্‌জ দ্বারা আটকানো। যদি পানির গভীরতা 10cm হয় তাহলে গেটের আঘাত নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। 1m ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো যা 30° কোণে আনত এবং উপর প্রান্ত মুক্ততল হতে 1.5 মিটার গভীরতার আছে। এই পাতটির উপর মোট চাপ নিরূপন কর। [বাকাশিবো-২০০৮]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। 1.5 মিটার ব্যাস বিশিষ্ট একটি খাড়া গোলাকার প্লেট পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে যে এর কেন্দ্র পানির উপরিতল হতে 3.5 মিটার নিচে। প্লেটটির মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০৮৫, ৮৬, ৯৫]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। 2.5m ব্যাসের একটি গোলাকার পাতের উপর প্রান্ত পানির উপরিতল হতে 1m গভীরতায় খাড়াভাবে ডুবানো। পাতটিতে মোট চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। একটি ত্রিভূজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m, উচ্চতা 4m যা খাড়া অবস্থায় পানির মধ্যে ডুবন্ত। এর উপর হতে পানির মুক্ততল পর্যন্ত দূরত্ব 1m, চাপকেন্দ্র বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, 3 মি. ভূমি এবং 4. মি. উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটকে পানিতে এরূপে ডুবানো হয়েছে, যাতে এর শীর্ষ বিন্দু পানির মুক্ততল হতে 1 মি. গভীরে থাকে। চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। 4m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 3m নিচে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। 50 m ভূমি এবং 30 m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ত্রিভুজ আকৃতির পাত খাড়াভাবে পানিতে ডুবানো আছে। পাতটির ভূমি পানির মুক্ততলের সমান্তরালে থেকে 20 সেমি গভীরে অবস্থিত। যদি ত্রিভুজের শীর্ষবিন্দু ভূমি হতে নিচের দিকে অবস্থান করে তবে পাতটির জন্য মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৪]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১২ নং দ্রষ্টব্য।

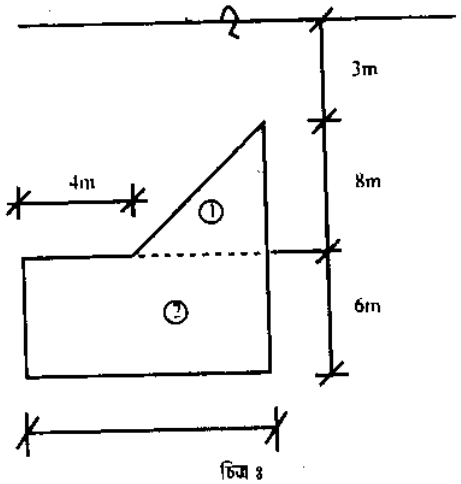
৯৯। 5m × 2m আকারের একটি আয়তাকার পাত খাড়াভাবে পানিতে ডুবানো আছে। যদি 5m পার্শ্বটি পানির মুক্ততলের সমান্তরালে এবং 3m গভীরে অবস্থান করে তবে পাতটির উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫R]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। একটি আয়তাকার ম্যাশনরী ড্যামের উচ্চতা 10m এবং চওড়া 5m। উজানে পানির উচ্চতা, ড্যামের উচ্চতার সমান। ম্যাশনরীর ওজন 2300kg/m^3 হলে প্রতিমিটার দৈর্ঘ্য পানির মোট চাপ, লব্ধি বল এবং ড্যামের ভরকেন্দ্র হতে ভূমি বরাবর লব্ধির ছেদ বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। নিম্নের চিত্রানুযায়ী মোট চাপ ও চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। 3m ব্যাসের পাত পানিতে এমনভাবে ডুবে আছে যে, এটির উপর ও নিচ তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m। পাতের উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্রের গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। 3m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 4m নীচে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। 1m ব্যাসের একটি প্লেটের উপরিতলটি পানিতল হতে 1m নিচে খাড়াভাবে ডুবন্ত মোট চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২০ নং দ্রষ্টব্য।

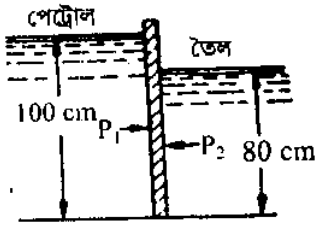
১০৫। একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m যা পানির সমান্তরালে রয়েছে। এবং উচ্চতা 4m যা খাড়া অবস্থায় পানির মাঝে ডুবন্ত। এর উপর হতে মুক্ততল পর্যন্ত দূরত্ব 1m হলে চাপ কেন্দ্রে বের কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। 2m ব্যাসের একটি বৃত্তকার প্লেট পানির মুক্ত তল থেকে তলদেশে পর্যন্ত 5m গভীরতায় খাড়াভাবে ডুবন্ত অবস্থায় থাকলে এর উপর মোট চাপ কত? [বাকাশিবো-১৩, ১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। 120 cm প্রশস্ত একটি আয়তাকার পাত্রের মাঝখানে একটা পার্টিশন দেয়াল আছে। এই দেওয়ালের এক পার্শ্বে 100 cm গভীরতা পেট্রোল দিয়ে পূর্ণ যার আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.7 এবং অপর অংশ 80 cm গভীরতার তৈল দিয়ে পূর্ণ যার আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.9 হলে পার্টিশন দেওয়ালের উপর লব্ধি থ্রাস্ট ও তার পয়েন্ট অব অ্যাপ্লিকেশন বের কর।



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। 5m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে যে, এর উপর এবং নিচ তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m। এরূপ অবস্থায় পাতে মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২, ১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। 2m × 4m একটি আয়তকার পাত পানিতে খাড়াভাবে এমন অবস্থায় ডুবানো হল যেন 2m দীর্ঘ প্রান্তদ্বয় পানি তলের সমান্তরালে অবস্থান করে। পানির মুক্ততল হতে যদি পাত্রের উপরের প্রান্তের গভীরতা 2.5m হয়, তবে পাত্রে পানির মোট চাপ ও চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১০। 6m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত পানিতে খাড়াভাবে ডুবানো আছে যাতে এর উপরে ও নিচে তলের গভীরতা যথাক্রমে 4m এবং 8m পাতটির উপর মোট চাপ 3 চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১১। 1m ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো যা 30° কোণে আনত এবং উপর প্রান্তমুক্ততল থেকে 1.6m গভীরতায় নিমজ্জিত। ঐ পাতটির উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৮ নং দ্রষ্টব্য।

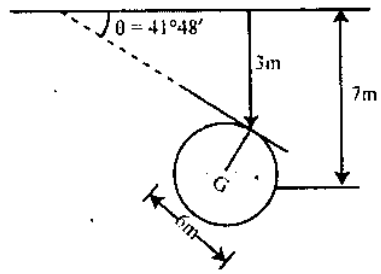
১১২। একটি স্লুইচ গেটের প্রস্থ 2m, উচ্চতা 3m, গেইটির উপর ধার হতে পানির উচ্চতা 1m। গেটটির উপর মোট আনুভূমিক চাপের পরিমাণ এবং চাপকেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৮৭, ৮৮, ৮৯, ৯০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৯ নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। 3m ব্যাসের গোলাকার পাত 0.82 আপেক্ষিক গুরুত্ব এর তরল পদার্থে 30° কোণে ডুবানো আছে পাতটির উপরি ভাগ হতে তরলের গভীরতা 1m হলে মোট চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৮৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৩০ নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। 6m ব্যাসের একটি গোলাকার পাত নিচের চিত্রানুযায়ী পানিতে এমনভাবে ডুবানো আছে, যে এর উপর 3 নিচের তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 7m পাতটির উপর মোট চাপ কেন্দ্র নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৩]



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৩১ নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। 1m × 0.50m × 0.50m সাইজের একটি আয়তাকার ব্লক পানিতে এমনভাবে ভাসছে যে এর মোট আয়তনের $\frac{1}{9}$ অংশ পানির উপরে। ব্লকটির ওজন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। সমুদ্রের পানিতে একটি জাহাজ কর্তৃক অপসারিত পানির আয়তন $3500m^3$। $1m^3$ সমুদ্রের পানির ওজন 1025 kg হলে জাহাজটির ওজন কত? বিশুদ্ধ পানিতে এই অপসারণের আয়তন কত?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। 4m দীর্ঘ, 2m প্রস্থ এবং 1m গভীর একটি কাঠের টুকরা পানিতে ভাসমান আছে। যদি কাঠের ঘনত্ব $840\ kg/m^3$ হয়, তবে অপসারিত পানির আয়তন কত? [বাকাশিবো-২০০১ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১৮। 200 cm × 90 cm × 40 cm আকারের এবং 0.75 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার উপর সর্বনিম্ন কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১৯। 4m × 2m × 1m আয়তনের কাঠের টুকরা পানিতে ভাসছে। কাঠের ঘনত্ব 700 kg/m^3 হলে তক্তা দ্বারা অপসারিত পানির আয়তন এবং প্লবতা কেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৯ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২০। 5000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 10 টন ওজন, এক পার্শ্ব হতে 10m দুরে সরিয়ে নিলে জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ০৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২১। একটি জাহাজ সমুদ্রে 5000 টন পানি অপসারণ করে। এর পাটাতনে 20 টনের একটি ওজনকে 50 m দূরত্বে সরালে জাহাজটির $\frac{1}{40}$ অংশ কত হয়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২২। একটি জাহাজ 1600 টন সমুদ্রের পানি অপসারণ করে যখন 32 টন ওজনকে 6m দূরে সরানো হয় তখন জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-২০০৫(পরি), ২০০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২৩। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1500 টন পানি অপসারণ করে। 20 টনের ওজন পন্টুনের পাটাতনের এক পাশে 9m সরালে 2.7m দৈর্ঘের পেন্ডুলাম আনুভূমিকভাবে 13 cm হেলে পড়ে। পন্টুনের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২৪। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1600 টন পানি অপসারণ করে। 25 টনের একটি ওজনকে পন্টুনের পাটাতনে 10 m সরালে 2.7 m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম অনুভূমিক ভাবে 15 cm নড়ে। পন্টুনটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১২ নং দ্রষ্টব্য।

১২৫। একটি জাহাজ 2500m^3 পানি অপসারণ করে। পানির ওজন 1015 kg/m^3। 25 টন এর একটি ওজন পাটাতনে 10m সরালে 3m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম 15cm নড়ে, মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬, ০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২৬। একটি জাহাজ সমুদ্রে 2,000 টন পানি অপসারণ করে, যখন পাটাতনের উপর 30 টন ওজন 5 মিটার দূরে সরানো হয়, তখন জাহাজটি 2° কোণে কত হয়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় হয়। [বাকাশিবো-০৭, ২০০০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২৭। মুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3,000 টন পানি অপসারণ করে। এর ডেকের উপর দিয়ে 15 টন ওজন একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10 মি. দূরত্বে স্থানান্তর করার জাহাজটি 2° হেলে যায়। জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২৮। 4000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 15 টন ওজন এক পাশ হতে 12 মিটার দুরে সরিয়ে নিয়ে জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত? [বাকাশিবো-১২, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২৯। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3500 টন পানি অপসারণ করে। এটির ডেকের উপর দিয়ে 26 টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10m দূরে স্থানান্তর করায় জাহাজটি $\frac{1}{40}$ ঢালে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্টিক উচ্চতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩০। সমুদ্রে ভাসমান একটি জাহাজ 2000 মেট্রিক টন পানি অপসারণ করে। জাহাজের পাটাতনের উপর আড়াআড়ি প্রস্থচ্ছেদে 30 মেট্রিক টন ওজন 4m সরালে জাহাজটি 5° হেলিয়া পড়ে। জাহাজের মেটাসেন্টিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০১০(পরি), ০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩১। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3000 টন পানি অপসারণ করে। এর ডেকের উপর দিয়ে 15 টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10m দূরত্বে স্থানান্তর করায় জাহাজটি $\frac{1}{30}$ ঢালে (অর্থাৎ $\tan\theta = \frac{1}{30}$) হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-১৯৯৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩২। 5000 টন ওজনের জাহাজ সমুদ্র আন্দোলনের ফলে জাহাজের ডেকের উপর অবস্থিত 10 টন ওজনের একটি বস্তু জাহাজের প্রস্থ বরাবর এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে 10m দূরে সরে গেল। জাহাজের 3m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পেন্ডুলামটি যদি তলদেশে 10 cm সরে যায়, তবে জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত হবে? [বাকাশিবো-১৯৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.২০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৩। কোন পাইপের A ও B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 5 cm এবং 10 cm A প্রান্তের বেগ 8m/sec হলে B প্রান্তের বেগ কত?

[বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৪। একটি ট্যাপারিং পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে, যার বড় ও ছোট প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 10 cm ও 6 cm বড় প্রান্তের পানির গতিবেগ 2.5 m / sec হলে ছোট প্রান্তের গতিবেগ এবং নির্গমনের পরিমাণ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৪। 16 cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 m / sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনেব পরিমাণ এবং ঐ পাইপ ক্রমশ বাড়িয়ে 25 cm করা হলে শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো- ২০০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৫। একটি পাইপ AB এর B বিন্দুতে পৃথক দুভাগে বিভক্ত হয়ে C এবং D পাইপে পরিণত হয়েছে। A, B, C এবং D অংশে পাইপটির ব্যাস যথাক্রমে 30cm, 20 cm, 18 cm এবং 15 cm হলে, B এবং D বিন্দুতে বেগ নির্ণয় কর। A এবং C বিন্দুতে বেগ যথাক্রমে 2m/sec এবং 4m/sec. [বাকাশিবো-১৯৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৬। প্রতিবর্গ সেন্টিমিটার 20 কি. গ্রাম চাপে একটি ট্যাংক প্রতিমিনিটে 1500 কি. গ্রাম পানি প্রবেশ করাতে কত অশ্বশক্তি ব্যয় হবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৭। 15cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 12 m/sec বেগে পানির প্রবাহিত হচ্ছে এবং ধীরে ধীরে এটির ব্যাস বেড়ে 25 cm হলে নির্গমনের পরিমাণ ও শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৮। ক্রমশ সরু একটি পাইপ যার বড় প্রান্তের ব্যাস 20 cm এবং ছোট প্রান্তের ব্যাস 10 cm উহার মধ্যে পানি প্রবাহ হচ্ছে। বড় প্রান্তে পানির বেগ 5 m/s হলে ছোট প্রান্তের বেগ ও নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩৯। 15 cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 m/sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ এবং পাইপের ব্যাস ধীরে ধীরে বেড়ে 25 cm হলে শেষ প্রান্তের বেগ কত? [বাকাশিবো-২০০২, ১২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৮ নং দ্রষ্টব্য।

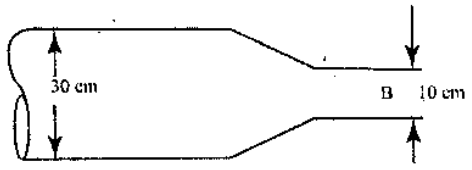
১৪০। 15 সেমি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20 মিটার/সেকেন্ড বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ধীরে ধীরে এটির ব্যাস বেড়ে 20 সেমি. হলে নির্গমনের পরিমাণ ও শেষ প্রান্তের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪১। সে.মি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 15 সে.মি. বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানি নির্গমনের হার নির্ণয় কর। পাইপের ব্যাস ক্রমান্বয়ে বেড়ে 25 সে.মি. হলে শেষ প্রান্তের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ ৬.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪২। 30 cm ব্যাসের এক পাইপকে রিডিউসারের সাহায্যে 10 cm পাইপের সাথে সংযুক্ত করা হয়। এতে A ও B বিন্দু একই উচ্চতায় আছে। A বিন্দুতে চাপের পরিমাণ 0.15 kg/cm^2। প্রবাহের পরিমাণ 0.03m^3/sec। A ও B এর মধ্যে শক্তির অপচয় প্রতিবর্গ সেন্টিমিটারে 0.015 কিঃ গ্রাঃ এর সমতুল্য। প্রবাহিত তরল পদার্থ পানি হলে B বিন্দুতে চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৩। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 60 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের A এবং B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 30 cm ও 20 cm। B প্রান্তের চাপ 1.25 kg/cm^2 হলে A প্রান্তের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৪। 3m লম্বা ক্রমশ ছোট হওয়া একটি পাইপ খাড়াভাবে অবস্থিত, যার ভিতর দিয়ে পানি উপর হতে নিচে প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের উপরের অংশের ব্যাস 15 cm এবং নিচের অংশের ব্যাস 10 cm। যদি প্রবাহিত পানির পরিমাণ 1800 kg/min এবং উপরের অংশের চাপ 15m পানির উচ্চতার সমান হয়, তবে নিচের অংশের চাপ kg/ cm^2 এ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৮(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৫। 250 m লম্বা একটি টেপার পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 1.22 m এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 0.82m মোটা প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2.1m উপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 4.5m নিচে অবস্থিত। উপর প্রান্তে বেগ 3m/sec এবং নিচ প্রান্তের প্রেসার হেড 7.2m (পানির উচ্চতার) উপর প্রান্তের চাপের তীব্রতা kg/cm^2 নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৬। 5m লম্বা একটি খাড়া ট্যাপারিং পাইপের উপরের অংশের ব্যাস 7.5 cm ও নিচের অংশের ব্যাস 15 cm। পাইপটির মাঝ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ 30 লিটার হলে দু'প্রান্তের চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৭। একটি 5m লম্বা পাইপ আনুভূমিকের সাথে 15° কোণে হেলানো আছে। পাইপের নিচের অংশের ব্যাস 100 cm এবং ক্রমানুসারে বৃদ্ধি পেয়ে উপরের ব্যাস 250 cm হয়েছে। নিচের অংশে প্রবাহের গতিবেগ 1m/sec হলে দুই অংশের মধ্যে চার্জের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৯৯৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৮। 100 মিটার লম্বা একটি অনুভূমিক পাইপ দ্বারা 50 লিটার /sec পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের এক প্রান্তের ব্যাস 30 cm এবং অপর প্রান্ত 20 cm. বড় প্রান্তের চাপ 1kg/cm^2 হলে ছোট প্রান্তের চাপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪৯। 200m লম্বা একটি পাইপ 50 cm ব্যাস হতে ক্রমশ সরু হয়ে 25 cm এ পরিণত হয়েছে এবং পাইপটি আনুভূমিকের সাথে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। যদি বৃহৎ ব্যাসের প্রান্তে চাপ 1kg/cm^2 হয় তবে ক্ষুদ্র ব্যাসের প্রান্তে চাপের পরিমাণ নির্নয় কর। পাইপটির মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 100 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। [বাকাশিবো-১৯৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫০। ৩ মিটার লম্বার ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস ১৫ সে.মি. এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস ৭ সে.মি.। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে ১৪০০ লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫১। একটি ভেনচুরিমিটারের প্রশস্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল 710cm^2 এবং গলার ক্ষেত্রফল 80cm^2। মিটার সহগ = .99 প্রশস্ত প্রান্তের হেড 6.5m এবং গলার হেড 4.20m হলে নির্গমন কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫২। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 12cm এবং নিচ প্রান্তের ব্যাস 6cm । নির্গমনের পরিমাণ প্রতিমিনিটে 1,300 লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৩। 300m লম্বা একটি টেপার পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 1.2m এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 0.80m। মোট প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2m উপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লাইনের 4m নিচে অবস্থিত। উপর প্রান্তের বেগ 3m/s ও নিচ প্রান্তের প্রেসার হেড 7m (পানির উচ্চতায়) হলে উপর প্রান্তে চাপের পরিমাণ kg/cm^2-এ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৪। 25 cm ব্যাসের একটি পানিবাহী নলের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার লাগানো আছে। নলটির মধ্যে দিয়ে প্রবাহের সর্বোচ্চ পরিমাণ প্রতি মিনিটে 7200 লিটার এবং প্রেসার হেড 6 মিটার। যদি উহাতে কোন প্রকার ঋণাত্মক হেড না থাকে তাহলে থ্রটের সর্বনিম্ন ব্যাস কত? k = 1 [বাকাশিবো-১৯৮৪, ৮৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৫। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1m ও থ্রটের ব্যাস 0.5m এবং এর মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও থ্রটের মধ্যে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেনসিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 5cm। মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ ও থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৬। একটি ভেনচুরিমিটারের বড় প্রান্ত ও থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 10 cm ও 4 cm। ইহার মধ্যদিয়ে পানি প্রবাহের সময় বড় প্রান্ত ও থ্রোটে পিজোমিটারের পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 220 মিমি ও 20 মিমি। যদি মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.98 হয়, তাহলে প্রবাহের হার এবং থ্রোটে প্রবাহের বেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৭। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস ও থ্রটের ব্যাস যথাক্রমে 300 mm এবং 150 mm. ভেনচুরি হেড যদি 4.55m হয় তবে প্রতিঘন্টায় কত লিটার তরল পদার্থ নির্গমন হবে নির্ণয় কর। মিটার সহগ 0.97. [বাকাশিবো-২০০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৮। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 15 cm, থ্রটের ব্যাস 7.5 cm। যদি মিটার সহগ 0.98 এবং ভেনচুরী হেড 3.15 m হয় তাহলে প্রতি মিনিটে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫৯। 20 cm ব্যাসের একটি পাইপের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার সংযোজিত আছে, যার মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 120 লিটার পানি প্রবাহিত হচ্ছে। যদি চাপজনিত উচ্চতা পানিতে 5m হয়, তাহলে থ্রোটের ব্যাস কত হবে? (মিটার সহগ k = 1) [বাকাশিবো-১৯৯৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬০। একটি 25 cm × 10 cm একটি ভেনচুরিমিটার দ্বারা প্রবাহিত তেলের পরিমাণ মাপার সময় ভেনচুরির উচ্চতা পারদে 85 cm পাওয়া গেল। যদি তেলের আঃ গুরুত্ব 0.80 এবং মিটার সহগ 0.97 হয়, তবে প্রতি মিনিটে প্রবাহিত তেলের পরিমাণ কত? [বাকাশিবো-১৯৯৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬১। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ পথের ব্যাস 12cm ও থ্রোটের ব্যাস 4 সে.মি.। ভেনচুরি মিটারে তেল প্রবাহিত হয়। ভেনচুরি মিটারটি আনুভূমিক তলে অবস্থিত। পারদ ও তেলের গেজ পার্থক্য 150 mm হলে নির্গমন নির্ণয় কর। তেলের আঃ গুঃ 0.90 এবং ভেনচুরি সহগ 0.98. [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬২। 25 cm × 12 cm সাইজের একটি আনুভূমিক ভেনচুরি মিটার 0.8 আঃ গুঃ তেল প্রবাহিত হলে ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্য নির্ণয় কর, যদি নির্গমনের পরিমাণ 150 litre/sec হয়। [বাকাশিবো-২০০৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৩। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস 25 সেমি. এবং থ্রোটের ব্যাস 10 সেমি.। এটিকে আনুভূমিকভাবে স্থাপন করে 0.8 আপেক্ষিত গুরত্ব বিশিষ্ট তৈল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তৈল পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য 15m পাওয়া গেল। মিটারের সহগ 0.98 হলে *L*/min এককে নির্গমনের পরিমাণ কত হবে? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৪। ক্রমশ সরু খাড়াভাবে অবস্থিত 5m লম্বা একটি পাইপ যার ভিতর দিয়ে উপর থেকে পানি নিচে প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটির উপর অংশের ব্যাস 16cm এবং নিচের অংশের ব্যাস 10cm। প্রতিমিনিটে পাইপটি থেকে 2,000 kg পানি প্রবাহিত হলে পাইপটির দুই প্রান্তের চাপের পার্থক্য বার্নৌলীর সূত্র প্রয়োগে নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৫। একটি 5 মিটার লম্বা পাইপ আনুভূমিকের সাথে 15° কোণে হেলানো আছে। পাইপের নীচের অংশের ব্যাস 100 সেমি. এবং ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পেয়ে উপরের ব্যাস 250 সেমি. হয়েছে। নীচের অংশে প্রবাহের গতিবেগ 100 মিটার/সে. হলে দু'অংশের মাঝে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৬। একটি পাইপে প্রবাহিত পানির বেগ মাপার সময় পাইপের কেন্দ্রে অবস্থিত পিটট টিউবে 5cm পানির উচ্চতা পাওয়া গেল। যদি পানির প্রকৃত বেগ কেন্দ্রের বেগের $\frac{2}{3}$ অংশ হয়, তবে পাইপের ভিতর দিয়ে প্রতিমিনিটে নির্গত পানির পরিমাণ কত? পাইপের ব্যাস 25 cm.

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৭। 8m ব্যাস এবং 10m উঁচু একটি পাত্রের তলদেশে একটি অর্ধগোলক লাগানো আছে। পাত্রের তলদেশে $200cm^2$ এর অরিফিস দ্বারা পানিতে পূর্ণ পাত্র খালি হতে কত মিনিট সময় লাগবে? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.২৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৮। একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1.25 মিটার এবং থ্রটের 0.65 ব্যাস মিটার এর মাঝ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও থ্রটের মাঝে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেন্সিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 7.5 সে.মি.। মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ ও থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬৯। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের ওপরের প্রান্তের ব্যাস 12cm এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস 6cm। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে 1500 লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭০। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস 18 cm এবং থ্রোটের ব্যাস 12 cm। এটি আনুভূমিকভাবে স্থাপন করে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তেল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তেল-পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য 25 cm পাওয়া গেল। মিটারের সহগ 0.98 হলে লিটার/মিনিট এককে নির্গমন কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭১। 2.5m দীর্ঘ একটি পাইপ ক্রমশ সরু খাড়াভাবে অবস্থিত যাহার ভিতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপের উপরের ব্যাস 10 cm, নিচের ব্যাস 5 cm যদি নির্গমনের পরিমাণ 1250kg/min পার্থক্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭২। আনুভূমিকভাবে স্থাপিত একটি ভেনচুরি মিটারের বড় প্রান্তের ও থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 9.5 সেমি এবং 4 সেমি.। ব্যবহৃত ম্যানোমিটারে তরল পারদের পার্থক্য 13 সে.মি। যদি মিটার সহগ 0.98 এবং মিটারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তরলের আঃ গুরুত্ব 0.85 হয়, তবে প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-৯৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৩। 0.1 মিটার × 0.05 মিটার আকৃতির ভেনচুরি মিটার পানির প্রবাহ নির্ণয়ের জন্য সংযোগ করা হল। ইহার সঙ্গে সংযুক্ত একটি পারদ ব্যবহৃত ম্যানোমিটার এর পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 3 cm হলে এ মুহূর্তে নির্গমনের পরিমাণ কত হবে? [বাকাশিবো-৯৮ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৪। 10 সে.মি. ব্যাসের একটি আনুভূমিক পাইপের সাথে একটি ভেনচুরি মিটার লাগানো আছে যার মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 20 লিটার পানি প্রবাহিত হয়। ডিফারেনসিয়াল ইট টিউব ম্যানোমিটারের পাঠ 60 সে.মি. পারদে দেখায়। যদি মিটার সহগ 0.95 হয়, তাহলে থ্রোটের ব্যাস কত হবে? [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৫। একটি ভেনচুরি মিটারের মধ্যে দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে যার প্রশস্ত এবং থ্রোটের ব্যাস যথাক্রমে 12 সেমি এবং 5 সেমি। উক্ত প্রান্ত দুটির মধ্যে একটি ইউটিউবের পারদ স্তম্ভের পার্থক্য নির্ণয় কর। মিটার সহগ 0.97 নির্গমন Q = 9.572 litre/sec. [বাকাশিবো-৯৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৭ এর উদাহরণ ৭.৩৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৬। 6 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে 9 মিঃ হেডের আওতায় পানি নির্গত হচ্ছে। C_d =0.6 এবং C_v =0.9 হলে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ লিটারে এবং ভেনা-কন্ট্রাকটাতে প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৭। 1m সার্বক্ষণিক হেডে 35cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার অরিফিস দিয়ে পানি জেট আকারে নির্গত হচ্ছে, ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে পানির জেটের একটি নির্দিষ্ট কণার আনুভূমিক দূরত্ব 32cm এবং খাড়া দূরত্ব 17 cm। জেট দিয়ে 1.45 লিটার/সেকেন্ড হারে পানি নির্গত হলে হাইড্রলিক সহগগুলো নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭৯। একটি অরিফিসের ক্ষেত্রফল $12cm^2$ যার ভিতরে দিয়ে সার্বক্ষণিক 1.15m হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। ভেনা-কন্ট্রাকটা হতে ঐ জেটের একটি নির্দিষ্ট কর্ণার আনুভূমিক দূরত্ব 2m এবং খাড়া দূরত্ব 1m। অরিফিস দিয়ে প্রতি সেকেন্ড 3.7 litre পানি নির্গত হচ্ছে। নির্গমন সহগ, বেগের সহগ এবং সংকোচন সহগের মান বের কর। [বাকাশিবো-০৭, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮০। একটি অরিফিসের ব্যাস 10cm নির্গমন সহগ 0.6 এবং বেগের সহগ 0.9। যদি অরিফিস দিয়ে 1.2m হেডে পানি নির্গত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ এবং প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮১। একটি অরিফিস মিটার পানির হেড 20cm। ভেনা-কন্ট্রাকটা হতে জলকণার আনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে 40cm ও 15cm হলে C_v = ? [বাকাশিবো-০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮২। একটি ট্যাংক হতে 1.5 মিঃ চওড়া ও 1 মিঃ গভীরতায় একটি আয়তাকার অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হচ্ছে। ট্যাংকে পানির উপরিতলের অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 3 মিঃ উপরে। নির্গমন সহগ 0.6 হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৩। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 300mm এবং 5m উচ্চতা জনিত চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিট এ বের কর। যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়। [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৪। 10cm ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে 20cm হলে প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর, যখন নির্গমনের পরিমাণ 1360kg/min। [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৫। 10 মিটার লম্বা ও 6 মিটার চওড়া একটি ট্যাংকে পানির উচ্চতা 1.25m। যদি ট্যাংকটির তলদেশ অবস্থিত $0.23m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে পানি নির্গত হয়। তা হলে ট্যাংকটিকে সম্পূর্ণভাবে খালি করতে কত সময় লাগবে? নির্গমন সহগ এর মান 0.62।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৬। $1m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রের গভীরতা 5m। পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র আছে। নির্গমন সহগ 0.60 হলে 2 মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে আসবে? [বাকাশিবো২০০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৭। আংশিক নিমজ্জিত একটি অরিফিস 120cm চওড়া এবং 70cm গভীর অরিফিসটির একপাশে অরিফিসের উপরের কিনারা হতে পানির উচ্চতা 140cm এবং অপর পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 30cm নিচে। C_d = 0.60 হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৮। একটি আয়তাকার অরিফিস 1m চওড়া ও 0.6m গভীর। অরিফিসটির একপাশে অরিফিসের উপর কিনারা হতে পানির উচ্চতা 1.2m এবং অপর পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 30cm নিচে। C_d = 0.62 হলে নির্গমনের পরিমাণ নিরূপণ কর। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮৯। একটি পানির ট্যাংকের ব্যাস 240cm উচ্চতা 3m। উক্ত ট্যাংকের তলদেশে 100mm ব্যাসের গোলাকার ছিদ্র রয়েছে। পানিপূর্ণ ট্যাংকটির 1.5m খালি হতে কত সময় লাগবে? [বাকাশিবো-১০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯০। $2m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রে পানির গভীরতা 5m। পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র আছে নির্গমন সহগ 0.60 হলে দুই মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে নেমে আসবে? [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯১। 2m ব্যাসের অর্ধ গোলাকার একটি পাত্রের 90cm উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলদেশে অরিফিসের ব্যাস 25cm হলে 40cm উচ্চতায় পানি আসতে কত সময়ের প্রয়োজন? $C_d = .62$. [বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯২। 8m ব্যাস এবং 10m উঁচু একটি পাত্রের তলদেশে একটি অর্ধগোলক লাগানো আছে। পাত্রের তলদেশে $200cm^2$ এর অরিফিস দ্বারা পানিতে পূর্ণ পাত্র খালি হতে কত মিনিট সময় লাগবে? [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৩। একটি বড় ট্যাংকের পাশে অবস্থিত একটি আয়তাকার অরিফিস 2m চওড়া ও 1m গভীর। অরিফিসটির এক পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 5m উপরে এবং বিপরীত পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 0.5m নিচে। কো-ইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ 0.63 হলে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৪। 8m ব্যাসের একটি অর্ধগোলাকার পাত্রের 6m উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলায় অরিফিসের ব্যাস 15cm। 3m উচ্চতায় পানি আসতে কত সময় লাগবে নির্ণয় কর ($C_d = 0.62$)। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৫। 10 সেঃ মিঃ ব্যাস বিশিষ্ট একটি অনাভ্যন্তরীণ মাউথপিস দ্বারা 5 মিটার হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। নির্গমনের পরিমাণ ও ভেনা-কন্ট্রাকটাতে পরম চাপ নির্ণয় কর। সংকোচনের সহগ $C_c = 0.59$। [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৬। 6 সেন্টিমিটার ব্যাসের একটি নলাকার মাউথপিস একটি পানিধারী চৌবাচ্চার খাড়াপার্শ্বে লাগানো আছে। চৌবাচ্চায় পানির উচ্চতায় মাউথপিসের কেন্দ্র হতে 3 মিটার। মাউথপিসের মধ্যে দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। $C_c = 1$, $C_v = 0.85$

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.২০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৭। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 0.20m। উহাতে সার্বক্ষণিক4m চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর, যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.২১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৮। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 200 মিঃমিঃ। ওটা 8 মিটার উচ্চতা জনিত চাপে পানি নির্গমন করতেছে। তাহলে মাউথপিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিট বের কর। যদি-

(ক) মাউথপিস প্রবাহ মুক্ত হয়।

(খ) মাউথপিস প্রবাহ পূর্ণ হয়। [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ ৮.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯৯। 10cm ব্যাসের একটি পাইপ হঠাৎ বাড়িয়ে 20cm করা হলে হঠাৎ বাড়াতে হেড লস নির্ণয় কর। যখন পাইপ দিয়ে 60 litre/sec পানি প্রবাহিত হয়। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১ নং দ্রষ্টব্য।

২০০। একটি পাইপের ক্ষেত্রফল 0.1 বঃ মিঃ হতে হঠাৎ বেড়ে 0.4 বঃ মিঃ হয়েছে। পাইপটির মধ্যে দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 0.3 ঘঃ মিঃ পানি প্রবাহিত হলে এবং পাইপের ছোট অংশ প্রতি বঃ সেঃ চাপের পরিমাণ 0.85 কিঃ গ্রাম হলে (ক) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস (খ) পাইপের বড় অংশের চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

২০১। একটি আনুভূমিক পাইপের ব্যাস 20 সেঃ মিঃ হতে হঠাৎ বৃদ্ধি পেয়ে 30 সেঃমিঃ হয়েছে। উক্ত পাইপের কিছু দৈর্ঘ্য পর হঠাৎ ব্যাস 15 সেঃমিঃ হয়েছে। পাইপ দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ প্রতি সেকেন্ডে 250 লিটার হলে (ক) হঠাৎ বৃদ্ধির কারণে হেড লস (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড লস নির্ণয় কর। [বাকাশিবো–২০১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০০। 7m দৈর্ঘ্যর একটি পাইপের ব্যাস 5cm যার ভেতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে এবং বেগ 2.5m/s। যদি মধ্যস্থলের 2m পাইপের ব্যাস 7.5cm করা যায়। তাহলে কতটুকু হেডলস বাঁচানো যাবে? f = 0.01 [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০১। একটি জলাধারের সাথে একটি 50m দৈর্ঘ্যর পাইপ লাগানো আছে। যার অপর প্রান্ত দিয়ে পানি বায়ুমণ্ডলে প্রবাহিত হচ্ছে। জলাধার থেকে প্রথম 35m পাইপের ব্যাস 20cm এবং বাকি পাইপের ব্যাস 40cm। পাইপের কেন্দ্র রেখা হতে জলাধারের পানির উচ্চতা 20m। সকল প্রকার ক্ষয়ক্ষতি বিবেচনা করে নির্গমন নির্ণয় কর। f = 0.01। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০২। একটি পাইপের ব্যাস 1 মিটার ও লম্বা 20km। পানির গতিবেগ 1m/s হলে ঘর্ষণজনিত হেড লসের পরিমাণ নিরূপণ কর। f = 0.005. [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০৩। একটি পাইপের ব্যাস 15 সেমি হতে হঠাৎ কমে 10 সেমি হয়েছে। পাইপের মাঝ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 50 লিটার পানি প্রবাহিত হলে হঠাৎ হ্রাসের জন্য হেডলসের পরিমাণ বের কর যখন C_d = .62 [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০৪। একটি কম দৈর্ঘ্যর পাইপের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 110 লিটার পানি নির্গত হচ্ছে। পাইপের ব্যাস 15cm হতে বেড়ে 25cm হল এবং আবার কম 20cm হঠাৎ বৃদ্ধি, হঠাৎ কম ও তরল পাইপে প্রবেশের ফলে শক্তির অপচয় বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০৫। একটি আনুভূমিক পাইপের ব্যাস 20 সে.মি. হতে হঠাৎ বেড়ে গিয়ে 30 সে.মি. হলো। আবার কমে 15 সে.মি. ব্যাস হলো। পাইপ দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ প্রতি মিনিটে 12000 লিটার হলে (ক) হঠাৎ বাড়ার করণে হেড লস; (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড লস এবং (গ) প্রবেশের কারণে হেড লস বের কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০৬। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 35cm এবং উহার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 1.5m/s। অনিবার্য কারণবশত উক্ত পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করে 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ হেড লস বাঁচানো যাবে? $f = 0.01$. [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২০৭। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 32cm এবং উহার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 1.6m/sec। অনিবার্য কারণবশত উক্ত পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করে 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ হেড লস বাঁচানো যাবে? $f = 0.01$. [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০৮। 10 সে.মি ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে 20 সে.মি. হলে প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর, যখন নিগমনের পরিমাণ 1360 কেজি/মিনিট। [বাকাশিবো-২০০৪, ১২(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০৯। 20 m লম্বা একটি পাইপের ব্যাস 40 cm এবং এটির ভেতর দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 2m/sec.। অনিবার্য কারণবশত ঐ পাইপের মধ্যবর্তী 5m পাইপ পরিবর্তন করে 20 cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় ঐ পাইপের মাঝ দিয়ে প্রবাহিত পানির হেড লস্ কী পরিমাণ বাঁচানো যাবে? (f = 0.01) [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১০। একটি পাইপ 250 মিটার লম্বা 300 মিঃমিঃ ব্যাস, এবং পাইপের দু'বিন্দুর হেডের পার্থক্য 1.5 মিটার। ডার্সির সহগ = 0.01 । ক্ষুদ্র অপচয় বাদ দিয়ে পাইপের নির্গমন বের কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

২১১। একটি 60 মিঃ দীর্ঘ 200 মিঃমিঃ ব্যাসের পাইপের মধ্যে দিয়ে 2.5 মি/ সেঃ বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তা হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস বের কর।

(ক) ডার্সির সূত্র $h_f = \frac{4flV^2}{2gd}$ ঘর্ষণ সহগ

$f = 0.005$

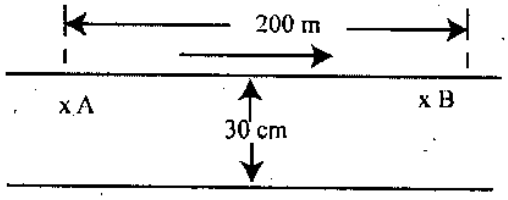
(খ) চেজির সূত্র $V = c\sqrt{mi}$, c= 55

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

২১২। কোনো শহরের জনসংখ্যা 1,50,000 জন, পানি সরবরাহ ট্যাংক 4 km দূরে। প্রতিজন লোক প্রতিদিন 130 litre পানি খরচ করে। একটি পাম্প 10 ঘন্টা কার্যরত থেকে অর্ধেক পানি সরবরাহ করে। পাইপের সাইজ নির্ণয় কর। পানির হেড 20 মিটার এবং চেজির ধ্রুবক 60। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২১৩। একটি 30 সেমি ব্যাসের পাইপের মধ্যে দিয়ে 180 লিঃ/সেঃ পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটি আনুভূমিকভাবে 200 মিটার লম্বা হলে দু'টি পয়েন্টে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর। যদি f = 0.01 হয় যদি ডাউন স্টিম সাইড আপ স্টিম সাইড হতে 15 মিটার হয় তবে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২১৪। 0.3m ব্যাস এবং 600m দীর্ঘ পাইপের ভেতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে $0.05m^3$ বেগে পানি প্রবাহিত হলে ঘর্ষণজনিত অপচয় নির্ণয় কর, যখন f = 0.01. [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১৫। একটি 100m দীর্ঘ 25cm ব্যাসের পাইপের মধ্য দিয়ে 250cm/s বেগে প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত হেডলস নির্ণয় কর। চেজির ধ্রুবক 60। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১৬। 2.50m লম্বা এবং 20cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 2.5m/s গতিতে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত সহগের মান 0.005 হলে ঘর্ষণজনিত কারণে হেডলস বের কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০৭ নং দ্রষ্টব্য।

২১৭। 50 মি. লম্বা এবং 150 মি.মি. ব্যাসের একটি পাইপকে আনুভূমিকভাবে রেখে একটি ট্যাংকের সাথে যুক্ত করা হল। পাইপের অপর মুখ বাতাসের দিকে খোলা। পাইপের সেন্টার লাইন হতে ট্যাংকের পানির উচ্চতা 260 সে.মি. এবং f = 0.001 হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস কত হবে? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২১৮। একটি শহরে লোকসংখ্যা 60,000 পানি সরবরাহ ট্যাংক 5 km দূরে। প্রতিজন লোক প্রতিদিন 150 litre পানি খরচ করে। একটি পাম্প 8 ঘণ্টা চলে অর্ধেক পানি সরবরাহ করে। পাইপের সাইজ নির্ণয় কর। যদি ওর উচ্চতা 25 মিটার হয় এবং চেজির ধ্রুবক C = 70 হয়। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৯ নং দ্রষ্টব্য।

২১৯। একটি আয়তাকার নচ দিয়ে 21.5 ঘনমিটার/মিনিট হারে পানি নির্গমন হচ্ছে, যখন পানির উচ্চতা নচের দৈর্ঘ্যের অর্ধেক। নচের দৈর্ঘ্য বের কর। যদি C_d= 0.6 । [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.২ নং দ্রষ্টব্য।

২২০। 1 মিঃ লম্বা 15 সেঃমিঃ গভীরতার একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তখন সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে যাচ্ছে, নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। যদি আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতি নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে 0.62 এবং 0.59।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২১। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের ওপরের প্রস্থ 120 সে.মি. এবং নিচের প্রস্থ 45 সে.মি.। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা 35 সে.মি. হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। (cd =.60) [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২২। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের উপরের প্রস্থ 120cm এবং নিচের প্রস্থ 50cm এবং উচ্চতা 35cm। নচ দ্বারা প্রবাহিত পানির গভীরতা 30cm এবং C_d = 0.60 হলে নির্গমনের মান কত? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২৩। 1m লম্বা 20cm গভীরতা একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে প্রবাহিত হলে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতি নির্গমনের সহগ যথাক্রমে 0.63 এবং 0.58। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২৪। একটি ট্রাপিজয়েডাল নচের উপরের প্রস্থ 150cm এবং তলের প্রস্থ 75cm এবং উচ্চতা 60cm। যদি পানির হেড 45cm হয় তবে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২৪। যদি একটি সমকোণী ত্রিভুজ আকৃতির নচের হেড 40cm এবং নির্গমন সহগ 0.62 হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ কত? [বাকাশিবো-০৭]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৯ নং দ্রষ্টব্য।

২২৪। একটি v-নচে পানির চাপজনিত উচ্চতা 10cm হলে প্রতি সেকেন্ডে 8 litre নির্গমন পাওয়া গেল। প্রতি সেকেন্ডে 800 Litre। নির্গমন পেতে হলে চাপজনিত উচ্চতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২৫। একটি সমকোনী ভি-নচের মাঝ দিয়ে 15 Litre/min হারে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানির সার্বক্ষণিক হেড 160mm হলে নির্গমন সহগ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২৫। একটি আয়তাকার নচের প্রস্থ 25m নির্গমন সহগ 0.60 এবং হেড 20cm হলে প্রতি মিনিটে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১১(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২২৬। 1m লম্বা 15cm গভীরতার একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তখন সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে যাচ্ছে। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজাকার নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে 0.62 ও 0.59। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২৭। একটি ট্রাপিজয়ডাল নচের উপরের প্রস্থ 140cm, তলার প্রস্থ 60cm উচ্চতা 30cm। যদি পানির হেড 20cm হয় তবে নচের মধ্যে নির্গমন লিটার/মিনিট এ বের কর। $C_d = 0.60$। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২৮। একটি ত্রিভুজাকৃতির নচের কোণের পরিমাণ 60°। যদি সার্বক্ষণিক পানির হেড 50cm হয় তবে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। $C_d = 0.63$. [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২৯। একটি নচ-এর ভেতর দিয়ে 500 লিটার/সেঃ পানি নির্গত হচ্ছে। যদি নির্গমন সহগ 0.6 এবং নচের উচ্চতা প্রস্থের অর্ধেক হয়, তবে এর সাইজ কত? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩০। একটি আয়তাকার অয়্যার 4.5 মিঃ লম্বা এবং পানির হেড 30 সেঃমিঃ যদি নির্গমন সহগ 0.6 হয় তবে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-০৫]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩১। একটি হাইড্রইলেকট্রিক প্লান্টের ক্যাচমেন্ট এরিয়ায় দৈনিক রেকর্ডে 0.2 মিলিয়ন ঘন মিটার বৃষ্টি হয়। 80% বৃষ্টির পানি রিজার্ভারে পৌঁছে এবং বাকীগুলি আয়তাকার অয়্যারে দিয়ে পাস (passes) করে। যদি ক্রেস্টে উপরে 1 মিটারের অধিক না হয় তবে, অয়্যারের দৈর্ঘ্য কত? নির্গমন সহগ সুবিধাজনকভাবে ধরতে হবে।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩২। একটি রিজার্ভারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 25 বঃ কিঃ মিটার। সর্বোচ্চ 2.5 সেঃমিঃ ঘন্টা বৃষ্টিপাত হয়। যদি 40% অয়্যার দিয়ে প্রবাহ হয়। ফ্রান্সিসের সূত্র ব্যবহার করে অয়্যারের দৈর্ঘ্য বের কর। পানির উচ্চতা 80 সেঃ মিঃ। [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৩। একটি আয়তাকার অয়্যারের 1.5 মিটার লম্বা উচ্চতা 400 মিঃমিঃ বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমন বের কর। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৪। একটি অয়্যার 36 মিঃ লম্বা, একে 12টি সমান বে (bays)-এর ভাগ করা হয় এর ভার্টিক্যাল প্রতিটি পোস্ট 60 সেঃমিঃ প্রস্থ যদি ক্রিস্টের উপর 1.2 মিটার হয় এবং ভেলোসিটি এ্যাপ্রোচ 2 মিঃ/সেঃ তা হলে অয়্যার দিয়ে নির্গমন বের কর। [বাকাশিবো-০৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৫। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $5 \times 10^6 m^2$ । প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 10cm, যার মাত্র 50 শতাংশ আয়ত উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিস-এর সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের কত হবে? [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৬। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 4 মিলিয়ন বর্গমিটার। ঐ এলাকায় বার্ষিক বৃষ্টিপাত 1650 সে.মি. যার মাত্র আয়তাকার অয়্যারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 90 সে.মি.। ফ্রান্সিস-এর সূত্র ব্যবহার করে অয়্যারের নির্ণয় কর। CD=0.62। [বাকাশিবো-২০১৪(

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৭। কোন এলাকায় প্রতিদিন বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 300 মিলিয়ন লিটার যাহার 30% মাটি শোষণ করে এবং বাকি অংশ জল জমা হয়, যাহা উইয়ার দ্বারা প্রবাহিত হয়। যদি উইয়ারের উপর পানির গভীরতা 50cm এর বেশি না হয় এবং নির্গমন 0.06 হয়, তবে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে। [বাকাশিবো

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৮। 1.5 লম্বা একটি আয়তাকার উইয়ারের উচ্চতা 40cm। নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৩৯। একটি আয়তাকার উইয়ার 3m লম্বা, উচ্চতা 300mm। বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৬(

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪০। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $4 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 6cm যার 50% আয়তকার উইয় মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। পানির হেড 1.1m ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের দৈর্ঘ্য বের কর। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪১। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $12 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 5 cm। যার 60% আয়তা উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। যদি পানির হেড 1.5m হয় তবে ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ার এর দৈর্ঘ্য কর। [বাকাশিবো-১১, ১৪(প

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪২। একটি আয়তাকার 20cm দীর্ঘ সীল আছে। সীল এর উপরে পানির উচ্চতা 0.3m এবং নির্গমন সহগ Cd = 0.60 অয়্যারের নির্গমন বের কর। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৩। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $4 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 50mm যার মাত্রা 50% আয়তা উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m এ সীমাবদ্ধতা রাখতে হলে ফ্রান্সিস এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের কত হবে? Cd = 0.62 [বাকাশিবো-১০(প

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৪। একটি আয়তাকার উইয়ার এর দৈর্ঘ্য 5m, উচ্চতা 0.72m, m = 0.42 বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমনের পরিমাণ নি কর। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৩(পা

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৫। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $15km^2$। এলাকার প্রতি ঘন্টায় সর্বোচ্চ বৃষ্টিপাত 2.45cm যার 50% পানি প্রবাহিত হয়। পানির হেড 75cm অতিক্রম করবে না, ফ্রান্সিস এর সাহায্য এরূপ একটি উইয়ারের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-১৩(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ ১২.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৬। একই রকম প্রস্থ বিশিষ্ট একটি চ্যানেলের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। চ্যানেলে প্রতি মিটার প্রস্থ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহের পরিমাণ 40 ঘন মিটার এবং হাইড্রলিক জাম্পের up steam পাশে পানির উচ্চতা 3 মিটার হলে হাইড্রলিক জাম্প বা ঢেউয়ের উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৭। একটি আয়তাকার চ্যানেল 4 মিটার গভীর ও 6 মিটার চওড়া। পানির চ্যানেল দিয়ে পূর্ণভাবে প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1000 এ 1 এবং চ্যাজির ধ্রুবক (chazys constant) 50।

[বাকাশিবো-০৯, ১২(পরি), ১৪]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪৮ ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির একটি মাটির চ্যানেল দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 3 ঘঃ মিঃ হারে পানি প্রবাহিত হইতেছে। চ্যানেলটি 7 মিটার চওড়া, পানির গভীরতা 1.5 মিটার, পার্শ্বের স্লোপ 1 : 2 (আনুভূমিক খাড়া) চ্যাজির ধ্রুবক C = 55 হলে চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

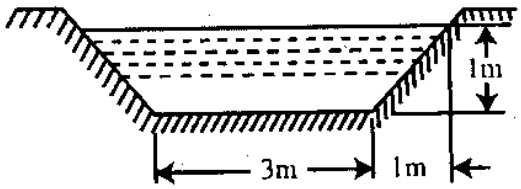
২৪৯। একটি আয়তাকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 50 বঃ মিঃ, চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ প্রতি 1000 এ-1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর। C = 52.5। [বাকাশিবো-০৬(পরি)]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫০। একটি সবচেয়ে লাভজনক ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির চ্যানেলের প্রবাহের ক্ষেত্রফল 3.33 বঃ মিঃ। পানির গভীরতা 1 মিটার হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। C = 60 তলদেশের স্লোপ 800 এ 1। [বাকাশিবো-৯৪, ৯৭,]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫১। একটি আর্থ চ্যানেলে বেস 3 মিটার প্রসস্থ এবং সাইড স্লোপ 1 : 1। পানির গভীরতা 1 মিটার। বেড স্লোপ 1600 এ 1। নির্গমন বের কর। যদি ম্যানিং এর সূত্রে N = 0.04 হয়।



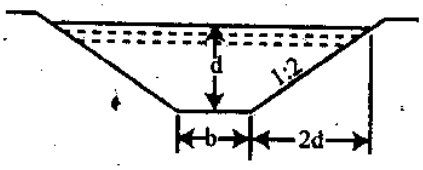
চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫২। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে 0.3 ঘঃ মি/ সেঃ পানি নির্গত হইতেছে। যখন বেড স্লোপ 1000 এ 1 হয় তখন চ্যাজির ধ্রুবক C = 60 তা হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-০২, ০৭(পরি), ০৯]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৩। একটি ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের প্রবাহে গতি 1 মিঃ/ সেঃ, নির্গমন তখন মিটার/ সেঃ সাইড স্লোপ 2 : 1, C = 55 ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেল ডিজাইন কর।



চিত্র ঃ

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৪। একটি আয়তকার চ্যানেল সেকশনের আকার 1.5m × 3m। নির্গমনের পরিমাণ 3.92 m^3/s হলে তলদেশের ঢাল কত? 0.03? [বাকাশিবো

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৫। সর্বাধিক মিতব্যায়ী ট্রাপিজিয়াম আকৃতির একটি নালার ক্ষেত্রফল $3m^2$, পানির গড় গভীরতা 0.5m হলে নির্গমন কত? ে ধ্রুবক 60 মেঝের ঢাল 1 : 800। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৬। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ $100m^2$। চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ 1500 : 1 হলে সবচেয়ে লাভ জনক সে দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর (c = 50)। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ১১(

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৭। প্রতি সেকেন্ডে $1.6m^3$ প্রবাহের এবং 1:300 ঢালের আয়তাকার চ্যানেলের জন্য সর্বাপেক্ষা উপযোগী আকার নিরূপণ কর [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৮। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে $0.3m^3/s$ পানি নির্গত হচ্ছে যখন বেড স্লোপ 800 এ 1 হয় তখন চ্যাজির ধ্রুবক c = হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫৯। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে $0.50m^3/sec$ পানি নির্গত হচ্ছে। চ্যানেলটির বেড এর ঢাল 800 : 1। চেজির ধ্রুবক 55 হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৯,

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৬০। একটি আয়তাকার চ্যানেলের 4m গভীরতা ও 6m চওড়া। চ্যানেলটি দিয়ে পূর্ণভাবে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরি নিরূপণ কর চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1,000 এ 1 এবং চেজিস ধ্রুবক = 50. [বাকাশিবো-০৯,

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৬১। একটি আয়তাকার চ্যানেল সেকশনে $15m^3/s$ হারে পানি প্রবাহ চলে। প্রবাহ বেগ 2.5m/s এবং চেজির ধ্রুবক = 80 চ্যানেল সেকশনের সর্বোচ্চ মিতব্যয়ী পরিমাপ এবং বেডের ঢাল নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-১০(প

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৬২। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ $100m^2$। চ্যানেলটির স্লোপ 1500 : 1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। c = 50. [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ ১৩.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব (২০০৩-২০০৪ শিক্ষাসন) সমাপনী পরীক্ষা-২০০৪

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স (সিটি-৩২৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (**পাঁচ**) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক- বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। পৃষ্ঠটান কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। বায়ুমণ্ডল চাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হাইড্রোলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ইনভার্টেড ডিফারেন্সিয়াল ও ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটাসেন্টার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কোন পাইপের A ও B প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 5 cm এবং 10 cm। A প্রান্তের বেগ 8m/s হলে B প্রান্তের বেগ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ এর উদাহরণ ৬.১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বর্ডার মাউথ পিস কত প্রকার?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হেড লস্ বলিতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হাইড্রোলিক মিন রেডিয়াস কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কাহাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। আয়তাকার চ্যানেলের সর্বাধিক মিতব্যয়ী সেকশনের শর্ত কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। খোলা চ্যানেল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। হাইড্রোলিক জাম্প কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সান্দ্রতা বলিতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। অরিফিস ও মাউথ পিসের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। চিত্রের মাধ্যমে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও শূন্যচাপের সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রমাণ কর যে, নির্গমন সহগ, (Cd) = Cc × Cv।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। 15m উচ্চতা এবং 6m ব্যাসের একটি পাত্র পানিতে পূর্ণ আছে। পাত্রের খাড়া দেওয়ালে গড় চাপের তীব্রতা এবং মোট চাপ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.২১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২০। চাপের তীব্রতা এবং চাপজনিত উচ্চতার সম্পর্ক নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২১। প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{W \tan\theta}$

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। পরীক্ষামূলক পদ্ধতিতে বেগের সহগের সূত্র নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। 8m ব্যাস এবং 10m উঁচু একটি পাত্রের তলদেশে একটি অর্ধগোলাক লাগানো আছে। পাত্রের তলদেশে $200cm^2$ এর অরিফিস দ্বারা পানিতে পূর্ণপাত্র খালি হইতে কত মিনিট সময় লাগবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫.১ এর উদাহরণ ৮.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের উপরের প্রস্থ 120cm এবং নিচের প্রস্থ 50cm এবং উচ্চতা 35cm। নচ দ্বারা প্রবাহিত পানির গভীরতা 30cm এবং Cd = 0.6 হইলে নির্গমনের মান কত?

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি আয়তাকার চ্যানেল সেকশনের আকার 1.5m × 3.0m। নির্গমনের পরিমাণ $3.92m^3/sec$ হইলে তলদেশের ঢাল কত? n = 0.03

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস, $h_f = \frac{4flV^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। 10cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি অনাভ্যন্তরীণ মাউথ পিস দ্বারা 5m হেডে পানি নির্গত হইতেছে। নির্গমনের পরিমাণ ও ভেনাকন্ট্রাক্টাতে পরম চাপ কত? Cc = 0.59।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৭.১ এর উদাহরণ ৮.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। 250m লম্বা একটি টেপার পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 1.22m এবং নিচ প্রান্তের ব্যাস 0.82m । মোটা প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2.1m উপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 4.5m নিচে অবস্থিত। উপর প্রান্তে বেগ 3m\sec এবং নিচ প্রান্তে প্রেসার হেড 7.2m (পানির উচ্চতায়)। উপর প্রান্তে চাপের তীব্রতা Kg/cm^2 এ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি আয়তাকার ম্যাশনারী ড্যামের উচ্চতা 10m এবং চওড়া 5m। উজানে পানির উচ্চতা, ড্যামের উচ্চতার সমান। ম্যাশনারীর ওজন $2300 kg/m^3$ হইলে প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে পানির মোট চাপ, লব্ধি বল এবং ড্যামের ভরকেন্দ্র হইতে ভূমি বরাবর লব্ধির ছেদ বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 32cm এবং উহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত পানির বেগ 1.6 m\ sec। অনিবার্য কারণবশত ঃ উক্ত পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করিয়া 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করিলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়া কি পরিমাণ হেড লস্ বাঁচনো যাইবে? f =0.01

উত্তর সংকেত ঃ ৯.১৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩১। কোন এলাকায় প্রতিদিন বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 300 মিলিয়ন লিটার, যাহার 30% মাটি শোষণ করে এবং বাকি অংশ জলাধারে জমা হয়, যাহা উইয়ার দ্বারা প্রবাহিত হয়। যদি উইয়ারের উপর পানির গভীরতা 50cm এর বেশি না হয় এবং নির্গমন সহগ 0.60 হয় তবে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হইবে?

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বি ঃ দ্র ঃ কোন তথ্য দেওয়া না থাকলে যুক্তিসঙ্গতভাবে ধরতে হবে।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৫

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স (সিটি-৩২৪)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। প্রবাহী বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। ভিসকোসিটি বা সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পরমচাপ বা অ্যাবসোলিউট প্রেসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চাপ মাপার জন্য কী কী গেজ ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। তরলের চাপকেন্দ্র বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। প্লাবতা কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পিটট টিউব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। নির্গমন সহগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মুক্ত প্রবাহ মাউথ পিস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্লুইড ফ্রিকশন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। মোটশক্তি রেখা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ভি-নচ এবং আয়তাকার উইয়ারের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। আয়তাকার উইয়ার এর জন্য ফ্রান্সিস সূত্র লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ভিজা পরিসীমা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রড স্লোট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন এবং আপেক্ষিক আয়তনের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পরমচাপ, গেজচাপ এবং শূন্যচাপ রেখা-চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ চাপ মাপা যায় না? নেগেটিভ চাপ কিভাবে মাপা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাঁড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র $\bar{h} = I/A\bar{y}$

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। অনবরত বা ধারাবাহিকভাবে প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কিভাবে প্রয়োগ হয়, দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। 16cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20m\ Sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে, নির্গমনের পরিমাণ এবং ঐ পাইপ ক্রমশ বাড়িয়ে 25cm করা হলে শেষ প্রান্তে বেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, $Cd = Cv \times Cc$

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি অভ্যন্তরীণ মাউথপিসের ব্যাস 0.20m, উহাতে সার্বক্ষণিক 4m চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ বের কর যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৭.১ এর উদাহরণ ৮.২১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। 10cm ব্যাসের একটি পাইপ হঠাৎ বাড়িয়ে 20cm করা হলে হঠাৎ বাড়াতে হেড লস নির্ণয় কর, যখন পাইপ দিয়ে 6 Litre/sec পানি প্রবাহিত হয়।

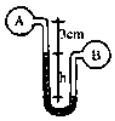
উত্তর সংকেত ঃ ৯.১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৫। 1.5 লম্বা একটি আয়তাকার উইয়ারের উচ্চতা 40cm। নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১২.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫× ৬ = ৩০)

২৬। নিচের চিত্রে A পাত্রের চাপ 2kg/ cm^2 এবং এতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, Sa = 1.6 আছে। B পাত্রের চাপ 2.5kg\cm^2 S = 0.8 পারদের উচ্চতায় পাত্র দুটির চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।



উত্তর সংকেত ঃ ২.৩৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৭। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1500 টন পানি অপসারণ করে। 20 টনের ওজন পন্টুনের পাটাতনের এক পাশে 9m সরালে 2:7 দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম অনুভূমিকভাবে 13cm হেলে পরে। পন্টুনের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৫.১১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৮। বার্নোলির সূত্রটি চিত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। 7m দৈর্ঘ্যের একটি পাইপের ব্যাস 5cm, যার ভেতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে এবং বেগ 2.5m/sec। যদি মধ্যস্থলের 2 পাইপের ব্যাস 7.5cm করা যায়, তাহলে কতটুকু হেড লস্ বাঁচানো যাবে?

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩০। ত্রিভুজ আকৃতি বা " ভি " নচ দিয়ে নির্গমনের সূত্রটি উদ্ভাবন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। সর্বাধিক মিতব্যয়ী ট্রাপিজিয়ম আকৃতির একটি নালার ক্ষেত্রফল $3m^2$, পানির গড় গভীরতা 0.5m হলে নির্গমন কত? চেজি ধ্রুবক 60 মেঝের ঢাল 1 ঃ 800।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম
তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬
টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড)
বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স (সিটি-৩২৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে কোন ৫ (**পাঁচ**) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ চাপ কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যানোমিটার কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বার্নোলীর সূত্রের তিনটি বাস্তব প্রয়োগ উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভেনাকন্ট্রাকটা কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হাইড্রলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ন্যাপ বা ভেইন কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90^\circ$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। খোলা চ্যানেলে নির্গমনের ক্ষেত্রে ম্যানিংস সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ভেলোসিটি অব অ্যাপ্রোচ কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কারেন্ট মিটার কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। প্রমাণ কর যে কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া, $h = \frac{4\sigma \cos \alpha}{wd}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলোর উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি 6m × 4m× 3m মাপ বিশিষ্ট জলাধারে পানি ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ বের কর।

উত্তর সংকেত: ২.১২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৯। তৈলধারী একটি আনুভূমিক পাইপের দুই বিন্দুতে সংযুক্ত ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পারদ লেভেলের পার্থক্য 10cm তৈলের আঃ গুঃ 0.9 হলে উক্ত দুই বিন্দুতে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৩.২৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২০। একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m, উচ্চতা 4m যা খাঁড়া অবস্থায় পানির মধ্যে ডুবন্ত। এর উপর হতে পানির মুক্ততল পর্য দূরত্ব 1m। চাপকেন্দ্র বের কর।

উত্তর সংকেত: ৪.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২১। একটি ট্যাপারিং পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। যার বড় ও ছোট প্রান্তের ব্যাস যথাক্রমে 10cm ও 6cm। বড় প্রান্তে পানির গতিবেগ 2.5m/sec হলে ছোট প্রান্তের গতিবেগ এবং নির্গমনের পরিমাণ বের কর।

উত্তর সংকেত: ৬.২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ $Cv = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। $1m^2$ ক্ষেত্রবিশিষ্ট একটি পাত্রের গভীরতা 5m। পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র রয়েছে। নির্গমন সহগ 0.6 হলে 2 মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে আসবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ৮.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। অরিফিস ও মাউথপিসের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। নচ ও অয়্যার এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান : ৫× ৬ = ৩০)

২৬। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 10cm এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস 1.5cm। যদি প্লাঞ্জারের উপর প্রযুক্ত বল 80kg হয় ত র‍্যামের ব্যাস দিয়ে কি পরিমাণ ওজন উঠবে? যদি প্লাঞ্জারের স্ট্রোক 20cm হয় এবং স্ট্রোকের সংখ্যা 350 হয় তবে বোঝ কতটুকু উপরে উঠাবে? যদি বোঝা উঠাতে 5 মিনিট সময় লাগে তাহলে প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য কত অশ্বশক্তির প্রয়োজন হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ২.৭.২ এর উদাহরণ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত খাড়া তলের চাপকেন্দ্র, $h = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি ভেনচুরীমিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস 1m ও থ্রটের ব্যাস 0.5m এবং এর মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত থ্রটের মধ্যে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেন্সিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য 5cr মিটার কোইফিসিয়েন্ট 0.97 হলে নির্গমনের পরিমাণ ও থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ৭.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি বড় ট্যাংকের পাশে অবস্থিত একটি আয়তকার অরিফিস 2m চওড়া ও 1m গভীর। অরিফিসটির এক পাশে পা উপরিতল অরিফিসের উপরের কিনারা হতে 5m উপরে এবং বিপরীত পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের উপরের কিন হতে 0.5m নিচে। কো-ইফিসিয়েন্ট অব ডিসচার্জ 0.63 হলে নির্গমন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৫.১ এর উদাহরণ ৮.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি কম দৈর্ঘ্যের পাইপের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 110 লিটার পানি নির্গত হচ্ছে। পাইপের ব্যাস 15cm হতে বে 25cm হল এবং আবার কমে 20cm হলে হঠাৎ বৃদ্ধি, হঠাৎ কম ও তরল পাইপে প্রবেশের ফলে শক্তির অপচয় বের কর।

উত্তর সংকেত: ৯.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩১। 1m লম্বা 20cm গভীরতা একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। সমপরিমাণ পানি একটি 90° নচ দিয়ে প্রবা হলে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজ আকৃতি নির্গমনের সহগ যথাক্রমে 0.63 এবং 0.58।

উত্তর সংকেত: ১১.৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ সিভিল

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স (২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। কৈশিকতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রবাহী বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কারেন্টমিটার দিয়ে কী নির্ণয় করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পানির গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যানিংস এর সূত্রটি নোটেশন সহ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ফ্রান্সিসের সূত্রে প্রাপ্ত সংকোচন এর মান সাধারণত কত ধরা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভেনা কন্ট্রাকটা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভেনচুরী মিটারের সাহায্যে তরল পদার্থের কী নির্ণয় করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্বাভাবিক প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মেটাসেন্টার ও মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ম্যানেমিটারে তরল পদার্থ হিসাবে পারদ ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। হাইড্রোলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। পরম চাপ কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। তিনটি হাইড্রোলিক মেশিনের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার 5m × 4m ×3m । তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ২.১৪ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4\sigma \cos \alpha}{wd}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের প্লাঞ্জারের ও র‍্যামের ব্যাস যথাক্রমে 20cm এবং 2m । র‍্যামের উপর 50,000kg ওজন উঠাতে হলে প্লাঞ্জারের উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ২.৭.২ এর উদাহরণ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি ম্যানোমিটারের বাম বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা ও ডান বাহু পাইপের সাথে সংযুক্ত। দুই বাহুতে পারদ তলের পার্থক্য 35cm। পাইপের কেন্দ্র হতে ডান বাহুর পারদের উপরিতল এর উচ্চতা 10cm। পাইপের তরলের আঃগুঃ 0.7 হলে পাইপের পরম চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নাম সূত্রসহ লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি জাহাজ $2500m^3$ পানি অপসারণ করে। পানির ওজন $1015kg/m^3$। 25 টন এর একটি ওজন পাটাতনে 10m সরালে 3m দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম 15cm নড়ে। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৫.১৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২১। একটি খাড়া আয়তাকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর ঃ $Q = \frac{2}{3} c_d b \sqrt{2g} [H_2^{3/2} - H_1^{3/2}]$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ভাসমান বস্তুর সাম্যবস্থার শর্তগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি 100m দীর্ঘ 25cm ব্যাসের পাইপের মধ্য দিয়ে 250cm/sec বেগে প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত হেড লস নির্ণয় কর। চেজির ধ্রুবক 60।

উত্তর সংকেত: ১০.৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৪। চিত্র নং-১ অনুযায়ী মোট চাপ ও চাপকেন্দ্র নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি আয়তকার উইয়ার 3m লম্বা, উচ্চতা 300mm। বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ১২.১১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ =৩০)

২৬। প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী বার্নোলির সূত্রটি প্রমাণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির চ্যানেলের মিতব্যয়ী সেকশন এর শর্তগুলো নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি ভেনচুরী মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস ও থ্রটের ব্যাস যথাক্রমে 300mm এবং 150mm। ভেনচুরী হেড যদি 4.55m হয় তবে প্রতি ঘণ্টায় কত লিটার তরল পদার্থ নির্গমন হবে নির্ণয় কর। মিটার সহগ 0.97।

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি ট্রাপিজয়েডাল নচের উপরের প্রস্থ 150cm, এবং তলের প্রস্থ 75cm এবং উচ্চতা 60cm। যদি পানির হেড 45cm যদি হয় তবে নির্গমন নির্ণয় কর।

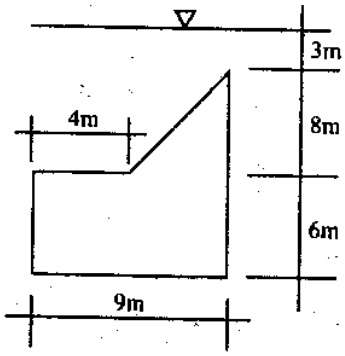
উত্তর সংকেত ঃ ১১.৮ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ $100m^2$। চ্যানেলটির তলদেশের স্লোপ 1500 : 1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন দিয়ে নির্গমন নির্ণয় কর (C = 50)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। 8m ব্যাসের একটি অর্ধগোলাকার পাত্রের 6m উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলায় অরিফিসের ব্যাস 15cm। 3m উচ্চতায় পানি আসতে কত সময় লাগবে, নির্ণয় কর (C_d = 0.62)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫.১ এর উদাহরণ ৮.১৮ নং দ্রষ্টব্য।



বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৭

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড) ও এনভায়রন্‌মেন্টাল

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স (২৪৩২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। আপেক্ষিক ওজন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হাইড্রোলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পিজোমিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটাসেন্টার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। অসম প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভেনচুরীমিটার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। অরিফিস কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হেড লস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রবাহীর ঘর্ষণ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। মোট শক্তি রেখা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সারফেস ফ্লোট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ট্রাপিজয়ডাল চ্যানেলের মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। খোলা নালা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মাউথপিস ব্যবহারে কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি ইউ-টিউব সরল ম্যানোমিটারের বাম প্রান্ত পানিবাহী পাইপের সাথে যুক্ত এবং ডান প্রান্ত বায়ুমণ্ডলে মুক্ত। পারদের নিম্নতল পাইপের কেন্দ্র থেকে 30cm নিচে এবং পারদের উপরিতল পাইপের কেন্দ্র থেকে 5cm উপরে হলে পাইপের পানির চাপ কত?

উত্তর সংকেত: ৩.২৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৮। দু'মিটার গভীর পারদের উপর তিন মিটার গভীর পানি থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। খাড়া ডুবন্ত তলে মোট চাপের সূত্র নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মোট শক্তি রেখা এবং হাইড্রোলিক ঢাল রেখার পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২১। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাসের অনুপাত 8:1 এবং প্লাঞ্জারে প্রযুক্ত বল 93.75kg হলে র‍্যামে কত লোড উঠানো যাবে?

উত্তর সংকেত: ২.২৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। 200cm × 90cm × 40cm আকারের এবং 0.75 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার উপর সর্বনিম্ন কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি ভেনচুরিমিটারের প্রশস্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল $710cm^2$ এবং গলার ক্ষেত্রফল $80cm^2$। মিটার সহগ = 0.99। প্রশস্ত প্রান্তের হেড 6.5m এবং গলার হেড 4.20m হলে নির্গমন কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। প্রতি সেকেন্ডে $1.6m^3$ প্রবাহের এবং 1 : 300 ঢালের আয়তাকার চ্যানেলের জন্য সর্বাপেক্ষা উপযোগী আকার নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। 3m ব্যাসের পাত পানিতে এমনভাবে ডুবে আছে যে, এটির উপর ও নিচ তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m। পাতের উপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্রের গভীরতা কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাঁড়া পাইপের উপর প্রান্তের ব্যাস 12cm এবং নিচ প্রান্তের ব্যাস 6cm। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে 1300 লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। বৃহৎ অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = \frac{2}{3} Cdb\sqrt{2g}\,(H_2^{1.5} - H_1^{1.5})$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি জলাধারে সাথে একটি 50m দৈর্ঘ্যের পাইপ লাগানো আছে, যার অপর প্রান্ত দিয়ে পানি বায়ুমণ্ডলে প্রবাহিত হচ্ছে। জলাধার থেকে প্রথম 35m পাইপের ব্যাস 20cm এবং বাকি পাইপের ব্যাস 40cm। পাইপের কেন্দ্ররেখা হতে জলাধারের পানির উচ্চতা 20m। সকল প্রকার ক্ষয়ক্ষতি বিবেচনা করে নির্গমন নির্ণয় কর। f = 0.01

উত্তর সংকেত: ৯.৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $4 \times 10^6 m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 6cm, যার 50% আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। পানির হেড 1.1m হলে ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের দৈর্ঘ্য বের কর।

উত্তর সংকেত: ১২.১২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি অরিফিসের ক্ষেত্রফল $12cm^2$, যার ভিতর দিয়ে সার্বক্ষণিক 1.15m হেডে পানি নির্গত হচ্ছে। ভেনাকন্ট্রাকটা হতে ঐ জেটের একটি নির্দিষ্ট কলার অনুভূমিক দূরত্ব 2m এবং খাড়া দূরত্ব 1m। অরিফিস দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 3.7 লিটার পানি নির্গত হচ্ছে। নির্গমন সহগ, বেগের সহগ এবং সংকোচন সহগের মান বের কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৩ এর উদাহরণ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

তৃতীয় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ এনভায়রনমেন্টাল

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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। তরলের সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যাসকেলের সূত্রটি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মোট হেড (Total head) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ভেনা-কন্ট্রাকটা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটা-সেন্টার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মুক্ত প্রবাহ মাউথপিস কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ম্যানোমেট্রিক ফ্লুইড কেন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ক্রিটিক্যাল ডেপথ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্ট্রিমিং ফ্লো কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। রেনল্ড্ নাম্বার কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ব্যারোমিটার পাঠ ৭৬ সে.মি. মার্কারী হলে চাপের তীব্রতা নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.১৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১২। একটা রেখাচিত্রের সাহায্যে পরমচাপ, বায়ুচাপ ও গেজচাপের সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হাইড্রোলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রচলিত নোটেশন অনুযায়ী দেখাও যে, গতিজনিত উচ্চতা (Velocity head), $H = \frac{V^2}{2g}$।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তাবলি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি ভেনচুরি মিটারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। হাইড্রোলিক জাম্প কী, সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কারেন্ট মিটার এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। দেখাও যে, নির্গমন সহগ, $C_d = C_v \times C_c$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি অরিফিসমিটার পানির হেড 20 সে.মি.। ভেনাকন্ট্রাকটা হতে একটি জল কণার অনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে 40 সে.মি. এবং 15 সে.মি. হলে C_v = কত?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৩ এর উদাহরণ ৮.৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। বার্নোলীর উপপাদ্যটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 40 সে.মি. ও লিভারেজ 1 ঃ 10। যদি 600 কেজি ভার উত্তোলন করতে 0.5 কেজি বল প্রয়োগ করতে হয়, তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ২.৭.২ এর উদাহরণ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের ক্ষেত্রে মোট নির্গমনের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি পাইপের ব্যাস 1 মিটার ও লম্বা 20 কিলোমিটার। পানির গতিবেগ 1 মি./সে. হলে ঘর্ষণজনিত হেড লসের পরিমাণ নিরূপণ কর। (f = 0.005)।

উত্তর সংকেত: ৯.৮ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৫। 1 মিটার ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার পাত পানিতে এমনভাবে ডুবানো, যা 30° কোণে আনত এবং উপর প্রান্ত মুক্ততল থেকে 1.5 মিটার গভীরতায় নিমজ্জিত। ঐ পাতটির উপর মোট চাপ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.১.২এর উদাহরণ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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। তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। চাপের তীব্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ভ্যাকুয়াম চাপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মেটাসেন্টার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রিনোল্ড নাম্বার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বার্নোলীর সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভেনচুরী ভ্যাকুয়াম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভেনাকন্ট্রাক্টা (Venacontracta) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বোর্ডা'র মাউথ পিস (Borda's mouth piece) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মিতব্যয়ী বা লাভজনক চ্যানেল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ- বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। বার্ডন টিউব প্রেসের গেজের কার্যপদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতা উচ্চতা, $h = \frac{4\sigma \cos\theta}{Wd}$, যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। প্রমাণ কর যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা, $H = \frac{V^2}{2g}$।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি কাঠের টুকরার আকার ৫ সে.মি.× ১০ সেঃ মিঃ × ৩০সে.মি. এবং ওজন ২০০ গ্রাম। কাঠের টুকরার নিচে কত ওজন ঝুলিয়ে দিলে ওটা পানিতে ডুবে যাবে?

উত্তর সংকেত: ২.২৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৬। ২.৫০ মিটার লম্বা এবং ২০ সে.মি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে ২.৫ মিটার/সেকেন্ড গতিতে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। ঘর্ষণ সহগের মান ০.০০৫ হলে ঘর্ষণজনিত কারণে হেড লস্ বের কর।

উত্তর সংকেত: ১০.৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, $C_d = C_v \times C_c$, যেখানে C_d = নির্গমণ সহগ, C_v = বেগের সহগ, C_c = সংকোচন সহগ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি আয়তাকার অয়্যারের ২০ সে.মি. দীর্ঘ সীল আছে। সীল এর ওপরে পানির উচ্চতা ০.৩ মিটার এবং নির্গমন সহগ Cd = ০.৬ হলে অয়্যারের নির্গমন বের কর।

উত্তর সংকেত: ১২.১৪ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৯। খোলা চ্যানেলের নির্গমন নির্ণয়ে চেজি ও ম্যানিং এর সূত্র নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ট্রাপিজিয়ডাল নচ (Trapezoidal notch) বলতে কী বুঝায়? হাইড্রোলিক রেডিয়াস কাকে বলে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ এবং অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫=২০)

২১। একটি ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্র নির্ধারণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, তরলে হেলানোভাবে (Inclind) নিমজ্জিত বস্তু তলের ওপর তরলের মোট চাপ, $P = \omega A\bar{x}$ । (যেখানে, প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।)

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি পাইপের ব্যাস ১৫ সেঃ মিঃ হতে হঠাৎ কমে ১০সে.মি. হয়েছে। পাইপের মাঝ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে ৫০ লিটার পানি প্রবাহিত হলে হঠাৎ হ্রাসের জন্য হেড লসের পরিমাণ বের কর, যখন Cd = ০.৬২।

উত্তর সংকেত: ৯.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ভি-নচে পানির চাপজনিত উচ্চতা ১০ সে.মি. হলে প্রতি সেকেন্ডে ৮ লিটার নির্গমন পাওয়া যায়। প্রতি সেকেন্ডে ৮০০ লিটার নির্গমন পেতে হলে চাপজনিত উচ্চতা কত হবে?

উত্তর সংকেত: ১১.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৫। ৩০০ মিটার লম্বা একটি টেপার পাইপের ওপর প্রান্তের ব্যাস ১.২০ মিঃ এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস ০.৮০ মিটার। মোটা প্রান্ত ডেটাম লেভেলের ২.০মিঃ ওপরে এবং চিকন প্রান্ত ডেটাম লাইনের ৪.০মিঃ নিচে অবস্থিত। ওপর প্রান্তের বেগ ৩.০মিঃ/সেঃ ও নিচ প্রান্তের প্রেসার হেড ৭.০মিঃ (পানির উচ্চতায়) হলে ওপর প্রান্তে চাপের পরিমাণ কেজি/বর্গ সেঃ মিঃ -এ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ,ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল(উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। পানিকে আদর্শ তরল বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। "প্যাসকেলের" সূত্রটি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্রেসার হেড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলে গড় চাপ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। পিজোমিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। বস্তু পানিতে ভাসে এবং ডুবে কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ভ্যাকুয়াম চাপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। রড় ফ্লোটের সাহায্যে প্রবাহ বেগ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। পানির গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ন্যাপ বা ভেইন কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বার্নোলির সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্লাবতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। দেখাও যে, কৌশিকতা প্রতিক্রিয়া; $h = \frac{4\sigma \cos\theta}{\omega d}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হাইড্রোলিক প্রেসের কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তাবলি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ব্যারোমিটার পাঠ 76 সেমি মার্কারি, গেজ চাপ 0.50 কেজি/সেমি.^{2} হলে পরম চাপ কত হবে?

উত্তর সংকেত: ২.৩৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। একটি জাহাজ সমুদ্রে 5000 টন পানি অপসারণ করে। এর পাটাতনে 20 টনের একটি ওজনকে 50 মি. দূরত্বে সরালে জাহাজটির $\frac{1}{40}$ অংশ কাত হয়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৫.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৩। বার্নোলির সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। দেখাও যে, তরলের গতিজনিত উচ্চতা, $H = \frac{V^2}{2g}$, এখানে অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। দেখাও যে, $Cd = Cv \times Cc$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। একটি 2m × 2m পাত্রের উচ্চতা 5m। তলদেশে হতে 2m উচ্চতা পর্যন্ত পারদ এবং বাকি অংশে পানি থাকলে পাত্রের তলদেশের তীব্রতা কেজি/সেমি^{2}-এ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.১১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৭। 15 সেমি. ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 15 সেমি. বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানি নির্গমনের হার নির্ণয় কর। পাইপের ব্যাস ক্রমান্বয়ে বেড়ে 25 সেমি. হলে শেষ প্রান্তের গতিবেগ নির্ণয় কর। এক্ষেত্রে হেড লস বিবেচনা করতে হবে।

উত্তর সংকেত ঃ ৬.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৮। নিচে দেয়া চিত্রানুযায়ী ম্যানোমিটারটির ক্ষেত্রে h এর মান নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৩.২৮ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৯। বার্নোলির সূত্রটির প্রমাণ দেখাও।

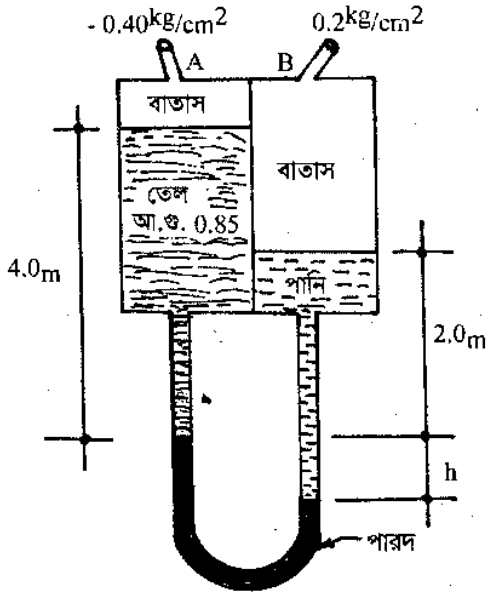
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি আয়তাকার অরিফিস 1 মি. চওড়া ও 6 মি. গভীর। আরিফিসটির একপাশে অরিফিসের ওপর কিনারা হতে পানির উচ্চতা 1.2 মি এবং অপর পাশে পানির উপরিতল অরিফিসের ওপরের কিনারা হতে 30 সেমি. নিচে। Cd = 0.62 হলে নির্গমনের পরিমাণ নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ৮.১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি আয়তাকার চ্যানেল 4 মি. গভীর ও 6 মি. চওড়া। চ্যানেলটি দিয়ে পূর্ণভাবে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নিরূপণ কর। চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1000-এ 1 এবং চেজিস ধ্রুবক = 50।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।



চিত্র ঃ

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

প্রথম, তৃতীয়, পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী এবং দ্বিতীয়, চতুর্থ ও ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১০

তৃতীয় পর্ব টেকনোলজি ঃ এনভায়রনমেন্টাল

চতুর্থ পর্ব ঃ সিভিল, সিভিল(উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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 ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। সিল বা ক্রেস্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। চ্যানেলের সর্বাধিক মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মুক্ত প্রবাহ মাউথপিস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সংকোচন সহগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। পিটট টিউব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভেনচুরি হেড কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। লেমিনার প্রবাহ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হাইড্রোলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। একটি সিলিন্ডারে ব্যাস 250mm উচ্চতা 150cm । যদি সিলিন্ডারটি 0.87 আঃগুঃ সম্পন্ন তরল দ্বারা পূর্ণ থাকে, তবে এর তলায় মোট কত চাপ পড়বে?

উত্তর সংকেত ঃ ২.১৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১২। একটি আয়তাকার উইয়ারের নির্গমনের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি সমকোণী ভি-নচের মাঝ দিয়ে 15 লিটার /মিঃ হারে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানির সার্বক্ষণিক হেড 160mm হলে নির্গমণ সহগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.১১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৪। হাইড্রোলিক ঢাল রেখা ও মোট শক্তিরেখার মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি পানির ট্যাংকের ব্যাস 240cm উচ্চতা 3m। উক্ত ট্যাংকের তলদেশে 100mm ব্যাসের গোলাকার ছিদ্র রয়েছে। পানিপূর্ণ ট্যাংকটির 1.5m খালি হতে কত সময় লাগবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ৮.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। প্রমাণ কর যে, $Cv = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বার্নৌলী সূত্রের সীমাবদ্ধতা লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রমাণ কর যে, খাঁড়াভাবে ডুবন্ত তলের মোট চাপ $P = \omega A\bar{x}$।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রবাহের ধারাবাহিকভাবে সমীকরণটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। তরল প্রবাহের ক্ষেত্রে ঘর্ষণজনিত বাধা কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ =২০)

২১। 50 মি. লম্বা এবং 150 মি.মি ব্যাসের একটি পাইপকে অনুভূমিকভাবে রেখে একটি ট্যাংকের সাথে যুক্ত করা হল। পাইপের অপর মুখ বাতাসের দিকে খোলা। পাইপের সেন্টার লাইন হতে ট্যাংকের পানির উচ্চতা 260 সে.মি. এবং f = 0.001 হলে ঘর্ষণজনিত হেড লস কত হবে?

উত্তর সংকেত: ১০.৮ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $4\times10^6 m^2$ এবং প্রতি দিনের গড় বৃষ্টিপাত 50mm যার মাত্র 50 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌছায়। পানির হেড 1m এ সীমাবদ্ধতা রাখতে হলে ফ্রান্সিজ এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে? Cd=0.62

উত্তর সংকেত: ১২.১৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৩। 12cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি পাইপের প্রবেশদ্বার দিয়ে 4cm থ্রোটের ব্যাস বিশিষ্ট ভেনচুরি মিটারে তেল প্রবাহিত হয়। ভেনচুরি মিটারটি অনুভূমিকভাবে তলে অবস্থিত। পারদ ও তেলের গেজ পার্থক্য 150mm। নির্গমন নির্ণয় কর। তেলের আঃগুঃ 0.9 এবং ভেনচুরি সহগ 0.98।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ৭.২২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি আয়তাকার চ্যানেল সেকশনে $15m^3/sec$ হারে পানি প্রবাহ চলে। প্রবাহ বেগ 2.5m/sec এবং চেজির ধ্রুবক C=80 হলে চ্যানেল সেকশনের সর্বোচ্চ মিতব্যয়ী পরিমাপ এবং বেডের ঢাল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। বৃহৎ খাঁড়া আয়তাকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, নির্গমন $Q = \frac{2}{3} Cdb\sqrt{2g}\,[H_2^{3/2} - H_1^{3/2}]$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০১০

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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–১ × ১০ = ১০)

১। তরলের পৃষ্ঠটান বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। পরম চাপ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। তরলের চাপ মাপার জন্য ব্যবহৃত ম্যাকানিক্যাল গেজগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪। তলের চাপকেন্দ্র বলতে কী বোঝায়

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটাসেন্টার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ভেনাকন্ট্রাকটা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। উইয়ার এর সীল বা ক্রেস্ট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ভেজা পরিসীমা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কারেন্ট মিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগর (মান–২ × ১০ =২০)

১১। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া, $h = \frac{4\sigma Cos\alpha}{\omega d}$ [সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে]

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। পরম চাপ, গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের মাঝে সম্পর্ক রেখা চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি ব্যারোমিটারের পাঠ ৭৬ সে.মি পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসেবে এবং Kg/cm^2 এককে প্রকাশ কর। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৬।

উত্তর সংকেত ঃ ২.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৪। ৩ মি. ভূমি এবং ৪ মি. উচ্চতা বিশিষ্ট একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটকে পানিতে এরূপে ডুবানো হয়েছে, যাতে এর শীর্ষবিন্দু পানির মুক্ততল হতে ১ মি. গভীরে থাকে। চাপকেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অ অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ ৩০০০ টন পানি অপসারণ করে। এর ডেকের উপর দিয়ে ১৫ টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে ১০ মি. দূরত্বে স্থানান্তর করায় জাহাজটি ২° হেলে যায়। জাহাজের মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৫.১৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৬। অনবরত বা ধারাবাহিক প্রবাহের সমীকরণ তরলের ক্ষেত্রে কিভাবে প্রয়োগ হয়, দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, $Cd = Cv \times Cc$।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। অরিফিস ও মাউথপিসের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পাইপ লাইন অভ্যন্তরে প্রবাহীর ক্ষেত্রে হেড-লসগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। আয়তাকার নচ অপেক্ষা ভি-নচের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান-৪ × ৫ = ২০)

২১। ৩ মি. × ৩ মি. একটি পাত্রের ৩ মি. গভীরতা পর্যন্ত তেল এবং এর নীচে ২ মি. পর্যন্ত পারদ থাকলে পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা কত? তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৯।

উত্তর সংকেত: ২.২৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপকেন্দ্র, $\overline{h} = \frac{I_G}{A\,\overline{x}} = \overline{x}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস ২৫ সে. মি এবং থ্রোটের ব্যাস ১০ সে. মি। এটিকে অনুভূমিকভাবে স্থাপন করে ০.৮ আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তেল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তেল-পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য ১৫ সে. মি পাওয়া গেল। মিটারের সহগ ০.৯৮ হলে লিটার/মিনিট এককে নির্গমনের পরিমাণ কত হবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ৭.২৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ২০ সে. মি ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে ৩০ সে. মি হল। আবার কিছু দূর গিয়ে হঠাৎ ব্যাস ১৫ সে.মি হল। পাইপের ভেতর দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ ২৫০ লিটার/ সেকেন্ড হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) হঠাৎ বাড়ার কারণে হেড-লস; (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড-লস।

উত্তর সংকেত: ৯.৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৫। ১ মি. লম্বা ১৫ সে.মি গভীরতার একটি আয়তাকার নচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। তখন সমপরিমাণ পানি একটি ৯০° নচ দিয়ে যাচ্ছে। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা বের কর। আয়তাকার ও ত্রিভুজাকার নচের নির্গমন সহগ যথাক্রমে ০.৬২ এবং ০.৫৯।

উত্তর সংকেত: ১১.১৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৩য় পর্ব সমাপনী ও ৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ ৩য় পর্ব ঃ এনভায়রনমেন্টাল

৪র্থ পর্ব ঃ সিভিল, সিভিল (উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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-১ × ১০ = ১০)

১। কৈশিকতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চাপ কেন্দ্র বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বার্নোলির সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। নির্গমন সহগ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। মুক্ত প্রবাহ মাউথপিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ত্রিভুজাকৃতি নচের নির্গমনের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-২ × ১০ = ২০)

১১। পানির প্রধান ধর্মগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। 3m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 4m নীচে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ এবং চাপ কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রমাণ কর যে, $Cd = Cc \times Cv$.

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নাম সূত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি আয়তকার নচের প্রস্থ 25m. নির্গমন সহগ 0.60 এবং হেড 20cm. হলে প্রতি মিনিটে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ১১.১২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৮। নচ এবং ওয়্যারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। কারেন্ট মিটারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান- ৫ × ৪ = ২০)

২১। 250m লম্বা একটি ট্যাপার পাইপের উপর প্রান্তে ব্যাস। 1.22m এবং নীচ প্রান্তের ব্যাস 0.82m। মোটা প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 2.1m. উপরে এবং সরু প্রান্ত ডেটাম লেভেলের 4.5m নীচে অবস্থিত। উপর প্রান্তের বেগ "3m/sec. এবং নীচ প্রান্তের প্রেসার হেড 7.2m হলে উপর প্রান্তের চাপের তীব্রতা kg/cm^2 -এর নিরূপণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস্ $h_1 = \frac{4flv^2}{2gd}$ ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। যদি একটি হাইড্রলিক প্রেসের হাতলে লিভারেজ 1:10. র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 33cm এবং 5cm হয়, তবে পরিচালনা হাতলের প্রান্তে কত বল প্রয়োগ করলে র‍্যাম দিয়ে 2000kg বোঝা উত্তোলন করা সম্ভব হবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি আয়তাকার চ্যানেলের প্রস্তচ্ছেদ $100m^2$ । চ্যানেলেটির তলদেশের স্লোপ 1500:1 হলে সবচেয়ে লাভজনক সেকশন দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। (C = 50)

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি ভেঞ্চুরিমিটারের প্রবেশ পথের ব্যাস 12 cm ও থ্রোটের ব্যাস 4 সেঃ মিঃ। ঐ ভেঞ্চুরিমিটারে তেল প্রবাহিত হয়। ভেঞ্চুরিমিটারটি অনুভূমিক তলে অবস্থিত। পারদ ও তেলের গেজ পার্থক্য 150mm হলে নির্গমন নির্ণয় কর। তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.9 এবং ভেঞ্চুরি সহগ 0.98।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ৭.২২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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-১ × ১০ = ১০)

১। গেজ চাপ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। চাপের তীব্রতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মেটাসেন্টার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ভেনাকন্ট্রাক্টা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মোট শক্তিরেখা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ন্যাপ বা ভেইন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ত্রিভুজাকৃতি নচে যখন $\theta = 90^\circ$ হয় তখন নির্গমনের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্রবাহীর ঘর্ষণ কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কারেন্ট মিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-২ × ১০ = ২০)

১১। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার উচ্চতা $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{wd}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মোটি শক্তিরেখা এবং হাইড্রোলিক ঢাল রেখার পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। 200cm × 100 cm × 5cm আকারের এবং 0.70 আপেক্ষিক গুরুত্বের কাঠের টুকরার ওপর কত ওজন চাপালে কাঠটি পানিতে ডুবে যাবে?

উত্তর সংকেত: ২.৩০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ, $Cv = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। $2m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রে পানির গভীরতা 5m । পাত্রের তলদেশে 50mm ব্যাসের একটি ছিদ্র আছে নির্গমন সহগ 0.60 হলে দুই মিনিট পর পানি কতটুকু নীচে নেমে আসবে?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ৮.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, ডুবন্ত হেলানো তলের ওপর মোট চাপ $P = wA\overline{x}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার চিত্র এঁকে চাপ পরিমাপের সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 60cm লিভারেজ 1:8 হয়। যদি1000kg বল উত্তোলন করতে 0.6 kg বল প্রয়োগ করতে হয়। তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত হবে?

উত্তর সংকেত: ২.৩১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২০। একটি হাইড্রোলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 300mmএবং 5 m উচ্চতাজনিত চাপে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ লিটার/মিনিট এ বের কর। যদি মাউথপিস প্রবাহপূর্ণ হয়।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৪ এর উদাহরণ ৮.৮ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান- ৫ × ৪ = ২০)

২১। 5m ব্যাসের পাত পানিতে এমনভাবে ডুবে আছে যে এর ওপর ও নীচের তলের গভীরতা যথাক্রমে 3m এবং 6m। পাতটির ওপর মোট চাপ এবং চাপকেন্দ্রের অবস্থান কত হবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। 3m লম্বা ক্রমশ সরু একটি খাঁড়া পাইপের ওপরের প্রান্তের ব্যায় 12cm এবং নীচের প্রান্তের ব্যাস 6cm । নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে ১৫০০ লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৭.৫ এর উদাহরণ ৭.৩১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্টের ক্ষেত্রফল $12 \times 10^6\ m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 5 cm। যার 60% আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পতিত হয়। যদি পানির হেড 1.5 m হয় তবে ফ্রান্সিসের সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ার এর দৈর্ঘ্য বের কর।

উত্তর সংকেত: ১২.১৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৪। ডার্সির সূত্রের সাহায্যে পাইপের ঘর্ষণজনিত হেডলস $hf = \frac{4flv2}{2gd}$ প্রমাণ কর (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি ট্রাপিজয়ডাল নচের ওপরের প্রস্থ 140cm, তলার প্রস্থ 60cm, উচ্চতা 30cm যদি পানির হেড 20 cm হয় তবে নচের মধ্যে নির্গমন লিটার/ মিনিট এ বের কর। দেওয়া আছে Cd = 0.60।

উত্তর সংকেত: ১১.১৪ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), কনস্ট্রাকশন, এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগ হতে যে-কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। বোর্ডার মাউথপিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। পিটট টিউব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সুষম প্রবাহ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মেটাসেন্টার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সান্দ্রতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। প্রবাহী বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হেড লস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সিপোলিটি উইয়ার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। গড় হাইড্রলিক গভীরতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সংকট বেগ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। অরিফিস কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। তরল ও গ্যাসের পার্থক্যগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি তরলের পরম সান্দ্রতা 0.05 পয়েস এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8 হলে SI এককে পরম সান্দ্রতা কত?

উত্তর সংকেত ঃ ১.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৮। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ভেঞ্চুরি মিটারের সাহায্যে নির্গমনের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। নচ ও উইয়ারের মাঝে পার্থক্যগুলো দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। 10 সে.মি ব্যাসের পাইপের ব্যাস বেড়ে 20 সেমি হলে প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর, যখন নির্গমনের পরিমাণ 1360 কেজি/মিনিট।

উত্তর সংকেত ঃ ৯.১৪ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৪। 1 মিটার ব্যাসের একটি প্লেটের উপরিতলটি পানিতল হতে 1 মিটার নিচে খাঁড়াভাবে ডুবন্ত। মোট চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.২০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। আয়তাকার খোলা নালার ক্ষেত্রে মিতব্যয়ীতার শর্তগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস 50 সে.মি. লিভারেজ 1 ঃ 10। যদি 1000 কেজি লোড উত্তোলন করতে 1 কেজি বল প্রয়োগ করতে হয়, তবে প্লাঞ্জারের ব্যাস কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ ২.৩২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৭। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। অনুভূমিকভাবে স্থাপিত পানিবাহী পাইপের A ও B বিন্দুর সাথে সংযুক্ত একটি ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটারে পারদ লেভেলের পার্থক্য 15 সে.মি। ঐ বিন্দুর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৩.২৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৯। বার্নৌলীর সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ কর যে, $z_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g}$ (নোটেশনগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি অরিফিসের ব্যাস 10 সে.মি; নির্গমন সহগ 0.6 এবং বেগের সহগ 0.9। যদি অরিফিস দিয়ে 1.2 মিটার হেডে পানি নির্গত হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ এবং প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ এর উদাহরণ ৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি ত্রিভুজাকৃতির নচের কোণের পরিমাণ 60°। যদি সার্বক্ষণিক পানির হেড 50 সে.মি হয়, তবে নির্গমনের পরিমাণ বের কর। Cd = 0.63।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.১৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১২

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), ইলেকট্রিক্যাল ও কন্সট্রাকশন (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৭)

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 ১ × ১০ = ১০)

১। গেজ চাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। পৃষ্ঠটান বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ভেনাকন্টাকটা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ভেনচুরি ভ্যাকুয়াম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ন্যাপ বা ভেইন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রিনোল্ড নাম্বার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। চাপের তীব্রতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ডেটাম হেড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হেড লস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ চাপ মাপা যায় না?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রেখা চিত্রের সাহায্যে পরম চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজ চাপ ও ভ্যাকুয়াম চাপের সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ $Cv = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। 4000 টন ওজনের একটি জাহাজের ডেকের উপর 15 টন ওজন এক পাশ হতে 12 মিটার দূরে সরিয়ে নিলে জাহাজটি 2° কোণে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কত?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৫ এর উদাহরণ ৫.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। 15cm ব্যাসের একটি পাইপ দিয়ে 20m/sec বেগে পানি প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ এবং ঐ পাইপ ক্রমশঃ বাড়িয়ে 20cm করা হলে শেষ প্রান্তে বেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৬.৯ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৬। নচ ও অয়্যার এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার প্রতিক্রিয়া, $h = \frac{4\sigma\cos\alpha}{wd}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।)

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি 6m × 4m × 3m মাপ বিশিষ্ট জলাধারে পানি ভর্তি আছে। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা ও পার্শ্বদেশে মোট চাপ বের কর।

উত্তর সংকেত: ২.১২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি ত্রিভুজাকৃতি প্লেটের ভূমি 3m, যা পানি তলের সমান্তরালে রয়েছে এবং উচ্চতা 4m, যা খাঁড়া অবস্থায় পানির মাঝে ডুবন্ত। এর উপর হতে মুক্ততল পর্যন্ত দূরত্ব 1m হলে চাপকেন্দ্রে বের কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.২১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। বার্ণোলির সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। 6cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি অরিফিস দিয়ে 9m হেডের আওতায় পানি নির্গত হচ্ছে। Cd = 0.6 এবং Cv = 0.9 হলে প্রতি সেকেন্ডে নির্গমনের পরিমাণ এবং ভেনাকন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত গতিবেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৮.৩ এর উদাহরণ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, নচের ক্ষেত্রে প্রবাহের পরিমাণ, $Q = \frac{2}{3}\, Cd.b.\sqrt{2g}\, H^{\frac{3}{2}}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রের সাহায্যে বার্ণোলির সূত্রটি প্রমাণ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি আয়তাকার চ্যানেল 4 মিটার গভীর ও 6 মিটার চওড়া। চ্যানেল দিয়ে পানি পূর্ণভাবে প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। চ্যানেলের তলদেশের স্লোপ 1 :1000 এবং চ্যাজির ধ্রুবক 50.

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি 18m লম্বা পাইপের ব্যাস 35cm এবং এটির ভিতর দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 1.5m/sec। অনিবার্য কারণবশত ঐ পাইপের মধ্যবর্তী 6m পাইপ পরিবর্তন করে 20cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় উক্ত পাইপের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ হেড রস বাঁচানো যাবে? (f = 0.01)

উত্তর সংকেত: ৯.১২ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), কনস্ট্রাকশন, এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। তরলের সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রেসার হেড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩। পিজোমিটার দিয়ে কেন নেগেটিভ প্রেসার মাপা যায় না?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চাপ কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মেটাসেন্টার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সুশৃঙ্খল এবং বিশৃঙ্খল প্রবাহ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। নির্গমনের হার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। বার্নৌলির সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রবাহীর ঘর্ষণ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। নচ কাকে বলে? নচ ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ এবং ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বেগ অভিগমন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। খোলা চ্যানেল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। আয়তাকার চ্যানেল মিতব্যয়ী হওয়ার শর্ত কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কারেন্ট মিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। চাপের তীব্রতার সংজ্ঞাসহ এটির কয়েকটি ধর্ম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর-১ এবং সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি ব্যারোমিটারে পাঠ 76cm পারদ স্তম্ভ পাওয়া গেল। ঐ চাপ পানি স্তম্ভ হিসাবে এবং kg/cm^2 এককে প্রকাশ কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.১০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৮। ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রমাণ কর যে, কোন তরলে খাঁড়াভাবে নিমজ্জিত তলের চাপ-কেন্দ্র, $\bar{h} = \frac{I_G}{A\bar{x}} + \bar{x}$ সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। সমুদ্রের পানিতে ভাসমান একখানা জাহাজ 3500 টন পানি অপসারণ করে। এটির ডেকের উপর দিয়ে 26 টন ওজনের একটি বোঝা আড়াআড়িভাবে 10m দূরে স্থানান্তর করায় জাহাজটি 1/40 ঢালে হেলে যায়। জাহাজটির মেটাসেন্টিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৫.১৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২১। প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ, $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{5yH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। 4m ব্যাসের একটি গোলাকার প্লেট পানির উপরিতল হতে 3m নীচে ডুবানো আছে। প্লেটের উপর মোট চাপ এবং চাপ-কেন্দ্রের গভীরতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। বিভিন্ন প্রকার হেড লসের নামগুলো সূত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। নচ এবং উইয়ার-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। খোলা চ্যানেলের নির্গমন নির্ণয়ে চেজি ও ম্যানিংস-এর সূত্র নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। চিত্রের সাহায্যে বার্নোলির সূত্রটি প্রমাণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। একটি পাত্রের 4m পর্যন্ত পারদ এবং উপরে পানি আছে। যদি পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা 5 kg/cm^2 হয়, তবে পাত্রে পানির গভীরতা কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ ২.২৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি ভেনচুরি মিটারের প্রবেশ মুখের ব্যাস 18 cm এবং থ্রোটের ব্যাস 12 cm। এটি অনুভূমিকভাবে স্থাপন করে 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট তেল প্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে। তেল-পারদ ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারগত পার্থক্য 25cm পাওয়া গেল। মিটারের সহগ 0.98 হলে লিটার/মিনিট এককে নির্গমন কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ এর উদাহরণ ৭.৩২ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। 1m সার্বক্ষণিক হেডে 35 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি গোলাকার অরিফিস দিয়ে পানি জেট আকারে নির্গত হচ্ছে। ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে পানির জেটের একটি নির্দিষ্ট কণার অনুভূমিক দূরত্ব 32cm ও খাঁড়া দূরত্ব 17cm। জেট দিয়ে 1.45 লিটার/সেকেন্ড পানি নির্গত হলে হাইড্রলিক সহগগুলো নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ এর উদাহরণ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $5 \times 10^8 m^2$। প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 10 cm, যার মাত্র 50 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌঁছায়। পানির হেড 1 m-এ সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিজ-এর সূত্র প্রয়োগ করে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি আয়তাকার চ্যানেল দিয়ে 0.5 m^3/sec পানি নির্গত হচ্ছে। যখন বেড স্লোপ 800 ঃ 1 হয়, তখন চেজির ধ্রুবক C = 55 হলে আয়তাকার চ্যানেলের লাভজনক প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। প্রমাণ কর যে, $Q = C\sqrt{H}$ (ভেনচুরি মিটারের নির্গমন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ সিভিল ও সিভিল (উড), কন্সট্রাকশন ও এনভায়রনমেন্টাল [২০১০ প্রবিধান]

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক- বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। প্রবাহী বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রেসার হেড কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চাপ কেন্দ্র বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্লবতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বিশৃঙ্খল (টারবুলেন্ট) প্রবাহ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বার্নোলির সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি অরিফিস হতে 125cm হেডে পানি নির্গত অবস্থায় ভেনাকন্ট্রাক্টা থেকে নির্দিষ্ট পানি কণার অনুভূমিক ও খাঁড়া দূরত্ব যথাক্রমে 70cm এবং 35cm হলে বেগের সহগ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ফ্লুইড ফ্রিকশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হাইড্রলিক গড় গভীরতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১। 0.3m ব্যাস এবং 600m দীর্ঘ পাইপের ভেতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 0.05 ঘনমিটার বেগে পানি প্রবাহিত হলে ঘর্ষণজনিত অপচয় নির্ণয় কর, যখন $f = 0.01$।

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৫ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১২। আয়তাকার নচ্ দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি আয়তাকার উইয়ার এর দৈর্ঘ্য 5m, উচ্চতা 0.72 mm = 0.42 হলে বেজিনের সূত্র প্রয়োগ করে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ১২.১৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৪। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কারেন্ট মিটারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। একটি তরলের মাঝে 10mm ব্যাসের একটি কাচ নলকে খাঁড়াভাবে আংশিক ডুবালে ক্যাপিলারি উচ্চতা 15mm পাওয়া গেল। তরলের স্পর্শ কোণ 85° এবং প্রতি ঘনমিটার তরলের ওজন 1200kg হলে তার পৃষ্ঠটান কত?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 60cm ও 6cm হলে 50000kg ওজন উঠাতে প্লাঞ্জারে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? লিভারেজ 1 ঃ 10।

উত্তর সংকেত: ২.৩৩ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১৯। তেল প্রবাহিত একটি অনুভূমিক পাইপের দু'টি বিন্দুর সাথে ডিফারেনসিয়াল ম্যানোমিটার সংযুক্ত করায় পারদ লেভেলের পার্থক্য 20cm পাওয়া গেল। তেল ও পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব যথাক্রমে 0.95 এবং 13.6 হলে বিন্দু দু'টিতে চাপের পার্থক্য কত?

উত্তর সংকেত: ৩.৩০ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২০। 2m ব্যাসের একটি বৃত্তাকার প্লেট পানির মুক্ততল থেকে তলদেশ পর্যন্ত 5m গভীরতায় খাঁড়াভাবে ডুবন্ত অবস্থায় থাকলে এর ওপর মোট চাপ কত?

উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩.১ এর উদাহরণ ৪.২২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। আয়তাকার নচ্ অপেক্ষা ত্রিভুজাকার নচে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। পিটট টিউবের সাহায্যে তরলের বেগ নির্ণয় পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হাইড্রলিক ঢাল রেখা এবং মোট শক্তি রেখার মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। আয়তাকার চ্যানেলের সর্বাপেক্ষা মিতব্যয়ী সেকশন নির্ধারণের শর্তগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 40cm ও 10cm। প্লাঞ্জারের 20cm স্ট্রোকে প্রেসটি 25 মিনিটে 3500kg ওজনকে 3.5m উচ্চতায় উত্তোলন করে। প্লাঞ্জারের বল এবং প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বশক্তি নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.৩৪ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২৭। ১নং চিত্র অনুযায়ী পাইপ A ও B এর চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। 2m ব্যাসের অর্ধ-গোলাকার একটি পাত্রের 90cm উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলদেশে অরিফিসের ব্যাস 25cm হলে 40cm উচ্চতায় পানি আসতে কত সময়ের প্রয়োজন? ($C_d = 0.62$)

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ এর উদাহরণ ৮.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ক্রমশ সরু খাঁড়াভাবে অবস্থিত 5m লম্বা একটি পাইপ, যার ভিতর দিয়ে উপর থেকে নিচে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পাইপটির উপর অংশের ব্যাস 16cm এবং নিচের অংশের ব্যাস 10cm। প্রতিমিনিটে পাইপটি দিয়ে 2000kg পানি প্রবাহিত হলে পাইপটির দু'প্রান্তের চাপের পার্থক্য বার্নোলির সূত্র প্রয়োগে নির্ণয় কর।

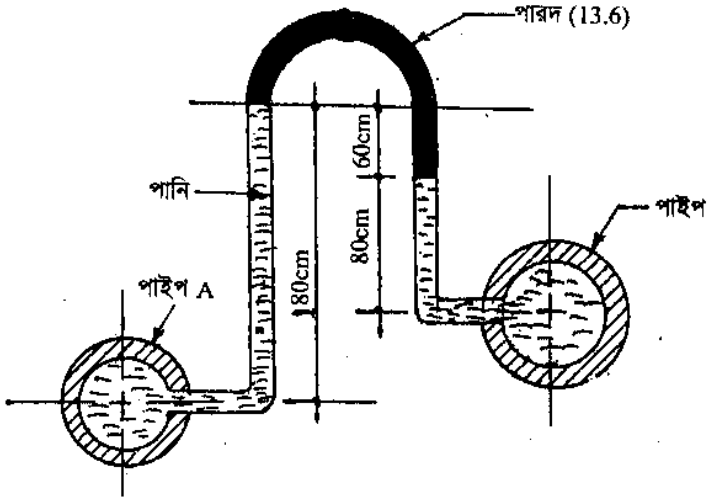
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ এর উদাহরণ ৭.২৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 15 বর্গকিলোমিটার। এলাকায় প্রতি ঘণ্টায় সর্বোচ্চ বৃষ্টিপাত 2.45cm, যার 50% পানি একটি উইয়ারের উপর প্রবাহিত হয়। পানির হেড 75cm অতিক্রম করবে না, ফ্রান্সিস-এর সূত্রের সাহায্যে এরূপ একটি উইয়ারের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১২.১৭ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

৩১। চেজির সূত্রের সাহায্যে খোলা চ্যানেলের প্রবাহ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রয়োজনীয় নোটেশনের ব্যাখ্যাসহ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।



চিত্র

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪ *[পরিক্ষার তারিখঃ ১৬/৭/২০১৪ইং]*

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), এনভায়রনমেন্টাল ও কন্সট্রাকশন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক- বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ২ = ৩০)

১। সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২। তরল পদার্থের চাপের তীব্রতার ধর্মগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটার কোথায় ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মেটাসেন্টার এবং মেটাসেনট্রিক উচ্চতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্রবাহের ধারাবাহিকতার সমীকরণ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ভেনচুরি হেড কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বোর্ডার মাউথপিস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ফ্লুইড ফ্রিকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হাইড্রলিক গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ন্যাপ বা ভেইন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। আয়তাকার অয়্যারের বেজিনের নির্গমনের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চ্যানেলের মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রড ফ্লোট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রিনোল্ড নাম্বার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান : ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। প্রমাণ কর যে, $h = \frac{4\sigma \cos\alpha}{SWd}$ (সঙ্কেতগুলো যেখানে প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পরমচাপ, গেজচাপ ও শূন্যচাপ-এর সম্পর্ক রেখা-চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সরল ম্যানোমিটার ও ডিফারেন্সিয়াল ম্যানোমিটারের পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। প্রমাণ কর যে, $Cv = \sqrt{\frac{X^2}{4yH}}$ (সঙ্কেতগুলো যেখানে প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পানিতে ভাসমান পন্টুন 1500 টন পানি অপসারণ করে। 20 টন ওজন পন্টুনের পাটাতনের এক পাশ থেকে অন্য পাশে 9 মিটার সরালে 2.7 মিটার দৈর্ঘ্যের পেন্ডুলাম অনুভূমিকভাবে 13 সেমি. হেলে পড়ে। পন্টুনের মেটাসেনট্রিক উচ্চতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: ৫.১১ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

২১। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যাম ও প্লাঞ্জারের ব্যাস যথাক্রমে 10 সেমি. ও 1.5 সেমি। প্লাঞ্জারের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ 50 কেজি হলে র‍্যাম দিয়ে কী পরিমাণ ওজন ওঠানো যাবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৩৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। আয়তাকার চ্যানেলে সবচেয়ে মিতব্যয়ী সেকশনের শর্তগুলো নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বৃহৎ খাঁড়া আয়তাকার অরিফিসের নির্গমনের সূত্র প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি নচ-এর ভেতর দিয়ে 500 লিটার/সেঃ পানি নির্গত হচ্ছে। যদি নির্গমন সহগ 0.6 এবং নচের উচ্চতা প্রস্থের অর্ধেক হয়, তবে এর সাইজ কত?

উত্তর সংকেত: ১১.১৬ নং উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। দেখাও যে তরলে নিমজ্জিত কোনো তলের চাপকেন্দ্র ভারকেন্দ্রের $\frac{I_G}{AX}$ পরিমাণ নীচে অবস্থান করে।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। একটি 5 মিটার লম্বা পাইপ অনুভূমিকের সাথে 15° কোণে হেলানো আছে। পাইপের নীচের অংশের ব্যাস 100 সেমি. এবং ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পেয়ে উপরের ব্যাস 250 সেমি. হয়েছে। নিচের অংশে প্রবাহের গতিবেগ ১০০ মিটার/সেঃ হলে দু'অংশের মাঝে চাপের পার্থক্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ এর উদাহরণ ৭.২৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। প্রমাণ কর যে, $hf = \frac{4f\ell v^2}{2gd}$ (যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। কোনো শহরের জনসংখ্যা 1,50,000 জন। পানি সরবরাহ ট্যাংক 4 km দূরে। প্রতিজন লোক প্রতিদিন 130 লিটার পানি খরচ করে। একটি পাম্প 10 ঘণ্টা কার্যরত থেকে অর্ধেক পানি সরবরাহ করে। পাইপের সাইজ নির্ণয় কর। পানির হেড 20 মিটার এবং চেজির ধ্রুবক 60।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১০ এর উদাহরণ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। প্রমাণ কর যে, $Q = C\sqrt{H}$ (ভেনচুরি মিটার-এর নির্গমন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ট্রাপিজিয়াম আকৃতির একটি মাটির চ্যানেল দিয়ে 3 ঘন মি/সেঃ হারে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। চ্যানেলটির তলদেশের চওড়া 7 মিটার, পানির গভীরতা 1.5 মিটার এবং পার্শ্ব ঢাল 1 ঃ 2 ও C = 50 হলে তলদেশের ঢাল নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 4 মিলিয়ন বর্গমিটার। ঐ এলাকায় বার্ষিক বৃষ্টিপাত 1650 সেমি. যার মাত্র 60% আয়তাকার অয়্যারের মাধ্যমে জলাধারে পৌঁছায়। পানির হেড 90 সেমি.। ফ্রান্সিস-এর সূত্র ব্যবহার করে অয়্যারের দৈর্ঘ নির্ণয় কর। CD = 0.62।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ-১২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৪ *[পরিক্ষার তারিখঃ ১২/১/২০১৫ইং]*

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), এনভায়রনমেন্টাল ও কন্সট্রাকশন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা

পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক- বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ২ = ৩০)

১। পৃষ্ঠটান বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। পিটট টিউব দিয়ে কী করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্রবতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ভেঞ্চুরি হেড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ন্যাপ বা ভেইন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হেড লস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভেনাকন্ট্রাকটা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মিতব্যয়ী সেকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি পানিপূর্ণ পাত্রের আকার ৪ মি. × ৩ মি. × ২ মি.। পাত্রের তলদেশে চাপের তীব্রতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। হাইড্রলিক প্রেসের যান্ত্রিক সুবিধা কী, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। সারফেস ফ্লোট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পানির গড় গভীরতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হাইড্রলিক জাম্প বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ- বিভাগ (মান : ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার প্রক্রিয়া, $h = \frac{4T\cos\alpha}{wd}$, (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।)

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। চিত্রের সাহায্যে পরমচাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, গেজচাপ ও শূন্যচাপের সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{w\tan\theta}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।)

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাউথ পিস ও অরিফিস-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি সরল ম্যানোমিটারের বাম বাহু একটি পানিবাহী পাইপের কেন্দ্রে সংযুক্ত এবং ডান বাহু বায়ুমণ্ডলে খোলা। পাইপে কেন্দ্র হতে বাম ও ডান বাহুতে পারদ লেভেল যথাক্রমে ১২ সে.মি. নীচে এবং ৬ সে.মি. ওপরে হলে পাইপের কেন্দ্রের চা কেজি/বর্গ সে.মি.-এ বের কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর উদাহরণ-৩.২৭ নং দ্রষ্টব্য।

২১। প্রমাণ কর যে, খাড়াভাবে ডুবন্ত তলের ওপরে মোট চাপ, P =WAX।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সংকোচন সহগ, বেগের সহগ এবং নির্গমন সহগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বার্নোলীর সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ট্রাপিজিয়াম আকারের নচের ওপরের প্রস্থ ১২০ সে.মি. এবং নিচের প্রস্থ ৪৫ সে.মি। নচ দিয়ে প্রবাহিত পানির গভীরতা সে.মি হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। (Cd = 0.60)।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১১ এর উদাহরণ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ- বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। একটি হাইড্রলিক প্রেসের র‍্যামের ব্যাস ১২ সে.মি. এবং প্লাঞ্জারের ব্যাস ১.৭৫ সে.মি.। যদি প্লাঞ্জারের ওপর প্রযুক্ত বল ৮২ কেজি হয়, তবে র‍্যাম দিয়ে কী পরিমাণ বোঝা ওপরে উঠবে? যদি বোঝা উঠাতে ৫ মিনিট সময় লাগে, তা হলে প্লাঞ্জার পরিচালনার জন্য কত অশ্বশক্তির প্রয়োজন হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর উদাহরণ ২.৫৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রমাণ কর যে, ঘর্ষণজনিত হেড লস, $h_f=\frac{4f\ell v^2}{2gd}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ৩ মিটার লম্বার ক্রমশ সরু একটি খাড়া পাইপের ওপর প্রান্তের ব্যাস ১৫ সে.মি এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস ৭ সে.মি.। নির্গমনের পরিমাণ প্রতি মিনিটে ১৪০০ লিটার হলে পাইপের উভয় প্রান্তে চাপের পার্থক্য কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২.১ এর উদাহরণ ৭.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। নোটেশনসহ বৃহৎ খাঁড়া আয়তাকার অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি ভেঞ্চুরি মিটারের বড় প্রান্তের ব্যাস ১.২৫ মিটার এবং থ্রটের ব্যাস ০.৬৫ মিটার-এর মাঝ দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। বড় প্রান্ত ও থ্রটের মাঝে চাপের পার্থক্য একটি ডিফারেন্সিয়াল পারদ ম্যানোমিটারের সাহায্যে মাপা হয়েছে। পারদ স্তম্ভের পার্থক্য ৭.৫ সে.মি। মিটার কো-ইফিসিয়েন্ট ০.৯৭ হলে নির্গমনের পরিমাণ ও থ্রটের প্রবাহের গতিবেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ এর উদাহরণ ৭.৩০ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি আয়তাকার চ্যানেল ৪ মিটার গভীর ও ৬ মিটার চওড়া। চ্যানেল দিয়ে পানি পরিপূর্ণভাবে প্রবাহিত হলে নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। (স্লোপ ১ঃ১০০০ এবং চ্যাজির ধ্রুবক = ৫০)

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৩.৮ এর উদাহরণ ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। একটি অনুভূমিক পাইপের ব্যাস ২০ সে.মি হতে হঠাৎ বেড়ে গিয়ে ৩০ সে.মি. হলো। আবার কমে ১৫ সে.মি ব্যাস হলো। পাইপ দিয়ে প্রবাহের পরিমাণ প্রতি মিনিটে ১২০০০ লিটার হলে (ক) হঠাৎ বাড়ার কারণে হেড লস; (খ) হঠাৎ কমার কারণে হেড লস এবং (গ) প্রবেশের কারণে হেড লস বের কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ ৯.১১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), কন্সট্রাকশন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক- বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ২ = ৩০)

১। পিটট টিউবের সাহায্যে কী মাপা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ চাপ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বার্নোলির সূত্রের তিনটি বাস্তব প্রয়োগ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ভেলোসিটি অব্ অ্যাপ্রোচ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ন্যাপ বা ভেইন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কারেন্ট মিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। চপ কেন্দ্র বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভেনাকন্ট্রাক্টা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রিনোল্ড নাম্বার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টোটাল হেড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১। মাউথপিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মেটাসেন্টার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। পৃষ্ঠটান বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। নির্গমন সহগ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রড ফ্লোট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ- বিভাগ (মান : ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। আপেক্ষিক গুরুত্ব, আপেক্ষিক ওজন ও আপেক্ষিক আয়তনের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, $GM = \frac{mx}{W \tan\theta}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ম্যানোমিটারে পারদ ব্যবহারের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পাইপ লাইনের অভ্যন্তরে প্রবাহীর ক্ষেত্রে হেড লস্‌গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্রমাণ কর যে, $C_d = C_c \times C_v$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২১। নচ ও উইয়ারের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, চাপজনিত উচ্চতা বা প্রেসার হেড, $H = \frac{P}{W}$ (প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। "বায়ুমণ্ডলের গড় চাপ পারদ স্তম্ভের 76 cm-এর সমতুল্য"—ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থায় শর্তগুলো ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ভেনচুরি মিটারের সুবিধা এবং অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ- বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। নোটেশন এবং চিত্রসহ ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের জন্য প্রমাণ কর যে, $Q = \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g}\,(H_2^{3/2} - H_1^{3/2})$ (নোটেশনগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া $4 \times 10^6\ m^2$ এবং প্রতিদিনের গড় বৃষ্টিপাত 50 mm. যার 70 শতাংশ আয়তাকার উইয়ারের মাধ্যমে জলাধারে পৌঁছায়। পানির হেড 1m-এ সীমাবদ্ধ রাখতে হলে ফ্রান্সিস-এর সূত্র প্রয়োগে উইয়ারের দৈর্ঘ্য কত হবে? ($C_d = 0.63$)

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। নোটেশনসহ ও চিত্রসহ বার্নোলির সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। সর্বাধিক মিতব্যয়ী ট্রাপিজিয়াম আকৃতির একটি নালার ক্ষেত্রফল $3\ m^2$ এবং পানির গভীরতা 0.50 m হলে নির্গমন কত? চেজির ধ্রুবক ও মেঝের ঢাল আদর্শমানের ধরতে হবে।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ-১৩.১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। 20 m লম্বা একটি পাইপের ব্যাস 40 cm এবং এটির ভেতর দিয়ে প্রবাহিত পানির বেগ 2m/sec.। অনিবার্য কারণবশত ঐ পাইপের মধ্যবর্তী 5m পাইপ পরিবর্তন করে 20 cm ব্যাসের পাইপ সংযোগ করলে নতুন অবস্থায় ঐ পাইপের মাঝ দিয়ে প্রবাহিত পানির হেড লস্ কী পরিমাণ বাঁচানো যাবে? ($f = 0.01$)

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৯.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। বার্নোলির সূত্রটি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪০৩

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২০/০৭/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), এনভায়রনমেন্টাল ও কনস্ট্রাকশন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

ান)

ময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগ হতে যে কোনো ৫ **(পাঁচ)**টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

পূর্ণমান ঃ ১২০

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

। তরলের সান্দ্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

। কৈশিকতার উচ্চতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

। পয়েজ ও স্ট্রোক কীসের একক?

উত্তর সংকেত ঃ সান্দ্রতার একক।

। 136 সেন্টিমিটার পানির অভ্যন্তরে চাপের তীব্রতা কত?

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ২ এর উদাহরণ ২.৪২ নং দ্রষ্টব্য।

। হাইড্রলিক প্রেসের মূলনীতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

। তরলের সারফেস টেনশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

। চাপজনিত উচ্চতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

। মিতব্যয়ী সেকশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

। স্টিডি (Steady) ও ইউনিফরম (Uniform) প্রবাহ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১১। রিনোল্ড নাম্বার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ফ্রাউন্ড নাম্বার $F = \frac{v}{\sqrt{gD}}$ এর অর্থ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। খোলা নালার নির্গমন কীভাবে নির্ণয় করবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ন্যাপ বা ভেইন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। পাইপ প্রবাহের ক্ষেত্রে ডারসি (Darcy's) হেড লসের ফরমুলা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ ডারসির সূত্র $h_f = \frac{4flv^2}{2gd}$ ।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। বার্ণোলির সমীকরণের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রমাণ কর যে, কৈশিকতার উচ্চতা $h = \frac{4\tan\alpha}{wd}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

াশ কর।

১৮। জাম ও উইয়ারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ভাসমান বস্তুর সাম্যাবস্থার শর্তগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। খোলা নালার নির্গমন পরিমাপের ক্ষেত্রে মানিংস (Manning's) এর ফরমুলা নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। প্রবাহের প্রবাহ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। তরলে ভাসমান বস্তুর সাম্যবস্থার শর্তগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। গেজ চাপ, ভ্যাকুয়াম চাপ ও পরম চাপের মধ্যে সম্পর্ক চিত্রসহ দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ডেটাম হেড, প্রেসার হেড, ভেলোসিটি হেড এবং তরলের টোটাল হেড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ ও ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। প্রমাণ কর প্রবাহের বেগজনিত সহগ, $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। প্রমাণ কর যে, বার্নোলির সূত্র $z_1 + \frac{p_1}{w} + \frac{v_1 2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{w} + \frac{v_2 2}{2g}$

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। পাইপে প্রবাহের ক্ষেত্রে ভেনচুরি মিটার (Venturi meter) ব্যবহার করে তরঙ্গের নির্গমন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি পাইপের মধ্য দিয়ে পানি প্রবাহিত হচ্ছে, যার বড় প্রান্তের ব্যাস 30 সেমি এবং ছোট প্রান্তের ব্যাস 15 সেমি। প্রান্তের বেগ 4 মিটার/সেকেন্ড হলে ছোট প্রান্তের বেগ ও নির্গমন বের কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। একটি আয়তকার চ্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ 236 বর্গমিটার। চ্যানেল সিটের লম্বালম্বি ঢাল 2000 : 1 হলে সবচেয়ে লাভজ সেকশনের নির্গমন নির্ণয় কর। (C = 56)।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১৩ এর উদাহরণ-১৩.১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। 8.5 মিটার চওড়া ও 25.5 মিটার লম্বা একটা পুকুরে 5.5 মিটার গভীরতায় পানি ভর্তি করা হল। ঐ পুকুরের তলদেশে চা তীব্রতা কত হবে? পুকুরের পার্শ্বদেশে মোট চাপের পরিমাণই বা কত হবে?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ-২.৪৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটা জলাধারের ক্যাচমেন্ট এরিয়া 44 বর্গকিলোমিটার। ঐ এলাকার গড় বার্ষিক বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 2200 সেমি। 60% উইয়ারের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। পানির হেড 90 সেমি অতিক্রম না করলে ফ্রান্সিস এর সূত্রানুসারে উইয়ারের নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১২ এর উদাহরণ-১২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। **টীকা লেখ ঃ**

(i) কারেন্ট মিটার; উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত ৫ নং দ্রষ্টব্য।

(ii) ভি-নচ (V-notch); উত্তর সংকেত: ১১.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

(iii) হাইড্রলিক জাম্প; উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

(v) প্রেস্টন টিউব (Preston tube); উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

(vi) সেন্টার অব প্রেসার। উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১০/০১/২০১৭]

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), কনস্ট্রাকশন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ হাইড্রোলিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৫)

ময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

। প্রবাহীর সারফেস টেনশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

। প্যাসকেলের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

। হাইড্রলিক প্রেসের মূলনীতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-২ এর ২.৭.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

। ডিফারেনশিয়াল ম্যানোমিটার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

। চাপের তীব্রতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

। মেটাসেন্ট্রিক উচ্চতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

। ডেটাম হেড ও প্রেসার হেড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

। বার্নৌলির সূত্রটি লিপিবদ্ধ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

। ভেঞ্চুরি ভ্যাকুয়াম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

। ভেনাকন্ট্রাক্টা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

। নির্গমন সহগ কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

। হেড লসের ক্ষেত্রে ডারসি-এর (Darey's) সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

। অরিফিস ও মাউথপিসের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

। সিপোলেটি উইয়ার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

। ওয়েটেড পেরিমিটার দিয়ে কীভাবে প্রবাহের গড় গভীরতা নির্ণয় করা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ গড় গভীরতা, $m = \frac{A}{P}$

এখানে, A = পাইপের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল

P = পাইপের ভিজা পরিসীমা।

কাশ কর।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। প্রবাহীর ধর্মগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত:** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পানিপূর্ণ পাত্রের সাহায্যে কীভাবে চাপের তীব্রতা ও মোট চাপ নির্ণয় করা যায়?

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর ২.৬.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৮। হাইড্রোলিক র‍্যামে সরবরাহকৃত হেড 4 মিটার, মোট সরবরাহকৃত পানির পরিমাণ 1500 লিটার/মিনিট, নির্গমন 140 লিটার/মিনিট এবং হেডের উচ্চতা 15 মিটার হলে র‍্যাংকিং-এর কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-২ এর উদাহরণ-২.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ডুবন্ত হেলানো তলের মোট চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ। **উত্তর সংকেত:** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্লবতা ও প্লবতা কেন্দ্র বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত:** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ ও ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২১। প্রবাহের ধারাবাহিক সমীকরণের ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। বার্নোলির সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত:** অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। প্রবাহের অনুকূলে, প্রতিকূলে ও সমকোণে পিটোট টিউব স্থাপন করলে কী ধরনের পাঠ দিবে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। প্রমাণ কর যে, $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ (যেখানে অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। লোয়ার ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি ও হায়ার ক্রিটিক্যাল ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ১০ = ৫০)

২৬। 5 মিলিমিটার ব্যাসের একটি কৈশিক নল 59°F তাপমাত্রায় পানিতে ডুবানো হলে টিউবের ভেতরে পানির উচ্চতা কত হবে? পানির পৃষ্ঠটান 7.46×10^{-3} কেজি/সেমি এবং স্পর্শকোণ $\alpha = 45°$।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-১ এর উদাহরণ-১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। পারদপূর্ণ একটি ইউ-টিউবের ডান বাহুটি বায়ুমণ্ডলের দিকে মুক্ত। বাম বাহুটি 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্ব সম্পন্ন তেলবাহী পাইপের সাথে যুক্ত। পাইপের কেন্দ্র থেকে পারদের মুক্ত তল এবং সাধারণ তল (পারদ ও তরলের মিলিত তল) যথাক্রমে 50 সেমি ও 30 সেমি নিচে অবস্থিত। পাইপ দিয়ে প্রবাহিত তেলের জন্য পরম চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৩ এর উদাহরণ ৩.৩৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি স্লুইস গেইটের প্রস্থ 2 মিটার এবং উচ্চতা 3 মিটার। গেইটটির একধারে এর ওপর ধার থেকে পানির উচ্চতা 1 মিটার। গেইটটির ওপর মোট চাপের (অনুভূমিক) পরিমাণ এবং চাপকেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৪ এর উদাহরণ ৪.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ক্রমশ সরু একটি পাইপ, যার বড় প্রান্তের ব্যাস 20 সেমি এবং ছোট প্রান্তের ব্যাস 10 সেমি। এর মধ্যে পানি প্রবাহ আছে। বড় প্রান্তের বেগ 5 মিটার/সেকেন্ড হলে ছোট প্রান্তের বেগ ও নির্গমন নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৬ এর উদাহরণ-৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। 15 সেমি ব্যাসের একটি পাইপে তরল নির্গমনের পরিমাণ 185 লিটার/সেকেন্ড হলে তরলের বেগ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: আমরা জানি,

$Q = AV$

$\Rightarrow 0.185 = 0.0176 \times V$

$\Rightarrow V = 10.48 m/s$ (Ans.)

দেওয়া আছে,

$A = \frac{\pi}{4} \times (0.15)^2 = 0.0176 m^2$

Q = 185 লিটার/সেকেন্ড

= 0.185 ঘনমিটার/সেকেন্ড

৩১। 4 সেমি ব্যাসবিশিষ্ট একটি অরিফিস 3 মিটার হেডে পানি নির্গমন করছে। ঐ অরিফিসের মধ্য দিয়ে প্রকৃত নির্গমনের পরিমাণ নির্ণয় কর। [$C_d = 0.60$]

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৮ এর উদাহরণ-৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। একটি পাইপের ব্যাস 50 সেমি হতে বেড়ে 87 সেমি হলো এবং পাইপের ভেতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 600 কেজি পানি প্রবাহিত হয়। পাইপের ছোট অংশে চাপ 1 কেজি/বর্গ সেমি হলে প্রসারণজনিত শক্তির অপচয় এবং বড় অংশের চাপ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অধ্যায়-৯ এর উদাহরণ-৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

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