BDeBooks.com

E-BOOK

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

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক চালুকৃত নতুন সিলেবাস অনুযায়ী প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের
রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং টেকনোলজির ষষ্ঠ পর্বের ছাত্রছাত্রীদের জন্য প্রণীত

অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

Advanced Refrigeration and Airconditioning

Subject Code : 7261

রচনায়

প্রকৌশলী বাবু সাহা

চীফ ইনস্ট্রাক্টর (মেকানিক্যাল), রংপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, রংপুর
প্রাক্তন চীফ ইনস্ট্রাক্টর ও বিভাগীয় প্রধান, পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, পটুয়াখালী

প্রকৌশলী এমদাদুল হক খাঁন

জুনিয়র ইনস্ট্রাক্টর ও বিভাগীয় প্রধান (রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং টেকনোলজি)
পটুয়াখালী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, পটুয়াখালী

সম্পাদনায়

আবু মোহাম্মদ আতিকুল্যা

ইনস্ট্রাক্টর (আরএসি)
কিশোরগঞ্জ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, করিমগঞ্জ, কিশোরগঞ্জ

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 : ১ মে ২০০৯
দ্বিতীয় প্রকাশ : ২০ এপ্রিল ২০১৩
তৃতীয় প্রকাশ : ১৮ আগস্ট ২০১৫
চতুর্থ প্রকাশ : ১ জুন ২০১৬
পরিমার্জিত, পরিবর্ধিত ও সংশোধিত সংস্করণ :
পঞ্চম প্রকাশ : ১ জানুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায় : মোঃ আশরাফুল হক আলো

সার্বিক তত্ত্বাবধানে : ইঞ্জিঃ মোঃ হামিদুল হক মামুন

চিত্রাঙ্কনে : জি. মাওলা কম্পিউটারস্

কম্পিউটার কম্পোজে : জি. মাওলা কম্পিউটারস্

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

মূল্য : ২০০ টাকা মাত্র

আমাদের কিছু কথা

বিসমিল্লাহির রাহ্‌মানির রাহিম

মহান সৃষ্টিকর্তার অশেষ মেহেরবাণিতে আমাদের লেখা রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের জন্য **"অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (৭২৬১)"** বইটি প্রকাশিত হল। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রবর্তিত চার বছর মেয়াদি ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রমের নতুন সিলেবাস অনুযায়ী বইটি প্রণয়ন করা হয়েছে। বইটিতে সর্বাধুনিক প্রযুক্তির তথ্যের সংযোজন করতে চেষ্টা করেছি। আশা করি বইটি পাঠ করে ছাত্রছাত্রী এবং শিক্ষক-শিক্ষিকাগণ উপকৃত হবেন।

আমাদের এ বইটি প্রণয়নে সহযোগিতা করার জন্য শ্রদ্ধা নিবেদন করছি আমার শিক্ষাগুরু জনাব মোঃ সোলায়মান, প্রাক্তন বিভাগীয় প্রধান (পাওয়ার), ম.প.ই.; জনাব মোঃ রেদওয়ানুর রহমান (ইনস্ট্রাক্টর পাওয়ার), ঢা.প.ই. ও জনাব সুলতানা কবির (ইনস্ট্রাক্টর পাওয়ার), ঢা.প.ই-কে এবং ধন্যবাদ জানাচ্ছি বন্ধু ও সহকর্মী মোঃ মশিউর রহমান (বুলবুল) ও মোহাম্মদ জাহিদুল হাসান বুলবুলকে।

বইটির পাণ্ডুলিপি প্রণয়নে দেশি-বিদেশি অনেক লেখকের বই থেকে সাহায্য নেয়া হয়েছে। এজন্য তাদের কাছে আমরা ঋণী।

সর্বোপরি ধন্যবাদ জানাচ্ছি মোঃ আশরাফুল হক আলো, ব্যবস্থাপনা পরিচালক, হক পাবলিকেশনস্, বইটি রচনা ও প্রকাশে বিভিন্নভাবে সহযোগিতা করার জন্য।

খুব অল্প সময়ে বইটির পাণ্ডুলিপি প্রস্তুত করা হয়েছে, তাই পূর্ণাঙ্গ তথ্যের স্বল্পতা থাকতে পারে। এ ছাড়াও বইটিতে মুদ্রণজনিত ভুলভ্রান্তি থাকতে পারে, পরবর্তীতে সংশোধনের আশা রাখি। বইটিতে কোন প্রকার তথ্যের বিভ্রান্তি, পরিবর্তন, পরিবর্ধন ও সংশোধনে আপনাদের সুচিন্তিত মতামত সাদরে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বলতে চাই, যাদের জন্য আমাদের এ ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা, তারা যদি বইটি পড়ে সামান্য উপকৃত হয়, তবেই আমাদের প্রচেষ্টা সার্থক হবে।

বিনীত

প্রকৌশলী বাবু সাহা

প্রকৌশলী এমদাদুল হক খান

উৎসর্গ

পরম শ্রদ্ধেয় মা ও বাবা'কে

সিলেবাস

7261 ADVANCED REFRIGERATION AND AIRCONDITIONING

T	P	C
3	3	4

AIMS

To provide the students with an opportunity to acquire knowledge, skill and attitude in the area of advanced refrigeration and air-conditioning with special compasses on:

- **P.H & T.S diagram**
- **Compound vapor compression system**
- **Vapor compression systems with multiple evaporators and compressors**
- **Solar heating and cooling**
- **Refrigerants & refrigerant oils**
- **Refrigerant Recovery, Recycling And Reclaim**
- **Heat pump**
- **Heat exchanger**
- **Evaporating cooling systems.**

SHORT DESCRIPTION

Compound vapor compression system; Vapor compression system with multiple evaporator and compressors; Solar heating systems; Solar cooling systems; Refrigerant; CFCs and environmental friendly refrigerants; Refrigerant oil; Refrigerant recovery, recycling & reclaim; Heat pump; Heat exchanger and Evaporative cooling system, P.H diagram.

DETAIL DESCRIPTION

Theory:

1. **Understand the P.H & T.S diagram of different Refrigerant of simple Vapor Compression Refrigeration system.**
   - 1.1 **State what is meant by P.H & T.S diagram.**
   - 1.2 **Draw a typical P.H diagram & T-S diagram.**
   - 1.3 **Describe the different line and zone of P.H & T.S diagram.**
   - 1.4 **ORepresent Vapor compression cycle on P.H diagram at different condition.**
   - 1.5 **Explain P.H chart to determine different value of refrigerant of vapor compression cycle.**
   - 1.6 **Solved problems with P.H chart of different refrigerant at various condition.**
2. **Understand the compound vapor compression system.**
   - 2.1 **State the meaning of compound vapor compression system.**
   - 2.2 **Mention the advantages of compound vapor compression with inter cooler.**
   - 2.3 **Name the different types of compound vapor compression with inter cooler.**
   - 2.4 **Describe the two stage compression with liquid inter cooler.**
   - 2.5 **Describe the two stage compression with water intercooler and liquid sub-cooler.**
   - 2.6 **Describe the two stage compression with water inter cooler, liquid sub–cooler and liquid flash chamber.**
   - 2.7 **Describe the three stage compression with water inter cooler.**
   - 2.8 **Solve problems relating the compound vapor compression system.**

3. Understand the vapor compression system with multiple evaporators and compressors.
   - 3.1 Outline the importance of vapor compression systems with multiple evaporators and compressors.
   - 3.2 Mention the different types of multiple evaporators and compressors system.
   - 3.3 Describe the multiple evaporators at same temperature with single compressor and expansion valve.
   - 3.4 Describe the multiple evaporators at different temperature with single compressor individual, expansion valve and back pressure valve.
   - 3.5 Describe the multiple evaporator at different temperature with single compressor, multiple expansion and back pressure valve.
   - 3.6 Describe the multiple evaporators at different temperature with individual compressor and individual expansion valve.
   - 3.7 Describe the multiple evaporators at different temperature with individual compressors and multiple expansion valves.
   - 3.8 Describe the multiple evaporators at different temperatures with compound compressor, individual expansion valve and flash inter cooling.
   - 3.9 Describe the cascade system of low temperature refrigeration.
   - 3.10 Describe three stage cascade system with schematic and P.H diagram.
   - 3.11 Solve problems.

4. Understand the features of solar heating system.
   - 4.1 State what is meant by solar heating system.
   - 4.2 Mention the types of solar heating.
   - 4.3 Describe the operation of different types of solar heat collection.
   - 4.4 Describe the operation of solar air type heating system.
   - 4.5 Describe the operation of liquid type solar heating system.

5. Understand the features of solar cooling system.
   - 5.1 State what is meant by solar cooling system.
   - 5.2 Mention the methods of cooling by using solar energy.
   - 5.3 Describe the operation of the different types of solar cooling system.
   - 5.4 Describe the solar heat operated year round air-conditioning system.
   - 5.5 Describe the operation of a solar heat operated dehumidifier.
   - 5.6 Describe the operation of solar operated heat pump system.

6. Understand the features of refrigerant.
   - 6.1 Mention the physical properties of an ideal refrigerant.
   - 6.2 Mention the chemical properties of an ideal refrigerant.
   - 6.3 Mention the thermodynamic properties of an ideal refrigerant.
   - 6.4 Mention the classification of the refrigerant.
   - 6.5 Describe Hydrocarbon Refrigerant.
   - 6.6 Describe the properties of refrigerant as Halo Carbon- R-134a, zeotropic R-400a to R-416a, Azeotropic refrigerant R-500 to R-507, Hydrocarbon refrigerant R-290, R-600, R-600a and H C blend, inorganic refrigerant R-717, R-718, R-728, R-729, R-740 and R-69s.
   - 6.7 Describe the designation system for refrigerants.
   - 6.8 Mention the applications of commonly used refrigerants.
   - 6.9 Explain the effects of condensing pressure, evaporating temperature, boiling point, critical temperature and specific volume on refrigeration cycle.
   - 6.10 Mention the color code of different refrigerant cylinder.
   - 6.11 Describe the handling and storage procedure of refrigerant and refrigerant cylinder.
   - 6.12 Mention the safety requirement when handling and working with refrigerant.

7. Understand the features of the CFCs and environmental friendly refrigerants.

   7.1 State what is meant by the CFC.
   7.2 State what is meant by environmental friendly refrigerant.
   7.3 List the environmental friendly refrigerant.
   7.4 State what is meant by ODS, ODP, and GWP.
   7.5 Explain ozone layered depleting, green house effect and global warming.
   7.6 Mention the chemical reaction of CFCs with ozone.
   7.7 Compare commonly used CFC refrigerants with non CFC refrigerants regarding on ODP, GWP and atmospheric life.
   7.8 Mention the Montreal protocols and tbe clean air acts on substance that deplete the ozone layer.
   7.9 Mention the environmental protection agency (EPA) rules governing fully halogenated refrigerants (CFCs).

8. Understand the features of the refrigerant oil.

   8.1 Outline the importance of refrigerant oil.
   8.2 Mention the classification of refrigerant oil.
   8.3 Mention the properties of a good refrigerant oil.
   8.3 Explain the properties of refrigerant oil.
   8.5 Mention the specification of refrigeration oil.
   8.6 Explain the causes of more use of nepthene base oils for refrigeration purpose.
   8.7 Explain the contains additives of oil.
   8.8 Name the different oils used with the HFC refrigerants.
   8.9 Mention the features of synthetic oil used in HFC refrigerant.
   8.10 Mention the precuation and safety measure in handling and storing of synthetic oil.

9. Understand refrigerant recovery, recycling and reclaim.

   9.1 State the meaning of the terms refrigerant recovery, recycling and reclaim.
   9.2 Identify the various types of refrigerant recovery and recycling equipment.
   9.3 Describe the procedure of liquid refrigerant recovery.
   9.4 Describe the procedure of vapor refrigerant recovery.
   9.5 Mention the standard safety recommendation to be followed for removing refrigerant from system.
   9.6 State what is meant by retrofit.
   9.7 Describe the retrofit procedure of R-134a in R-12 system.
   9.8 State what is meant by drop-in refrigerant.
   9.9 Describe the use of drop-in refrigerant (HC blend in- R-12 unit)
   9.10 Compare retrofitting of R-12 system with 134a and HC blend.

10. Understand the features of heat pump.

- 10.1 State what is meant by heat pump.
- 10.2 Mention the types of heat pump.
- 10.3 Describe the operation of the different types of heat pump.
- 10.4 Distinguish between geothermal heat pumps, air source heat pumps and solar heat pump.
- 10.5 Describe the operation of the heat pump reversing valve in heating and cooling mode.
- 10.6 Describe the simultaneous cooling and heating applications of heat pump (heat pump cascade system).
- 10.7 Mention the industrial applications of heat pump.
- 10.8 Analyze the heat pump cycle.
- 10.9 Mention the design criteria effecting the performance of heat pump.
- 10.10 Solve problems on heat pumps.

11. Understand the features of heat exchanger.

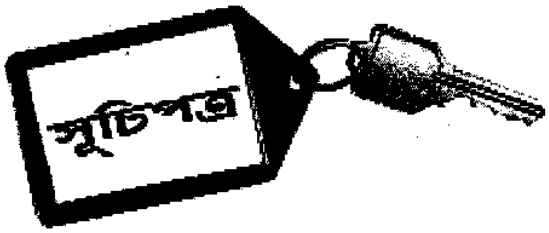
- 11.1 State the meaning of heat exchanger.
- 11.2 Outline the importance of heat exchangers.
- 11.3 Mention the types of heat exchangers.
- 11.4 Define mean temperature difference.
- 11.5 Describe the operation of different types of beat exchanger.
- 11.6 Describe the factors to be considered to design a heat exchanger.
- 11.7 Solve problems relating heat exchangers.

12. Understand the evaporative cooling system.

- 12.1 State what is meant by evaporative cooling systems.
- 12.2 Describe the different ice cooling systems.
- 12.3 Describe the thermodynamics of evaporative cooling.
- 12.4 Mention the types of evaporative cooler.
- 12.5 Describe the operation of different types of evaporative coolers.
- 12.6 Describe the factors to be considered in selection and design of evaporative coolers.
- 12.7 Mention the limitation of simple evaporative cooling system.
- 12.8 Mention the applications of evaporative cooling.

Practical:

1. Study the PH chart.
2. Solve problems of simple vapor compression cycle using PH chart.
3. Solve problems of compound vapor compression cycle using PH chart.
4. Build up a compound compression system.
5. Study the solar heat collection.
6. Study the solar cooling system.
7. Visit a solar energy project.
8. Refrigerant recovery at a unit.
9. Recover refrigerant from a refrigeration system having burnt compressor motor.
10. Recover refrigerant from a refrigerator using piercing valve and a recovery unit.
11. Charge CFC refrigerant in to refrigerator without releasing any refrigerant.
12. Oil Charge in a refrigeration system.
13. Study the Cascade Refrigeration system.



অধ্যায়-১ ঃ সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট

১.০ ভূমিকা ১৭

১.১ প্রেসার এনথালপি এবং টেম্পারেচার এন্ট্রপি চার্ট ১৭

১.২ একটি আদর্শ প্রেসার এনথালপি এবং তাপমাত্রা এন্ট্রপি চার্ট অঙ্কন ১৯

১.৩ প্রেসার এনথালপি এবং তাপমাত্রা এন্ট্রপি চার্টের বিভিন্ন লাইন ও জোনসমূহের বর্ণনা ২০

১.৪ প্রেসার এনথালপি চার্টে সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র ২৩

১.৫ বাষ্প সংকোচন সাইকেলে রেফ্রিজারেন্টের বিভিন্ন মান প্রেসার এনথালপি চার্টে বের করার নিয়ম ২৫

১.৬ বিভিন্ন অবস্থানে এবং হিমায়কে P-H চার্টের মাধ্যমে সমস্যাবলি ৩১

অনুশীলনী-১

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৪
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৬
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৮

অধ্যায়-২ ঃ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি

২.০ ভূমিকা ৪৯

২.১ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি ৪৯

২.২ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির সুবিধা ৪৯

২.৩ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত বিভিন্ন মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি ৪৯

২.৪ লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপে সংকোচন পদ্ধতির বর্ণনা ৫০

২.৫ ওয়াটার ইন্টারকুলার এবং লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি ৫০

২.৬ ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি ৫১
২.৭ ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি ৫২
২.৮ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির সমস্যা সমাধান ৫৩

অনুশীলনী-২

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৬
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৭
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬০

অধ্যায়-৩ ঃ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি

৩.০ ভূমিকা ৬১
৩.১ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির গুরুত্ব ৬১
৩.২ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রকারভেদ ৬১
৩.৩ একই তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর একটি এক্সপানশন ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬২
৩.৪ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬৩
৩.৫ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬৪
৩.৬ বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬৫
৩.৭ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬৬
৩.৮ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ও ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত পদ্ধতি ৬৭
৩.৯ লো টেম্পারেচার রেফ্রিজারেশনে ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা ৬৮
৩.১০ থ্রি-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের পরিকল্পিত ও পি-এইচ ডায়াগ্রাম বর্ণনা ৭১
৩.১১ সমস্যা সমাধান ৭২

অনুশীলনী-৩

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৩
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৩
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭৬

অধ্যায়-৪ ঃ সোলার হিটিং সিস্টেম

৪.০ ভূমিকা ৭৭
৪.১ সোলার হিটিং পদ্ধতি ৭৭
৪.২ সোলার হিটিং এর প্রকারভেদ ৭৭
৪.৩ বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রহের কার্যপদ্ধতি ৭৯
৪.৪ সৌর হিটিং পদ্ধতির বর্ণনা ৮৫
৪.৫ লিকুইড/পানি টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতির বর্ণনা ৮৫

অনুশীলনী-৪

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৬
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৭
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮৮

অধ্যায়-৫ ঃ সোলার কুলিং সিস্টেম

৫.০ ভূমিকা ৮৯
৫.১ সোলার কুলিং পদ্ধতি ৮৯
৫.২ সৌরশক্তি ব্যবহার করে বিভিন্ন প্রকার সৌর কুলিং পদ্ধতি ৯০
৫.৩ বিভিন্ন প্রকার সোলার কুলিং পদ্ধতির বর্ণনা ৯০
৫.৩.১ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি ৯০
৫.৪ সৌরশক্তি ব্যবহার করে বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার বর্ণনা ৯৪
৫.৫ সৌরশক্তি ব্যবহৃত ডিহিউমিডিফায়ারের বর্ণনা ৯৫
৫.৬ সৌরশক্তি ব্যবহৃত হিট পাম্পের বর্ণনা ৯৬

অনুশীলনী-৫

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৭
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৭
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯৮

অধ্যায়-৬ ঃ হিমায়ক

৬.০ ভূমিকা ৯৯
৬.১ একটি আদর্শ হিমায়কের ভৌত (Physical) গুণাবলি ৯৯
৬.২ একটি আদর্শ হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলি ১০০
৬.৩ একটি আদর্শ হিমায়কের থার্মোডাইনামিক্স গুণাবলি ১০০
৬.৪ হিমায়কের শ্রেণিবিভাগ ১০০
৬.৫ হাইড্রোকার্বন হিমায়ক ১০৩
৬.৬ বিভিন্ন প্রকার হিমায়কের বৈশিষ্ট্য/গুণাবলি ১০৩
৬.৭ হিমায়ক নামকরণ ১০৫
৬.৮ হিমায়কের ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ ১০৬
৬.৯ ঘনীভূবন চাপ, বাষ্পীভূবন তাপমাত্রা, বয়লিং পয়েন্ট, ক্রিটিকেল তাপমাত্রা এবং S.P. আয়তন এর রেফ্রিজারেশন এর উপর প্রভাব ব্যাখ্যা কর ১০৬
৬.১০ বিভিন্ন ধরনের রেফ্রিজারেন্ট (হিমায়ক) সিলিন্ডারের কালার কোড ১০৭
৬.১১ হিমায়ক ও হিমায়ক সিলিন্ডার স্থানান্তর (Handling), সংরক্ষণ (Storage) ও নিরাপত্তা নিয়মাবলি ১০৮
৬.১২ রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার হস্তান্তর ও নিরাপত্তার বিধিবিধান ১০৯

অনুশীলনী-৬

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৯
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১২
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১৬

অধ্যায়-৭ ঃ ক্লোরোফ্লোরো কার্বন ও পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক

৭.০ ভূমিকা ১১৭
৭.১ ক্লোরোফ্লোরো কার্বন ১১৭
৭.২ পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়ক ১১৭
৭.৩ পরিবেশ বান্ধব/আধুনিক হিমায়কের তালিকা ১১৮
৭.৪ ODS, ODP এবং GWP কী ১১৮
৭.৫ ওজোন স্তর ক্ষয়, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট এবং গ্লোবাল ওয়ার্মিং ১১৮
৭.৬ CFCs এর সাথে ওজোন (O_3) এর রাসায়নিক বিক্রিয়া ১১৯

৭.৭ CFC হিমায়ক ও নন CFC হিমায়কের ODP, GWP এর পরিমাণ এবং বায়ুমণ্ডলে হিমায়কের অস্তিত্বের সময়ের তুলনা ১১৯
৭.৮ মনট্রিল প্রোটকল এবং ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট ১২০

অনুশীলনী-৭

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২১
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২২
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২৪

অধ্যায়-৮ : রেফ্রিজারেন্ট অয়েল/কম্প্রেসর অয়েল

৮.০ ভূমিকা ১২৫
৮.১ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুরুত্ব ১২৫
৮.২ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রকারভেদ ১২৫
৮.৩ একটি ভাল রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুণাবলি ১২৬
৮.৪ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুণাবলির বর্ণনা ১২৬
৮.৫ রেফ্রিজারেশন অয়েলের স্পেসিফিকেশন ১২৮
৮.৬ রেফ্রিজারেশন ক্ষেত্রে ন্যাপথেন বেস অয়েল বেশি ব্যবহার করা হয় কেন ১২৮
৮.৭ তেলের বাড়তি উপদানগুলো ব্যাখ্যা কর ১২৮
৮.৮ HFC রেফ্রিজারেন্টে ব্যবহৃত বিভিন্ন অয়েলের নাম ১২৮
৮.৯ HFC হিমায়কের সাথে ব্যবহৃত বিভিন্ন তেল এর নাম ১২৮
৮.১০ সিনথেটিক অয়েল স্থানান্তর এবং সংরক্ষণ করার জন্য নিরাপত্তা বিধান ১২৯

অনুশীলনী-৮

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৯
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩০
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩২

অধ্যায়-৯ : রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী, রিসাইকেলিং এবং রিক্লেইম

৯.০ ভূমিকা ১৩৩
৯.১ হিমায়ক পুনঃলাভ, পুনঃচক্রায়ন ও পুনরুদ্ধার করা বলতে কী বুঝায় ১৩৩
৯.২ বিভিন্ন প্রকার হিমায়ক পুনঃলাভ এবং পুনঃ চক্রায়নের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ১৩৫

৯.৩ লিকুইড হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি ১৩৭
৯.৪ বাষ্পীয় হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি ১৩৮
৯.৫ সিস্টেম থেকে হিমায়ক বের করার জন্য কী কী নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয় ১৪৭
৯.৬ রেট্রোফিট কী? ১৪৭
৯.৭ হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হিমায়ক 134a চার্জ করার পদ্ধতি ১৪৮
৯.৮ ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট ১৪৮
৯.৯ হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC-blend) চার্জ করার পদ্ধতির বর্ণনা ১৪৮
৯.১০ R-12 সিস্টেমে R-134a এবং HC-blend হিমায়ক চার্জ করার তুলনামূলক পার্থক্য ১৪৯

অনুশীলনী-৯

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪৯
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫০
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৫৪

অধ্যায়-১০ ঃ হিট পাম্প

১০.০ ভূমিকা ১৫৫
১০.১ হিট পাম্প ১৫৬
১০.২ হিট পাম্পের প্রকারভেদ ১৫৬
১০.৩ বিভিন্ন প্রকার হিট পাম্পের বর্ণনা ১৫৬
১০.৩.১ এয়ার টু এয়ার হিট পাম্প ১৫৬
১০.৩.২ ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্প ১৫৭
১০.৩.৩ এয়ার টু ওয়াটার হিট পাম্প ১৫৮
১০.৩.৪ ওয়াটার টু ওয়াটার হিট পাম্প ১৫৮
১০.৩.৫ এয়ার টু লিকুইড হিট পাম্প ১৫৯
১০.৪ Geothermal হিট পাম্প, Air source হিট পাম্প এবং Solar হিট পাম্প এর মধ্যে পার্থক্য ১৫৯
১০.৫ হিট পাম্প রিভার্সিং ভালভের কুলিং ও হিটিং মোডসহ কার্যাবলির বর্ণনা ১৬০
১০.৬ হিট পাম্পের ব্যবহার ১৬১
১০.৭ হিট পাম্পের ব্যবহার ক্ষেত্র ১৬১
১০.৮ হিট পাম্পের সাইকেল বিশ্লেষণ ১৬২
১০.৯ হিট পাম্পের পারফরমেন্স ১৬৩
১০.১০ হিট পাম্প সম্পর্কিত সমস্যা সমাধান ১৬৪

১২.৩ ইভাপোরেটিভ কুলিং এর তাপ গতিবিদ্যা ১৮৪
১২.৪ ইভাপোরেটিভ কুলারের প্রকারভেদ ১৮৪
১২.৫ বিভিন্ন প্রকার ইভাপোরেটিভ কুলারের কার্যাবলি ১৮৫
১২.৬ ইভাপোরেটিভ কুলার ডিজাইন ও নির্বাচনের জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ ১৮৭
১২.৭ ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের সীমাবদ্ধতা ১৮৮
১২.৭.১একটি ইনডাইরেক্ট ইভাপোরেটিং সিস্টেমের কার্যাবলি ১৮৮
১২.৮ ইভাপোরেটিভ কুলারের ব্যবহার ১৮৯
১২.৮.১ বাংলাদেশ ইভাপোরেটিভ এসির কার্যকারিতা ১৮৯
১২.৮.২ ইভাপোরেটিভ এসির সুবিধাসমূহ ১৮৯
১২.৮.২ ইভাপোরেটিভ এসির অসুবিধা ১৮৯

অনুশীলনী-১২

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯০
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯০
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৯৪

ব্যবহারিক

পরীক্ষণ নং-১ ঃ পি-এইচ ডায়াগ্রাম পর্যবেক্ষণকরণ ১৯৭
পরীক্ষণ নং-২ ঃ পি-এইচ ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে সরল বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সমস্যাবলি নির্ণয় প্রণালি ২০০
পরীক্ষণ নং-৩ ঃ যৌগিক বাষ্প সংকোচন হিমায়ন চক্রের সমস্যাবলি পি-এইচ ডায়াগ্রামের মাধ্যমে সমাধানকরণ ২০১
পরীক্ষণ নং-৪ ঃ একটি যৌগিক সংকোচন পদ্ধতি তৈরিকরণ ২০৩
পরীক্ষণ নং-৫ ঃ সৌরতাপ সংগ্রহ পর্যবেক্ষণ করণ ২০৪
পরীক্ষণ নং-৬ ঃ সোলার কুলিং পদ্ধতি পর্যবেক্ষণকরণ ২০৫
পরীক্ষণ নং-৭ ঃ ইউনিটের মাধ্যমে হিমায়ক স্থানান্তর প্রণালি ২০৬
পরীক্ষণ নং-৮ ঃ একটি হিমায়ন পদ্ধতির তৈলচার্জকরণ ২০৮

সুপার সাজেশনস্ ..... ২০৯ – ২২৮

বাকাশিবো প্রশ্নাবলি ..... ২২৯ – ২৬৪

অধ্যায়-১

সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট (Understand the P-H & T-S diagram of different refrigerant of simple vapor compression refrigeration system)

১.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

পূর্বেই P-H বা প্রেসার-এনথালপি (Pressure-enthalpy) এবং T-S টেম্পারেচার-এন্ট্রপি (Temperature entropy) সম্পর্কে জানতে হবে।

কাজ (Work) ঃ বল প্রয়োগের মাধ্যমে কোন বস্তুকে সরানোকে কাজ বলে। সুতরাং কাজ = বল × দূরত্ব = F × d. উল্লম্ব বা খাড়া বা ভার্টিক্যাল অক্ষকে চাপ (Pressure) এবং আনুভূমিক বা সমতল বা হরিজন্টাল অক্ষকে এনথালপি (Enthalpy) বা তাপ (Heat) ধরে P-H ডায়াগ্রাম এবং T-S ডায়াগ্রাম-উল্লম্ব অক্ষকে তাপমাত্রা (Temperature) এবং আনুভূমিক অক্ষরেখা বরাবর এন্ট্রপি (Entropy) ধরে T-S ডায়াগ্রাম গঠন করা হয়। সাধারণ বা সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের লাইন, জোন, বিভিন্ন ধরনের মান (Different value) সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া যাবে।

যদিও আকারে ছোট হওয়া বা সীমাবদ্ধতার কারণে তাপগতীয় টেবিলের ন্যায় সূক্ষ্মভাবে হিমায়কের বিভিন্ন তাপগতীয় গুণাবলির উপাত্তগুলো পাওয়া সম্ভব হয় না। কিন্তু P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের মাধ্যমে বিভিন্ন অবস্থায় হিমায়কের তাপগতীয় গুণাবলির মানগুলো সহজে নির্ণয় করা যায় এবং সরল বাষ্প সংকোচন (Simple vapour compression refrigeration system) হিমায়ন পদ্ধতির চক্রগুলো বিশ্লেষণ করার জন্য P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের মাধ্যমে সহজে উপস্থাপন করা সম্ভব।

১.১ প্রেসার এনথালপি এবং টেম্পারেচার এন্ট্রপি চার্ট (State what is meant by P-H & T-S diagram) ঃ

বাষ্প সংকোচন বা ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্র বিশদভাবে অধ্যয়ন ও বিশ্লেষণ করার জন্য প্রতিটি হিমায়কের জন্য পৃথকভাবে প্রস্তুত হিমায়ন চক্রের সংকোচন, ঘনীভবন, সম্প্রসারণ ও বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় চাপ ও তাপীয় যে সমস্ত থার্মোডাইনামিক্স পরিবর্তন ঘটে তা একটি চার্টে বিভিন্ন রেখার মাধমে সন্নিবেশিত করা হয়। উক্ত চার্ট বা রেখাচিত্রকে প্রেসার এনথালপি চার্ট বলা হয়।

প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম (P-H) এবং টেম্পারেচার এন্ট্রপি ডায়াগ্রাম বলতে প্রাথমিকভাবে জানি–

প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম (Pressure-enthalpy diagram বা P-H) ঃ খাড়া বা উল্লম্ব বা ভার্টিক্যাল অক্ষকে চাপ (Pressure) এবং সমতল বা আনুভূমিক বা হরিজন্টাল অক্ষকে এনথালপি বা তাপ ধরে বিভিন্ন কার্ভের মাধ্যমে গঠিত যে লেখচিত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন অবস্থায় বা বিভিন্ন ফেজে হিমায়কের তাপগতীয় গুণাবলিগুলো সূক্ষ্মভাবে পড়া যায় এবং হিমায়ন যন্ত্রের কার্যকারিতা বা (Performance) তুলনা করা যায় তাকে P-H ডায়াগ্রাম বা প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম (Pressure enthalpy-diagram) বলে। 'এন্ট্রপি' (Entropy) শব্দটির আক্ষরিক অর্থ রূপান্তর (Transformation)। সর্বপ্রথম ক্লসিয়াস (Claussious) এন্ট্রপি বিষয়ক ধারণাটি উপস্থাপন করেন, বর্তমানে যাকে 'S' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

আমরা জানি, সমোষ্ণ পদ্ধতিতে (Constant Temperature Process) বা স্থির তাপমাত্রা অবস্থায় কার্যনির্বাহক বস্তু (Working Substance) বা গ্যাসের তাপমাত্রার কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু উহাকে প্রসারিত (Expension) বা সংনমিত করলে উহার চাপ ও আয়তন (Pressure & Volume) পরিবর্তিত হয়। অনুরূপভাবে অ্যাডিয়াবেটিক (adiabatic) বা রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় কার্যনির্বাহক বস্তুকে সংনমিত বা প্রসারিত বা এক্সপানশন করলে উহার তাপ ও তাপমাত্রা (Heat & Temperature) উভয়ই পরিবর্তিত হয়। তাপগতি বিজ্ঞানের ২য় সূত্রের (2nd Law) বিশ্লেষণ ও প্রয়োগের প্রস্তাবনা করতে গিয়ে ক্লসিয়াস অনুভব করেন যে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় নিশ্চয়ই কার্যনির্বাহক বস্তুর তাপীয় কোন ধর্ম অপরিবর্তিত থাকে। তিনি এই তাপীয় ধর্মের নাম দেন এন্ট্রপি (Entropy)। এন্ট্রপি কার্যনির্বাহক বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে বাড়ে বা বৃদ্ধি পায় এবং তাপ অপসারিত করলে কমে বা হ্রাস পায়। সুতরাং কার্যনির্বাহক বস্তুর (Working Substance) এন্ট্রপি বলতে আমরা এমন এক তাপীয় প্রাকৃতিক রাশিকে বুঝি, যা বস্তুর রুদ্ধতাপ (adiabatic) প্রক্রিয়ার সময় সর্বদা স্থির থাকে এবং বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে বাড়ে এবং তাপ অপসারিত করলে কমে। অল্প তাপমাত্রা পরিসরে, এন্ট্রপি (Entropy) বৃদ্ধি বা হ্রাসের পরিমাণকে পরম তাপমাত্রা (Absolute temperature) দ্বারা গুণ করলে কার্যনির্বাহক বস্তু কর্তৃক গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাণ পাওয়া যায়।

যদি T°K স্থির পরম তাপমাত্রায় কোন প্রবাহীর কিছু সময় ব্যবধানে dQ পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে। যদি dS ঐ সময়ের এন্ট্রপি পরিবর্তন নির্দেশ করে তবে, $dS = \frac{dQ}{T}$ বা $dQ = T.dS$

এখানে, dQ = কার্য নির্বাহক বস্তু কর্তৃক গৃহীত বা বর্জিত তাপ Kcal.

T = বস্তুটির পরম তাপমাত্রা, °K

dS = এন্ট্রপির হ্রাস বা বৃদ্ধি।

কার্যনির্বাহক বস্তুর অন্তর্নিহিত এন্ট্রপি পরিমাপ করা যায় না, তবে তাত্ত্বিকভাবে পরমশূন্য (Absolute Zero) তাপমাত্রায় কার্যনির্বাহক বস্তুর এন্ট্রপি শূন্য হয়। বিজ্ঞানী ও প্রকৌশলীগণেরা রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার সমস্যা সমাধানে এন্ট্রপির এ ধারণা (Concept) কে ব্যবহার করেন।

এন্ট্রপির একক (Unit of Entropy) হল Kcal/°K। যেহেতু এন্ট্রপির সংজ্ঞা হতে পাই $dS = \frac{dQ}{T}$.

অর্থাৎ এন্ট্রপির পরিবর্তন = $\frac{\text{বস্তু কর্তৃক গৃহীত বা বর্জিত তাপ}}{\text{পরম তাপমাত্রা}}$

$\therefore dS = \frac{Kcal}{°K}$

$\therefore dS = Kcal/°K$

অনেক সময় এই এন্ট্রপিকে কার্যনির্বাহক বস্তুর একক ভরের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। আপেক্ষিক এন্ট্রপির একক হল Kcal/kg°K। অনেক সময় আবার এন্ট্রপির সুনির্দিষ্ট একক না লিখে সংখ্যার শেষে শুধুমাত্র একক এন্ট্রপি বা Unit of entropy দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

P-H ডায়াগ্রাম বুঝতে হলে নিম্নোক্ত টার্ম (term) বা শব্দগুলো সম্বন্ধে অবগত হতে হবে।

১। সম্পৃক্ত তাপমাত্রা (Saturation temperature)
২। সম্পৃক্ত চাপ (Saturation pressure)
৩। সম্পৃক্ত তরল (Saturation liquid)
৪। সম্পৃক্ত বাষ্প (Saturation vapor)
৫। অর্ধ-শীতল তরল (Sub-cooled liquid)
৬। অতি উত্তপ্ত বাষ্প (Superheated vapor)
৭। সম্পৃক্ত তরল এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা বা কার্ভ (Saturation liquid and saturation steam curve)
৮। সংকট বিন্দু (Critical point)
৯। সংকট তাপমাত্রা (Critical temperature)
১০। সংকট চাপ (Critical pressure)
১১। সংকট আয়তন (Critical volume)

১। সম্পৃক্ত তাপমাত্রা (Saturation temperature) ঃ কঠিন পদার্থের তরলায়ন, তরলায়নের বাষ্পায়ন এবং বাষ্পের ঘনীভবন তাপমাত্রাকে উহার সম্পৃক্ত তাপমাত্রা (Saturation temperature) বলে।

২। সম্পৃক্ত চাপ (Saturation pressure) ঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় যে চাপে তরল বাষ্পে পরিণত হয় অথবা বাষ্প তরলে পরিণত হয়, তাকে সম্পৃক্ত চাপ বলে।

৩। সম্পৃক্ত তরল (Saturation liquid) ঃ কোন তরলের তাপমাত্রা ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি করতে করতে এমন এক মাত্রায় আসে যে উহার পর আর অতিরিক্ত তাপ প্রয়োগ করলে ঐ তরলের কিয়দংশ বাষ্পীভূত হতে শুরু করে। তখন ঐ তরলকে সম্পৃক্ত তরল (Saturation liquid) বলে। ঐ অবস্থায় তরলের তাপমাত্রাকে সম্পৃক্ত তাপমাত্রা বলে।

৪। সম্পৃক্ত বাষ্প (Saturation vapor) ঃ সম্পৃক্ত বাষ্পে যখন তরলের কোন রেশ না থাকে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প (Saturation vapor) বলে।

৫। অর্ধ-শীতল তরল (Sub-cooled liquid) ঃ যদি কোন তরলের তাপমাত্রা (Temperature) তার সম্পৃক্ত তাপমাত্রার নিচে থাকে তবে তরল পদার্থের ঐ অবস্থাকে অর্ধ-শীতল (Sub-cooled liquid) তরল বলে।

৬। আর্দ্র সম্পৃক্ত বাষ্প (Wet saturated vapor) ঃ সম্পৃক্ত বাষ্পে তরলের রেশ থাকলে তাকে আর্দ্র সম্পৃক্ত বাষ্প (Wet saturated vapor) বলে।

৭। **অতি উত্তপ্ত বাষ্প (Superheated vapor) ঃ** কোন বাষ্পের তাপমাত্রা (Temperature) তার সম্পৃক্ত তাপমাত্রার উর্ধ্বে থাকলে তাকে সুপার হিটেড বাষ্প বা অতি উত্তপ্ত বাষ্প (Superheated vapor) বলে।

৮। **সংকট বিন্দু (Critical point) ঃ** লেখচিত্রের চূড়ার দিকে সম্পৃক্ত তরল রেখা এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা যে বিন্দুতে মিলিত হয়, তাকে সংকট বিন্দু (Critical point) বলে। অর্থাৎ নির্দিষ্ট কোনো ডেটাম থেকে ক্রমশ চাপ প্রয়োগে কোনো তরল বা হিমায়কের বাষ্পায়ন ঘটিয়ে (Phase change) বাষ্পায়ন আরম্ভ বিন্দু এবং বাষ্পায়ন শেষের বিন্দুগুলো P-H (চাপ-এনথালপি) অথবা P-V (চাপ-আয়তন) অথবা T-S (তাপমাত্রা-এন্ট্রপি) লেখচিত্রে প্লট করে মান বসিয়ে বাষ্প আরম্ভের বিন্দুগুলো যোগ করলে সম্পৃক্ত তরল রেখা এবং বাষ্পায়ন শেষের বিন্দুগুলো যোগ করলে সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা পাওয়া যায়।

৯। **সংকট তাপমাত্রা (Critical temperature) ঃ** সংকট বিন্দুতে প্রবাহী বা ফ্লুইডির তাপমাত্রাকে সংকট তাপমাত্রা (Critical temperature) বলে। পানির সংকট তাপমাত্রা $T_C = 647.3°K$।

১০। **সংকট চাপ (Critical pressure) ঃ** সংকট বিন্দুতে প্রবাহীর (Fluid) চাপকে সংকট চাপ (Critical pressure) বলে। পানির সংকট চাপ $P_c = 221.2$ bar বা 225 kg/cm^2। অন্যভাবে বলা যেতে পারে– কোন গ্যাসের সংকট তাপমাত্রায় যে চাপ প্রয়োগ করে একে তরলে পরিণত করা হয় তাকে ঐ গ্যাসের সংকট চাপ বলে।

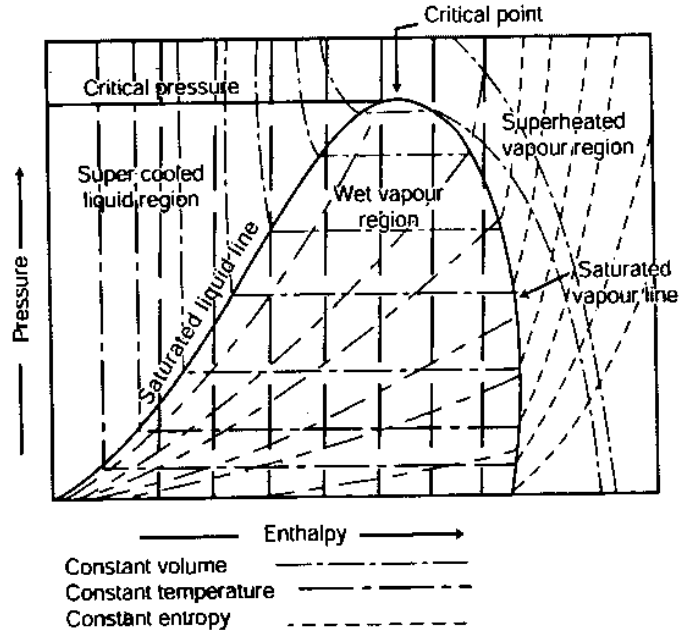
১১। **সংকট আয়তন (Critical volume) ঃ** সংকট তাপমাত্রা এবং সংকট চাপে একক ভরের প্রবাহীর আয়তনকে সংকট আয়তন (Critical volume) বলে। যেমন– পানির সংকট আয়তন $V_c = 0.00317$ m^3/kg কার্বন ডাই-অক্সাইডের সংকট আয়তন $V_c = 2.17$ cm^3/gm.

১২। **সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ (Saturation vapor curve) ঃ** P-H (চাপ-এনথালপি) বা অনুরূপ অন্য কোন লেখচিত্রে যে রেখা তরল বাষ্পের মিশ্রণকে অতি উত্তপ্ত বাষ্প থেকে পৃথক করে, তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ বলে।

১৩। **সম্পৃক্ত তরল রেখা (Saturated liquid line) ঃ** কোন তরল বা হিমায়কের বিভিন্ন চাপে বাষ্পায়ন ঘটিয়ে বাষ্পায়ন আরম্ভ বিন্দু এবং বাষ্পায়নের শেষের বিন্দুগুলো P-V অথবা P-H লেখচিত্রে প্লট করে বাষ্পায়ন শুরুর বিন্দুগুলো যোগ করে দিলে যে বক্র রেখা বা কার্ভ পাওয়া যায়, তাকে সম্পৃক্ত তরল রেখা (Saturated liquid line) বলে।

১৪। **সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা বা কার্ভ (Staturation steam curve) ঃ** বাষ্পায়ন শেষের বিন্দুগুলো যোগ করে যে রেখা পাওয়া যায় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা বা কার্ভ বলে।

১.২ একটি আদর্শ প্রেসার এনথালপি এবং তাপমাত্রা এন্ট্রপি চার্ট অঙ্কন (Draw a typical P-H. & T-S diagram) ঃ



চিত্র ঃ ১.১ প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম

P-H ডায়াগ্রাম বা প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামে বাম প্রান্তের ও ডান প্রান্তের উল্লম্ব রেখা থেকে রেফ্রিজারেন্ট বা হিমায়কের (Refrigerant) চাপ (Pressure) সরাসরি পাওয়া যায়। উপরের ও নীচের অনুভূমিক বা হরিজন্টাল রেখা থেকে প্রতি কেজি (1 kg) রেফ্রিজারেন্টের এনথালপির মান (enthalpy) সরাসরি পাওয়া যায়।

P-H ডায়াগ্রাম প্রধানত ৩টি অঞ্চল নিয়ে গঠিত হয়। যথা–

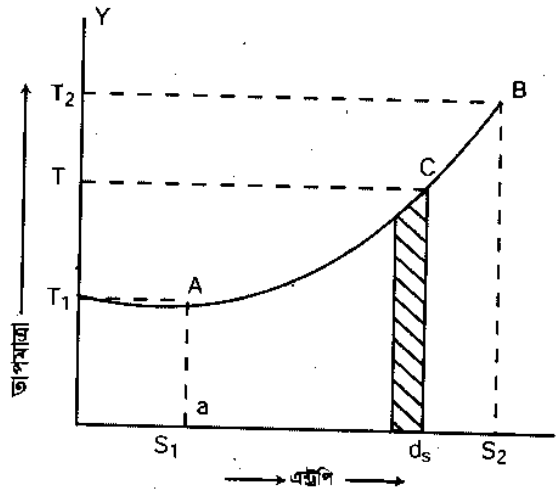
১। অতি উত্তপ্ত বা সুপার হিটেড অঞ্চল (Superheated region)

২। অর্ধ-শীতল অঞ্চল (Sub-cooled region)

৩। ফেজ পরিবর্তনের অঞ্চল (Region of phase change)

উপরোক্ত চিত্র হতে দেখা যায় যে, সম্পৃক্ত তরল রেখা এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা পরস্পরকে পৃথক করেছে। সম্পৃক্ত তরল রেখার বাম পাশের অঞ্চলকে অর্ধ-শীতল বা সাবকুল্ড অঞ্চল বলে। এ অঞ্চলে হিমায়ক তরল অবস্থায় সম্পৃক্ত তাপমাত্রার চেয়ে শীতল থাকে। অপর দিকে সম্পৃক্ত বাষ্প রেখার বা সুপার হিটেড লাইনের ডান দিকের অঞ্চলকে অতি উত্তপ্ত অঞ্চল বলে। এ অঞ্চলে রেফ্রিজারেন্ট অতি উত্তপ্ত বাষ্প অবস্থায় থাকে। সম্পৃক্ত তরল রেখা ও সম্পৃক্ত বাষ্প রেখার মধ্যবর্তী অঞ্চলের যে কোন বিন্দুতে হিমায়কের তরল এবং বাষ্প ফেজের পরিবর্তন এ অঞ্চলের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয় বলে একে ফেজ পরিবর্তন অঞ্চল (Region of phase change) বলে। কোন নির্দিষ্ট চাপের বা স্থির চাপের (CP) সাপেক্ষে সম্পৃক্ত তরল রেখা থেকে ডান দিকের সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা পর্যন্ত হিমায়কের বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ বা Latent heat নির্দেশ করে এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা থেকে বাঁ দিকের সম্পৃক্ত তরল রেখা পর্যন্ত হিমায়কের ঘনীভবনের সুপ্ততাপ নির্দেশ করে।

T-S বা তাপমাত্রা এন্ট্রপি ডায়াগ্রাম হতে–



চিত্র ঃ ১.২ T-S ডায়াগ্রাম

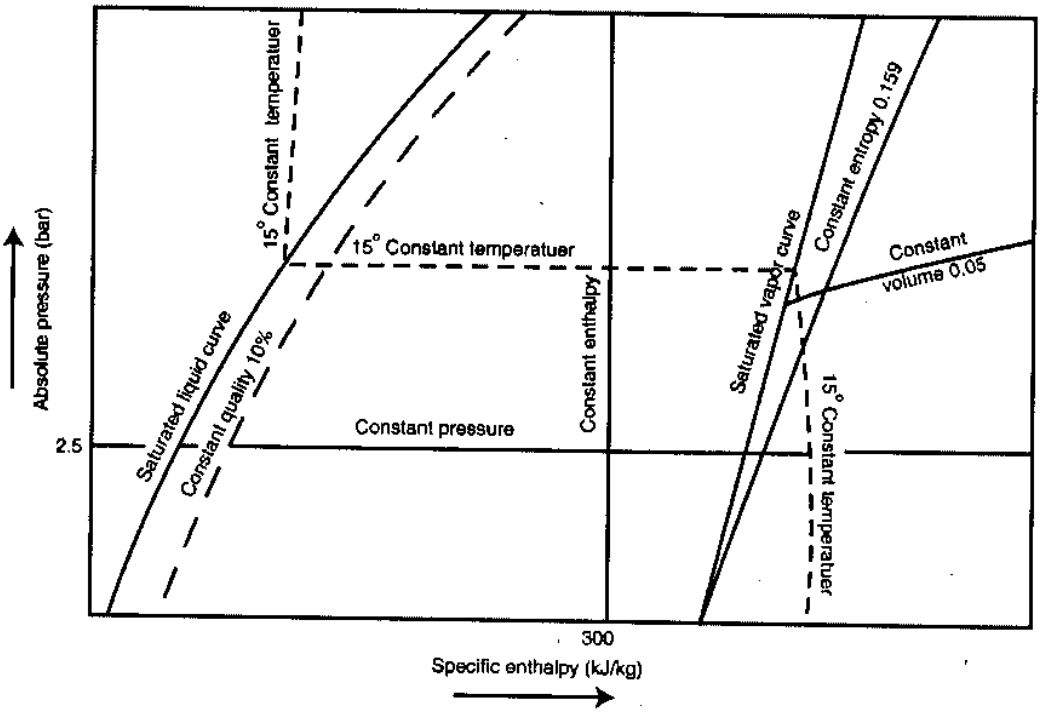
T-S ডায়াগ্রাম X-অক্ষ বরাবর এন্ট্রপি এবং Y-অক্ষ বরাবর পরম তাপমাত্রা প্রকাশ করে যা উপরের চিত্রে দেখানো হয়েছে।

১.৩ প্রেসার এনথালপি এবং তাপমাত্রা এন্ট্রপি চার্টের বিভিন্ন লাইন ও জোনসমূহের বর্ণনা (Describe the different line and zons of P-H & T-S diagram) ঃ

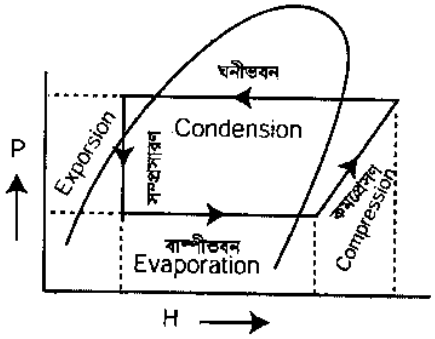
চিত্র ১.৩ এ একটি আদর্শ প্রেসার এনথালপি চার্টে সম্পৃক্ত তরল রেখা (Saturated liquid line) এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা (Saturated vapor line) পরস্পর ক্রিটিক্যাল পয়েন্টে মিলিত হয়েছে। সংম্পৃক্ত তরলের তাপমাত্রা হল সম্পৃক্ত চাপে এটির তাপমাত্রা। সংম্পৃক্ত তরল রেখার বাম পাশের অঞ্চল সাব-কুল্ড (Sub-cooled) ডেপার জোন লিকুইড ও বাষ্প রেখার মধ্যবর্তী অঞ্চল ওয়েট ডেপার জোন এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখার ডান পাশের অঞ্চল সুপারহিটেড ভ্যাপার জোন নিয়ে গঠিত।

প্রেসার এনথালপি চার্ট অসংখ্য রেখা ও কিছু অঞ্চল নিয়ে গঠিত। সকল রেখা সম্বলিত একটি চার্টের দিকে তাকালে বুঝতে একটু কষ্ট হতে পারে, তাই বেশ কয়েকটি খণ্ড চিত্রের মাধ্যমে এ চার্ট বা ডায়াগ্রাম বুঝা চেষ্টা করা যায়।

সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট



চিত্র ঃ ১.৩ প্রেসার এনথালপি চার্টের বিভিন্ন রেখার পরিচিতি



চিত্র ঃ ১.৪ চার্টে হিমায়ন চক্র

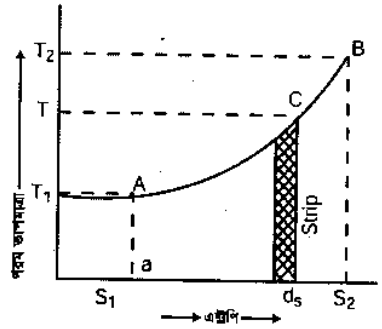
P-H ডায়াগ্রামের উপরের এবং নিচের আনুভূমিক রেখা অর্থাৎ এনথালপি (H) স্কেল হতে প্রতি কেজি হিমায়কের সুপ্ততাপের মান পাওয়া যাবে। P-H ডায়াগ্রাম বা চার্ট হতে হিমায়কের তরল থেকে বাষ্পে রূপান্তর, ক্রমান্বয়ে ডান দিকে এবং বাষ্প থেকে তরলে রূপান্তর, ক্রমান্বয়ে বাম দিকে সংঘটিত হয়।

তরল ও বাষ্পের মিশ্রণের ভিতরে সম্পৃক্ত তরল রেখার কাছাকাছি বিন্দুতে তরলের পরিমাণ বেশি এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখার কাছাকাছি বিন্দুতে বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। সম্পৃক্ত তরল রেখা ও বাষ্প রেখার প্রায় সমান্তরালে উপর হতে নিচ পর্যন্ত সম্প্রসারিত দশটি রেখা দিয়ে বাষ্পের শতকরা (%) হার নির্দেশ করে। এই রেখাগুলোকে কনস্ট্যান্ট কোয়ালিটি লাইন বলে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

এক রেখা হতে অন্য রেখা ১০% বাষ্প বৃদ্ধি বা হ্রাস নির্দেশ করে। সম্পৃক্ত তরল রেখার নিকটে কনস্ট্যান্ট কোয়ালিটি রেখা ১০% বাষ্প এবং ৯০% তরল নির্দেশ করে। P-H চার্টের ভিতরে সম্প্রসারিত আনুভূমিক রেখাগুলোকে সমচাপ (Constant pressure) এবং উল্লম্ব রেখাগুলোকে সম-এনথালপি রেখা বলে। অর্ধ-শীতল অঞ্চলে সমোষ্ণ রেখাগুলো উল্লম্ব অর্থাৎ সম-এনথালপি রেখার সমান্তরালে থাকে।

সম্পৃক্ত তরল রেখা হতে সমোষ্ণ রেখা দিক পরিবর্তন করে।

T-S ডায়াগ্রাম হতে ঃ



চিত্র ঃ ১.৫ T-S ডায়াগ্রাম।

উপরের T-S চিত্র বা ডায়াগ্রাম হতে মনে করি, কোন কার্যনির্বাহক বস্তুতে (Working Substance) তাপ প্রয়োগ এর ফলে উহা A অবস্থান হতে B অবস্থানে পৌঁছায়। এখন AB বক্ররেখার উপর যে কোন বিন্দু C কল্পনা করি। ধরি A বিন্দুতে পরম তাপমাত্রা T°K এবং এই অবস্থানে বস্তুটিতে সামান্য পরিমাণ dQ তাপ প্রয়োগের ফলে উহার এন্ট্রপি (S) dS পরিমাণ বেড়েছে। এক্ষেত্রে এন্ট্রপির সংজ্ঞানুযায়ী আমরা পাই–

প্রয়োগকৃত তাপ = পরম তাপমাত্রা × এন্ট্রপি বৃদ্ধি

অর্থাৎ $dQ = T.\,dS$

এখানে dS কে সূক্ষ্মভাবে টানা রেখাযুক্ত খাড়া স্ট্রিপ (Strip) এর সাহায্যে দেখানো হয়েছে।

সুতরাং AB বক্ররেখার নিচের ক্ষেত্রফল = ক্ষেত্রফল AB ba.

$= \int T.\,dS$

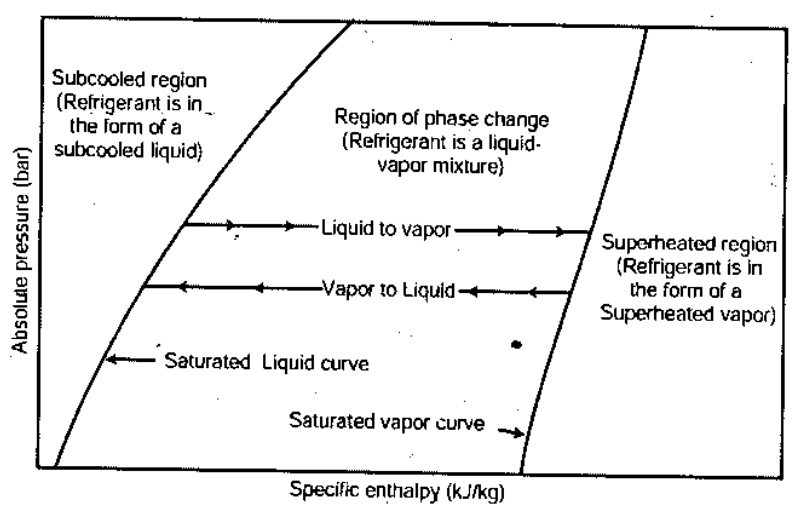
$= \int dQ \quad [\because T.\,dS = dQ]$

= মোট প্রয়োগকৃত তাপ।

A ও B অবস্থানের লিমিট প্রয়োগ করে ইন্টিগ্রেট করলে আমরা পাই,

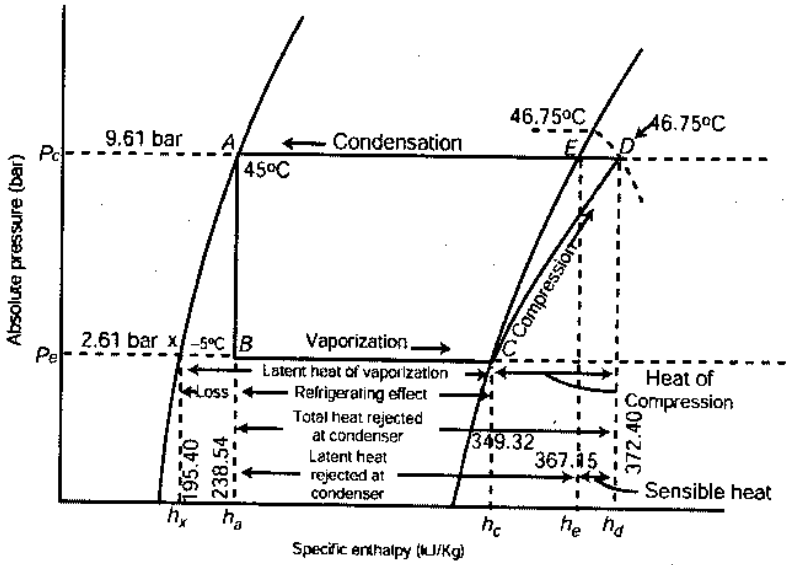
$$\int_{S_1}^{S_2} dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$$

$S_2 - S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$ এটাই হল তাপ ও এন্ট্রপির মধ্যে সম্পর্কযুক্ত সমীকরণ।



চিত্র ঃ ১.৬ প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামে বিভিন্ন এলাকা

১.৪ প্রেসার এনথালপি চার্টে সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র (Represent vapor compression cycle on P-H diagram at different condition) ঃ



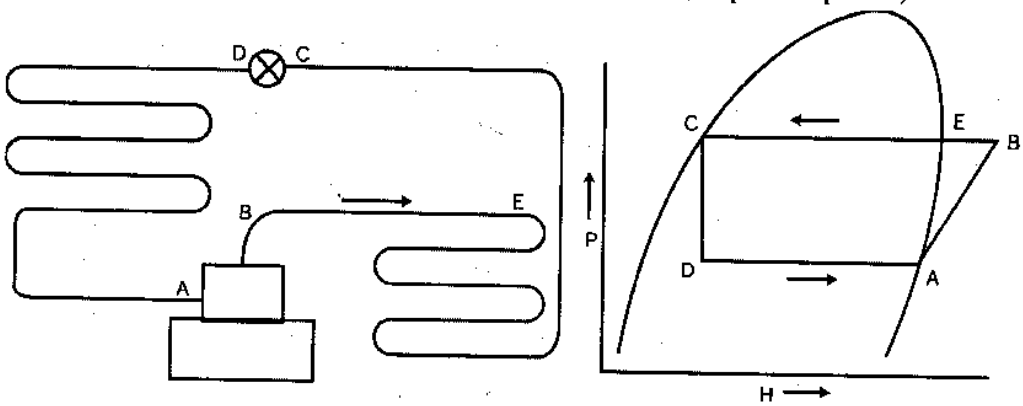
চিত্র ঃ ১.৭ সরল হিমায়ন চক্রের প্রেসার এনাথালপি ডায়াগ্রাম

বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রের কমপ্রেসরে যদি সম্পৃক্ত বাষ্প এবং প্রবাহ নিয়ন্ত্রকে সম্পৃক্ত তরল প্রবেশ করে তাহলে এ ধরনের হিমায়ন চক্রকে সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র বলে। হিমায়ন চক্রের প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলে বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় (Evaporation) লাইনটি সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ (Saturated vapor curve) স্পর্শ করে। তার পরে শুরু হয় সংকোচন প্রক্রিয়া। আবার ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation process) লাইন সম্পৃক্ত তরল কার্ভের C পর্যন্ত সীমিত থাকে। বাষ্পায়ন শেষ হওয়ার পর যদি হিমায়ক কমপ্রেসরে সম্পৃক্ত বাষ্পের পরিবর্তে উত্তপ্ত বাষ্প (Superheated vapor) প্রবেশ করে তাহলে P-H চার্টে বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় লাইন সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ অতিক্রম করে উত্তপ্ত অঞ্চলে কিছুটা অবস্থান নেয়, আবার সম্পৃক্ত তরল যদি পুনঃ ঠাণ্ডা করা হয় (রিসিভার বা হিট এক্সচেঞ্জারের মাধ্যমে) তাহলে ঘনীভবন লাইন সম্পৃক্ত তরল কার্ভ অতিক্রম করে কিছুটা অবশীতল তরল অঞ্চলে অবস্থান নেয়, যাকে সাবকুল্ড লিকুইড সাইকল (Subcooled liquid cycle) বলে।

বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র মূলত প্রধান চারটি অংশে চারটি থার্মোডিনামিক্স প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়–

১। সংকোচন প্রক্রিয়া (Compression process)। ৩। সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া (Expansion process)।

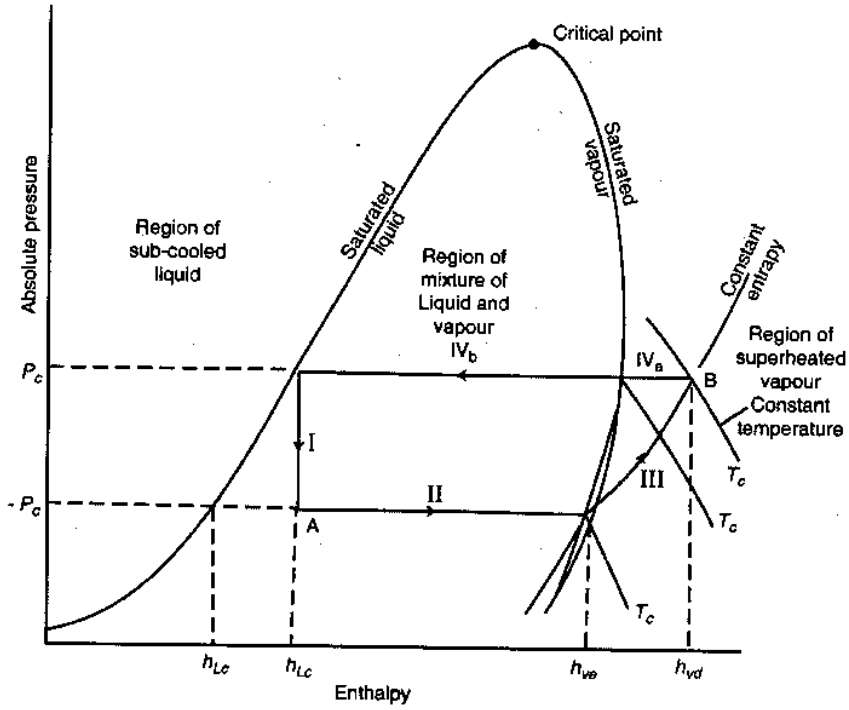
২। ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation process)। ৪। বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া (Evaporation process)।



(ক) (খ)

চিত্র ঃ ১.৮ (ক) সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র (খ) সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্রের P-H ডায়াগ্রাম

প্রক্রিয়া ঃ DA ইভাপোরেটরে বাষ্পায়ন; AB কমপ্রেসরে সংকোচন; BC কন্ডেন্সারে ঘনীভবন; CD প্রবাহ নিয়ন্ত্রকে সম্প্রসারণ।



চিত্র ঃ ১.৯ বিভিন্ন অঞ্চলসহ সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র

(ক) বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া (Evaporation process) ঃ ইভাপোরেটরে তরল হিমায়ক ধ্রুব চাপে বাষ্পীভূত হয়। প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামে এ সম্প্রসারণ ১ বিন্দু থেকে ২ বিন্দু পর্যন্ত নির্দেশ করে। ইভাপোরেটরে তরল হিমায়ক বাষ্পীভূত হওয়ার সময় আশপাশ থেকে প্রচুর তাপ গ্রহণ করে, ফলে এনথালপি বৃদ্ধি পায়। সম্পূর্ণ বাষ্পীয় অবস্থায় সম্পৃক্ত বাষ্প কমপ্রেসরে প্রবেশ করে।

(খ) সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া (Expansion process) ঃ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্রের এক্সপানশন ভালভে সম্পৃক্ত তরল প্রবেশ করে ঘনীভবন শেষ হওয়ার পর ৪ বিন্দু হতে সম্প্রসারণ শুরু হয়। এ সম্প্রসারণ ঘনীভবন চাপ থেকে সরাসরি নিচের দিকে বাষ্পীভবন চাপ ১ বিন্দু পর্যন্ত চলতে থাকে। সম্প্রসারণের সময় হিমায়ক তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে না। প্রসারণকালে হিমায়কের কোন এনথালপির পরিবর্তন ঘটে না বিধায় এ প্রক্রিয়াকে অ্যাডিয়াবেটিক সম্প্রসারণ (Adiabatic expansion) বলে। সুতরাং সম্প্রসারণ লাইনটি ঘনীভবন চাপ থেকে সোজা ধ্রুব এনথালপি অনুসরণ করে বাষ্পীভবন চাপের সাথে মিলিত হয়।

(গ) ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation process) ঃ কন্ডেন্সারে ধ্রুব চাপে বাষ্পীয় হিমায়ক ঘনীভূত হয়ে কমপ্রেসর থেকে নির্গত উচ্চ চাপের উত্তপ্ত বাষ্পীয় হিমায়ক কন্ডেন্সারে ৩ বিন্দুতে প্রবেশ করে। ঘনীভবন ধ্রুব চাপে সংঘটিত হয় বিধায় এ প্রক্রিয়াকে P-H চার্টে ধ্রুব চাপের রেখা বরাবর ৩–৪ অঙ্কন করা হয়।

(ঘ) সংকোচন প্রক্রিয়া (Compression process) ঃ সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্রের সংকোচন প্রক্রিয়া প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামে ২–৩ রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে। এ কমপ্রেশন পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত বাষ্পের চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে। হিমায়কের চাপ বাষ্পীভবন (Evaporation) চাপ থেকে ঘনীভবন চাপে উন্নীত করা হয়। এ পদ্ধতি থার্মোডিনামিক্সে আইসেনট্রপিক (Isentropic) পদ্ধতি বলে।

৪ বিন্দুতে যে এন্ট্রপি (Entropy) থাকে ১ বিন্দুতেও একই এন্ট্রপি থাকে। সেজন্য সংকোচন প্রক্রিয়া P-H ডায়াগ্রামে ধ্রুব এন্ট্রপি (Constant entropy) লাইন অনুসরণ করে।

যে চারটি থার্মোডিনামিক প্রক্রিয়া একটি যান্ত্রিক হিমায়ন চক্র সম্পূর্ণ করে সেগুলো হল–

৪–১ = ধ্রুব এনথালপিতে সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া (Expansion at adiabatic process)।

১–২ = ধ্রুব চাপে বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া (Evaporation at isothermal & isobaric)।

২–৩ = ধ্রুব এন্ট্রপিতে সংকোচন প্রক্রিয়া (Compression at constant entropy)।

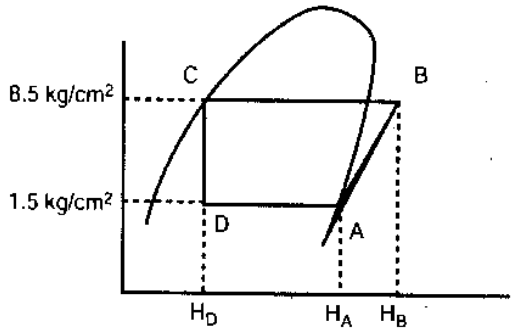
৩–৪ = ধ্রুব চাপে ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation at isobaric)।

১.৫ বাষ্প সংকোচন সাইকেলে রেফ্রিজারেন্টের বিভিন্ন মান প্রেসার এনথালপি চার্টে বের করার নিয়ম (Explain P-H chart to determine different value of refrigerant of vapor compression cycle) ঃ

রেফ্রিজারেন্টের বিভিন্ন মান প্রেশার এনথালপি চার্টে বের করার জন্য প্রথমে ১.৩ এর ব্যাখ্যা অধ্যয়ন করতে হবে। এখানে উদাহরণস্বরূপ একাধিক R-১২ রেফ্রিজারেন্টের P-H চার্টের বিভিন্ন মান বের করার বর্ণনা নিম্নে দেয়া হল–

ধরি, হিমায়ক-12 ব্যবহৃত একটি সরল সম্পৃক্ত শীতল চক্রে বাষ্পীভবন চাপ 1.5 কেজি/বঃসেঃ এবং ঘনীভবন চাপ 8.5 কেজি/বঃসেঃ। এ হিমায়ন চক্রের P-H diagram অঙ্কন করতে হবে।

অঙ্কন ঃ হিমায়ক-12 এর প্রেসার এনথালপি চার্ট নিয়ে প্রথমে বাষ্পীভবন চাপ 1.5 কেজি/বঃসেঃ বরাবর ধ্রুব চাপ রেখার উপর DA রেখা সেচুরিত তরল কার্ভ থেকে সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ পর্যন্ত টানি।



চিত্র ঃ ১.১০ P-h ডায়াগ্রাম

তারপর 8.5 কেজি/বঃসেঃ ঘনীভবন বা কন্ডেন্সিং চাপ বরাবর ধ্রুব চাপ রেখার উপর CB রেখা সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভ থেকে ডান দিকে উত্তপ্ত বাষ্প অঞ্চল পর্যন্ত টানি। বাষ্পীভবন রেখা সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভের A বিন্দুর থেকে ধ্রুব আইসেন্ট্রপিক কমপ্রেশন লাইন উপরের দিকে ঘনীভবন চাপ রেখাকে B বিন্দুতে স্পর্শ করে। ঘনীভবন চাপ রেখা যা সম্পৃক্ত বাষ্প কার্ভের C বিন্দু থেকে ধ্রুব এনথালপি অনুসরণ করে নিচের দিকে টানলে বাষ্পীভবন চাপ রেখার উপর D বিন্দুতে স্পর্শ করে। সুতরাং P-H চার্টে

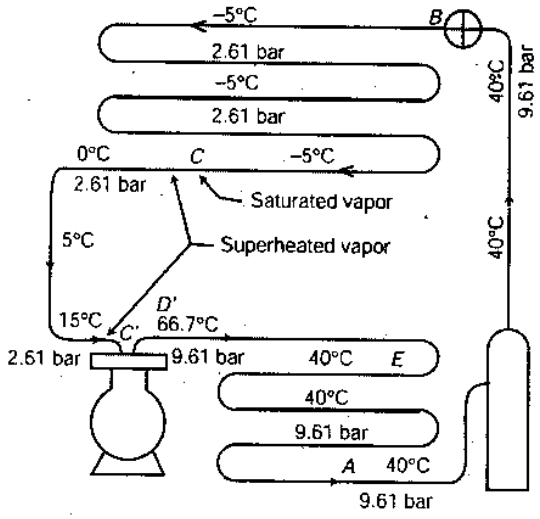
ABCD = সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র।

DA = ইভাপোরেটর কর্তৃক গৃহীত তাপ বা Refrigerating effect (RE)।

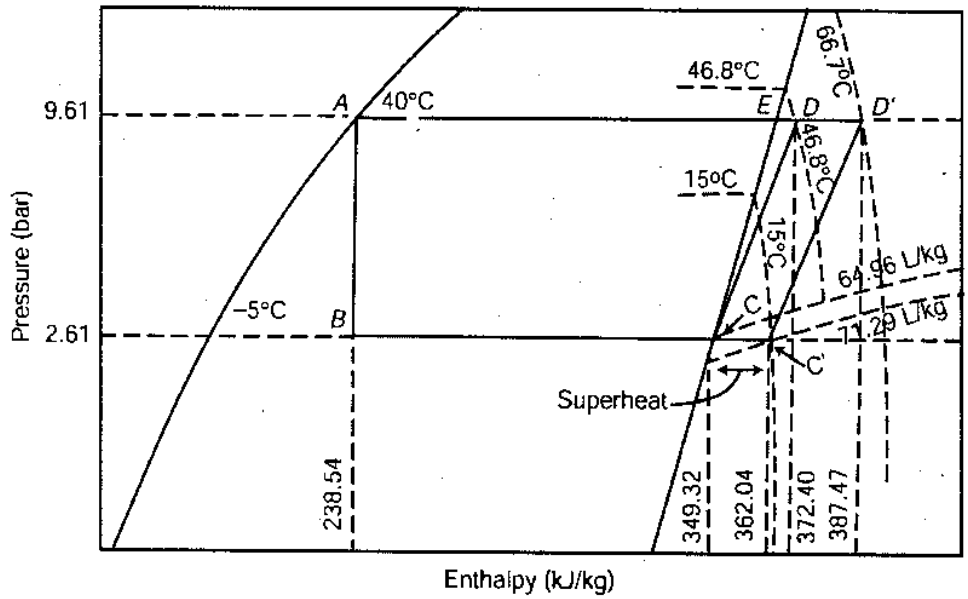
AB = হিট অব কমপ্রেশন বা কমপ্রেসর কর্তৃক কাজ (WD)।

BC = কন্ডেন্সার কর্তৃক বর্জিত তাপ।

CD = সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া বা এক্সপানশন ভালভে প্রেসার ড্রপ।

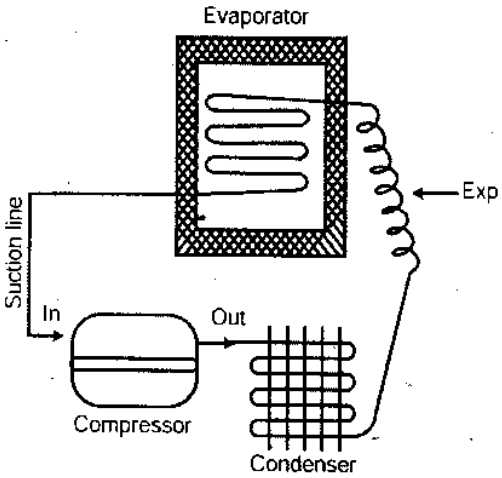


চিত্র ঃ ১.১১ সুপারহিটেড চক্রের প্রবাহ চিত্র

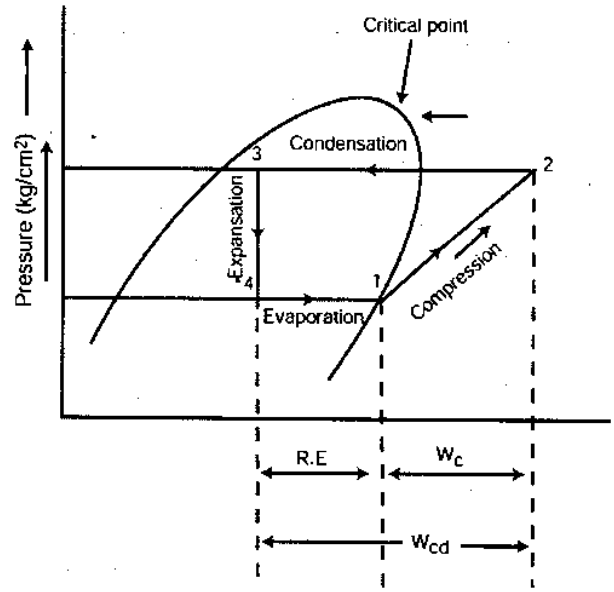


চিত্র ঃ ১.১২ হিমায়ক -১২ এর সরল ও অতি উষ্ণচক্রের প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামের তুলনা

বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির P-H ডায়াগ্রামের বিভিন্ন মানসমূহ হল ঃ



চিত্র ঃ ১.১৩ বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতি



চিত্র ঃ ১.১৪ P-H ডায়াগ্রাম

উপরোক্ত চিত্র দুটি হতে আমরা পাই– বাম দিকের চিত্র বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির এবং ডান দিকের চিত্রটি P-H ডায়াগ্রামে উপস্থাপন।

P-H ডায়াগ্রাম হতে আমরা দেখতে পাই যে, (1–2) কম্প্রেসর কর্তৃক সংকোচন প্রক্রিয়া (Work done by compressor) বা W_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

(2–3) লাইনটি কনডেন্সার কর্তৃক বর্জিত তাপ (Heat rejected by condenser)

(3–4) লাইনটি এক্সপানসেশন বা এক্সপানশন ডিভাইস কর্তৃক কৃতকাজ (Work done by expansation device)

(4–5) লাইনটি হল ইভাপোরেটর হতে কৃতকাজ (Work done by evaporation) যাকে সংক্ষেপে R.E বা রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট বা কুলিং ডয়েলের ঠান্ডার মাত্রা নির্দেশ করে।

উল্লেখিত ডায়াগ্রাম হতে COP বা কো-ইফিসিয়েন্ট অব-পারফরমেন্স হল ঃ

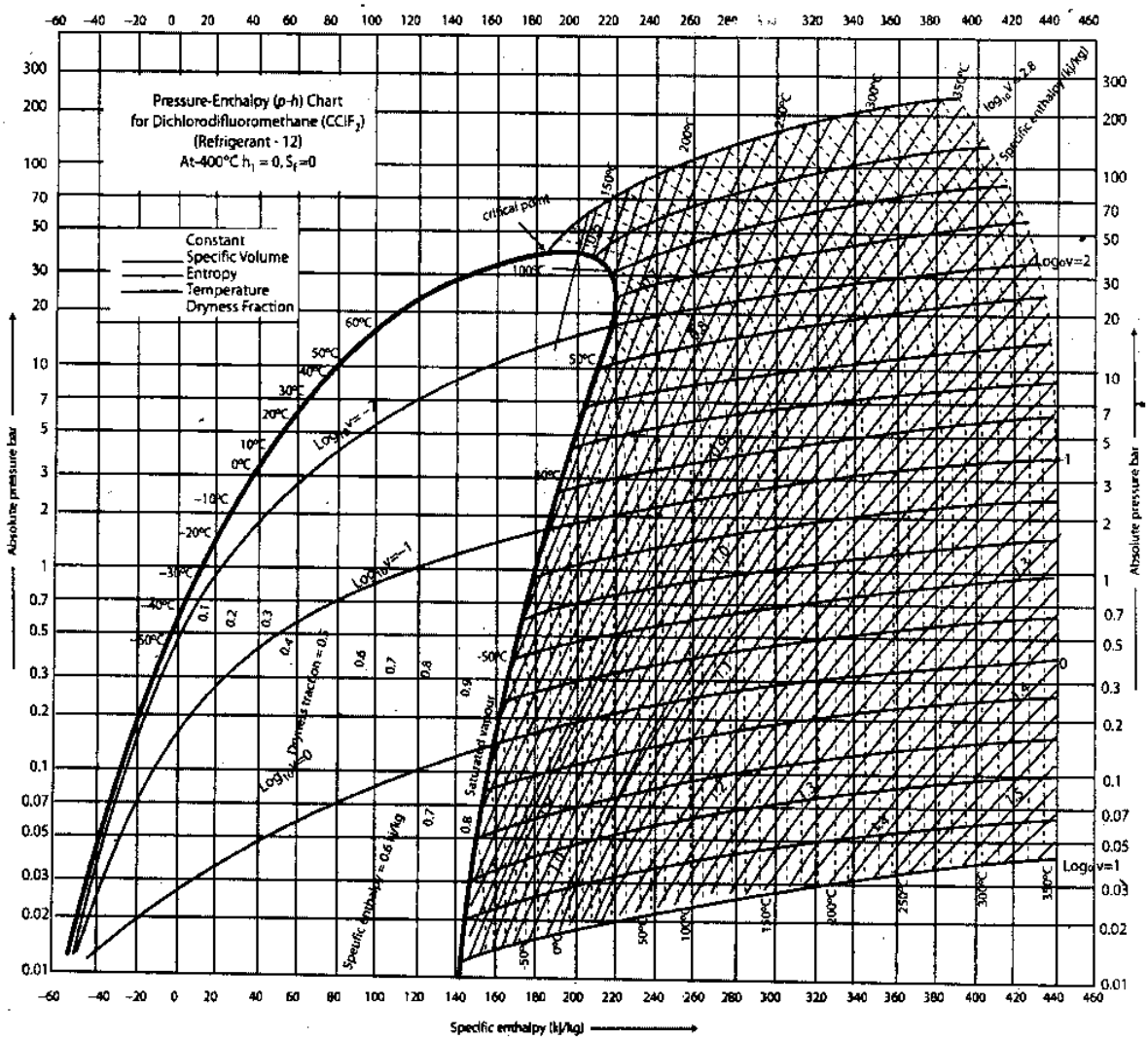
$$COP = \frac{\text{রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট}}{\text{কম্প্রেসরে হিমায়ক কর্তৃক সম্পাদিত কাজ}}$$

$$= \frac{\text{Refrigerating effect}}{\text{Work done by compressor}}$$

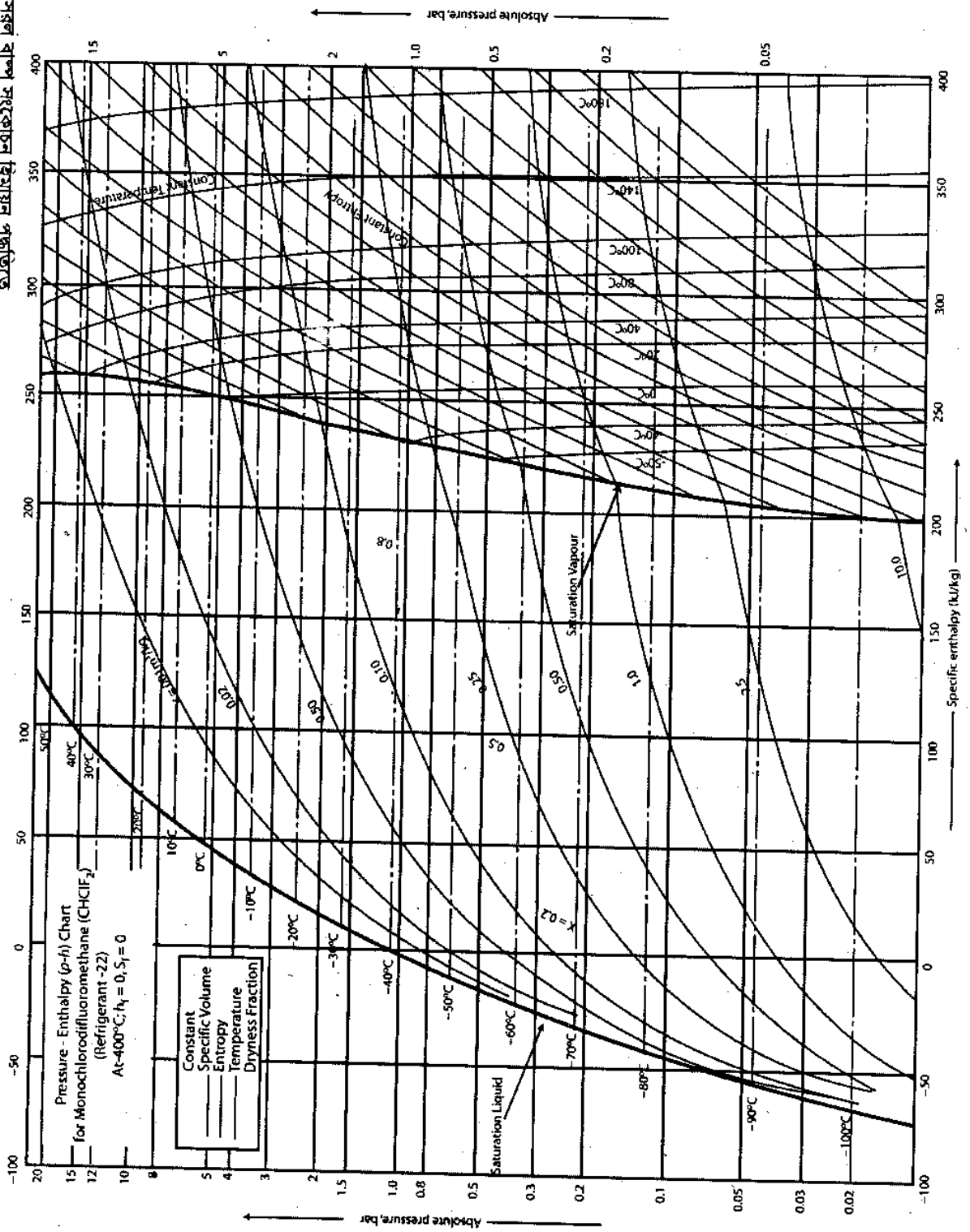
$$COP = \frac{R.E}{W_C}$$

$\therefore COP = \frac{q_c}{q_w}$ দ্বারাও প্রকাশ করা যায়।

উক্ত P-H ডায়াগ্রাম হতে কনডেন্সার কর্তৃক বর্জিত তাপের মানও নির্ণয় করা যায়।

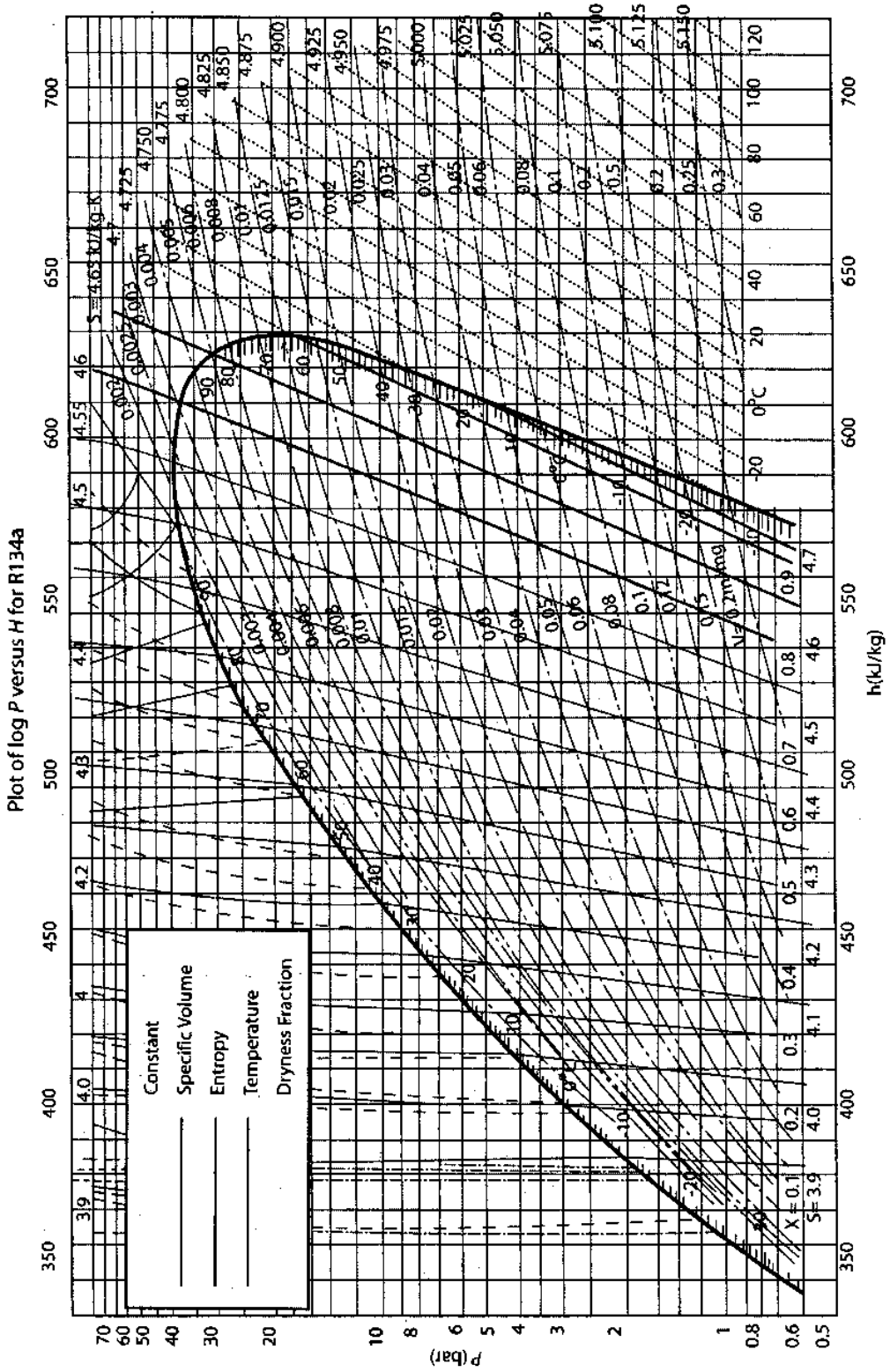


চিত্র ঃ হিমায়ক-১২ প্রেসার এনথালপি (P-H) চার্ট



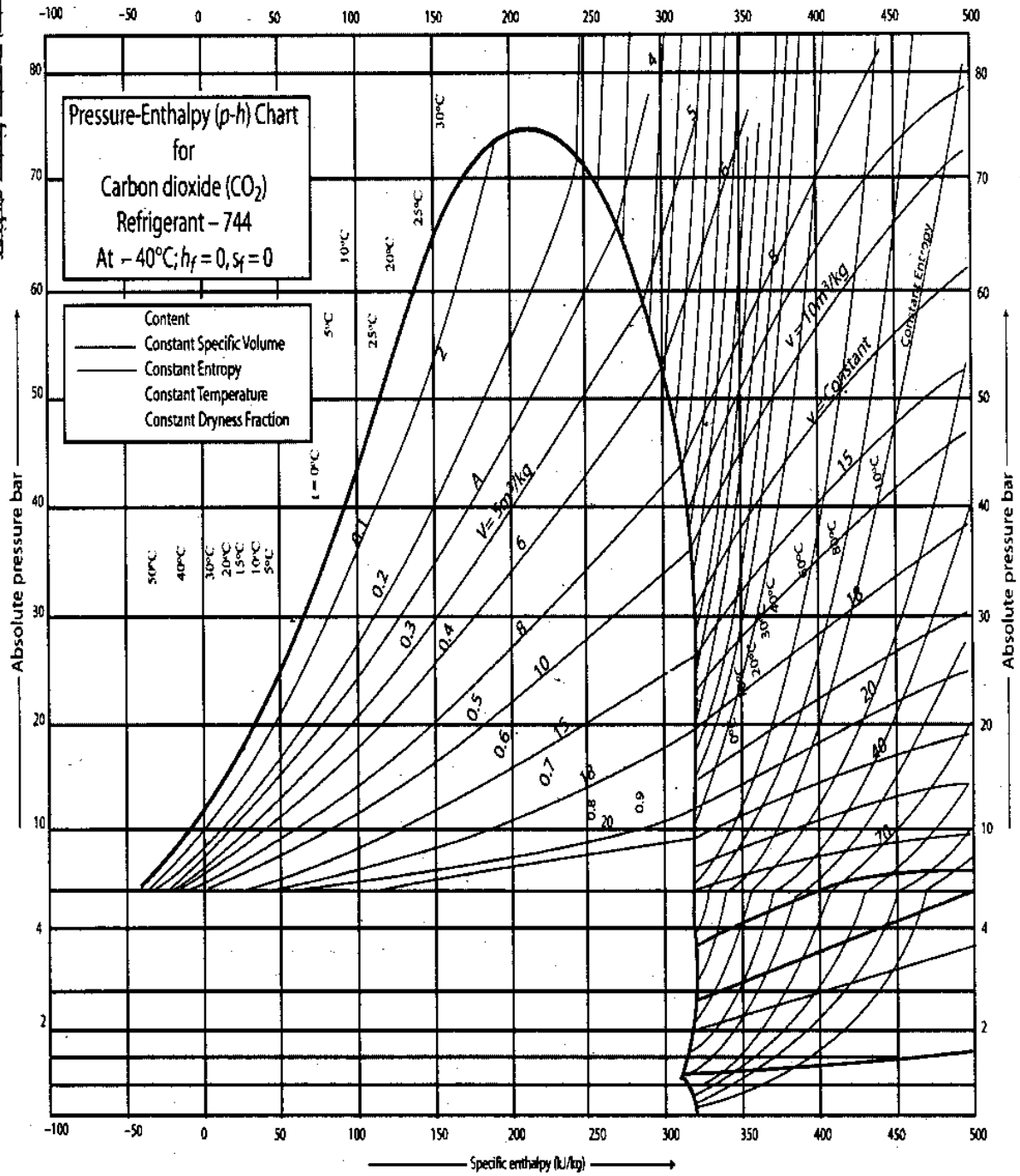
চিত্র ঃ ১.১৬ হিমায়ক-২২ প্রেসার এনথালপি (P-H) চার্ট

সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট



চিত্র ঃ ১.১৭ হিমায়ক-১৩৪-a প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম

সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট

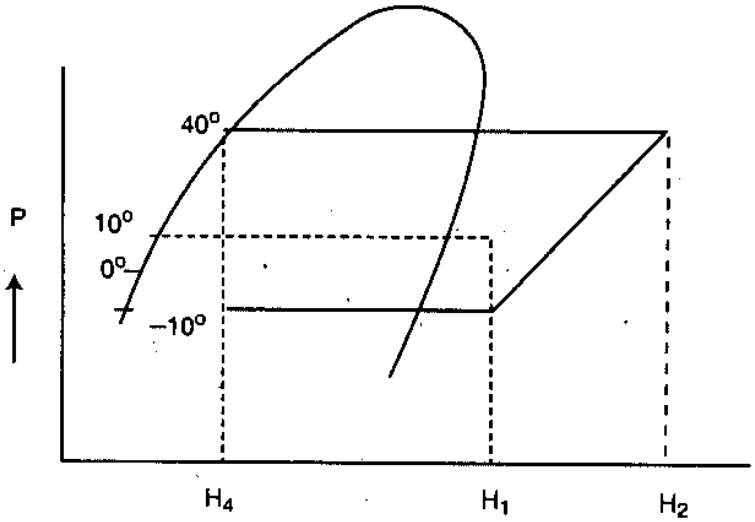


চিত্র ঃ ১.১৮ হিমায়ক-৭৪৪, প্রেসার এনথালপি (P-H) ডায়াগ্রাম

১.৬ বিভিন্ন অবস্থানে এবং হিমায়কে P-H চার্টের মাধ্যমে সমস্যাবলি (Solved Problem with P-H Chart of different refrigeration at various condition) ঃ

উদাহরণ-১.১ । 134a হিমায়ক ব্যবহৃত একটি শীতকের বাষ্পীভবন তাপমাত্রা (-10)° সেঃ এবং ঘনীভবন তাপমাত্রা 40° সেঃ । সাকশন লাইনে 10° কেলভিন সুপারহিট হলে (a) রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (Refrigerating effect – RE) (b) কমপ্রেসর কর্তৃক কাজ (Work done by the compressor – WD) এবং (c) কো-ইফিশিয়েন্ট অব পারফরম্যান্স (Co-efficient of performance – COP) নির্ণয় কর ।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

40° ঘনীভবন তাপমাত্রা, (–10)° সেঃ বাষ্পীভবন তাপমাত্রা এবং 10° কেলভিন সাকশন সুপারহিটেড প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম অঙ্কন করি । 134a হিমায়কের চার্টে এ ডায়াগ্রাম করা হলে পাওয়া যায়–

$H_1 = 310$ kJ/kg

$H_2 = 350$ kJ/kg

$H_3 = H_4 = 160$ kJ/kg

$RE = H_1 - H_4$

$= 310 - 160$ kJ/kg

$\therefore RE = 150$ kJ/kg (উত্তর)

$WD = H_2 - H_1$

$= 350 - 310$ kJ/kg

$\therefore WD = 40$ kJ/kg (উঃ)

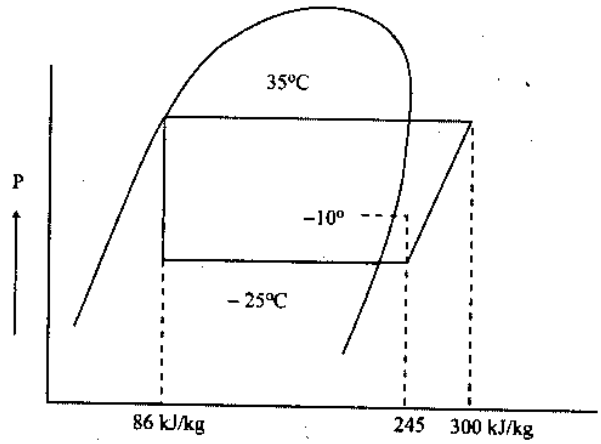
$$COP = \frac{RE}{WD}$$

$$= \frac{150}{40}$$

$\therefore COP = 3.75$ **(উত্তর)**

উদাহরণ-১.২। হিমায়ক-২২ ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রের বাষ্পীভবন তাপমাত্রা (–25)° সেঃ এবং ঘনীভবন তাপমাত্রা 35° সেঃ। সাকশন সুপারহিট 7° কেলভিন হলে চক্রটি P-H চার্টে অঙ্কন কর এবং RE, WD এবং COP নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ হিমায়ক-২২ এর P-H চার্ট

চার্ট থেকে আমরা পাই,

$H_1 = 245$

$H_2 = 300$ kJ/kg

$H_3 = H_4 = 86$ kJ/kg

$RE = H_1 - H_2$

$= 245 - 86$

$\therefore RE = 159$ kJ/kg (উঃ)

$WD = H_2 - H_1$

$= 300 - 245$

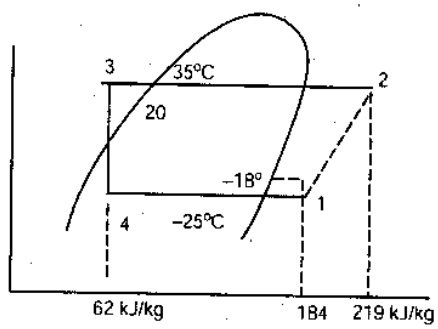
$\therefore WD = 55$ kJ/kg (উত্তর)

$$COP = \frac{RE}{WD} = \frac{159}{55}$$

$\therefore COP = 2.89$ (উত্তর)

উদাহরণ-১.৩। হিমায়ক-502 ব্যবহৃত একটি হিমায়ক চক্রের ঘনীভবন তাপমাত্রা 35° সেঃ এবং বাষ্পীভবন তাপমাত্রা (– 25)° সেঃ। কমপ্রেসরের সাকশনের সম্পৃক্ত হিমায়কের পরিবর্তে 7° সেঃ উত্তপ্ত (সুপারহিট) বাষ্প প্রবেশ করে এবং তরল হিমায়ককে 15° পর্যন্ত অবশীতল করা হলে প্লান্টের (ক) RE (খ) WD এবং (গ) COP নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ পি-এইচ ডায়াগ্রাম

$H_1 = 184$ kJ/kg
$H_2 = 219$ kJ/kg
$H_3 = H_4 = 62$ kJ/kg

(ক) $RE = H_1 - H_4$
$= 184 - 62$
$\therefore RE = 122$ kJ/kg (উঃ)

(খ) $WD = H_2 - H_1$
$= 219 - 184$
$\therefore WD = 35$ kJ/kg (উঃ)

(গ) $COP = \frac{122}{35}$

$\therefore COP = 3.486$ (উঃ)

হিমায়কের প্রবাহ নির্ণয় (Calculation of mass flow of refrigerant) ঃ

মনে করি,

(ক) হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা (Refrigeration duty) kJ/sec অথবা KW।

(খ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমাণ (Mass flow of refrigerant) kg/Sec এবং

(গ) হিমায়ন প্রভাব বা রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (RE) kJ/kg।

তাহলে হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা (kJ/S অথবা KW) = হিমায়কের প্রবাহের পরিমাণ (kg/Sec) × হিমায়ন প্রভাব (kJ/kg)

$\therefore$ kJ/Sec অথবা $Kw = m \times RE$

উদাহরণ-১.৪। উদাহরণ ১.৩ এর হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা যদি ২.২ কিলোওয়াট হয় তাহলে প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ হিমায়কের প্রবাহের দরকার হবে?

সমাধান ঃ

উদাহরণ ১.৩-এর হিমায়ন প্রভাব বা Refrigerating effect, RE = 122 kJ/kg

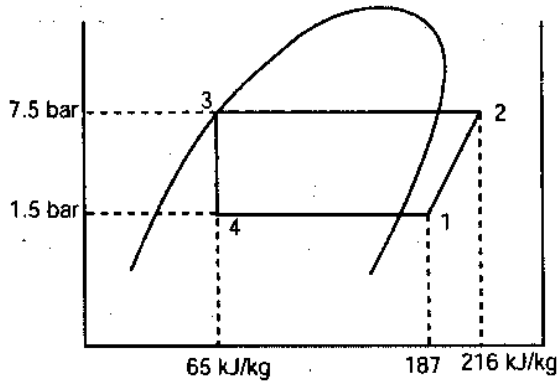
হিমায়ন ক্ষমতা $Kw = m^\circ \times RE$

$\therefore m = \frac{KW}{RE} = \frac{2.2}{122} = 0.018033$ kg/Sec (উত্তর)

উদাহরণ-১.৫ ঃ হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রে 7.5 এবং 1.5 ব্যারোমেট্রিক চাপে যথাক্রমে ঘনীভূত ও বাষ্পীভবন ঘটে। বাষ্পীভূত হিমায়ক (–15)° সেঃ ইভাপোরেটর ত্যাগ করে এবং 30° সেঃ কন্ডেন্সার ত্যাগ করে। হিমায়ন চক্রের ইভাপোরেটরের ক্ষমতা 5 কিলোওয়াট হলে নির্ণয় কর–

(ক) COP এবং (খ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমাণ।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

$\therefore$ (ক) চক্রের COP $= \frac{RE}{WD}$

$= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{1464 - 325}{1635 - 1464}$

$\therefore$ COP $= 6.6608$ (উত্তর)

হিমায়কের প্রবাহ (Mass flow) $= \frac{\text{হিমায়নের ক্ষমতা}}{\text{হিমায়নের প্রভাব}}$

$\therefore m = \frac{KW}{RE} = \frac{175}{1135} = 0.1536$ kg/Sec.

(খ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা $= m \times WD$

$= 0.1536 \times (H_2 - H_1)$

$= 0.1536 \times (1635 - 1464)$

$= 0.1536 \times 171$

$\therefore$ কম্প্রেসরের ক্ষমতা $= 26.366$ KW (উঃ)

(গ) ঘনীভবন ক্ষমতা (Condensing capacity) $= m \times (H_2 - H_3)$

$= 0.154\ (1635 - 325)$

$\therefore$ ঘনীভবন ক্ষমতা $= 201.3656$ KW (উঃ)

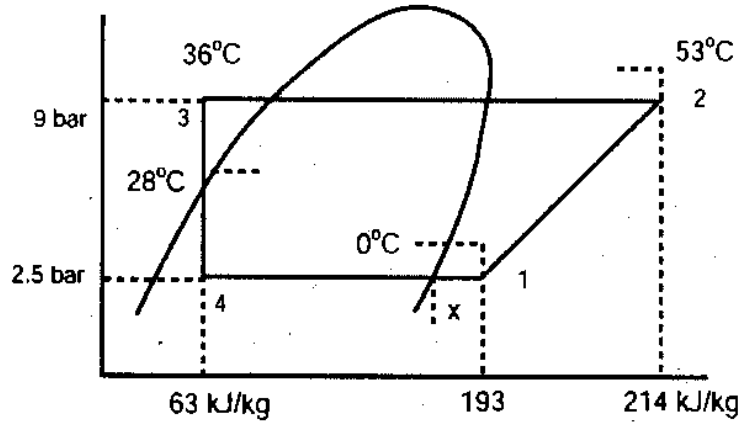
উদাহরণ-১.৭। হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ 0.854 কেজি/সেঃ। প্লান্টের ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন চাপ যথাক্রমে 9.0 এবং 2.5 বার (bar)। মিটারিং ডিভাইসে তরল পৌঁছার পূর্বে 8 ডিগ্রি অবশীতল করা হয় এবং কমপ্রেসরে 0° সেঃ এর হিমায়ক প্রবেশ করে। নির্ণয় কর–

(ক) চক্রের COP।

(খ) কমপ্রেসরের নির্গত গ্যাসের তাপমাত্রা এবং সুপারহিটের পরিমাণ।

(গ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা।

(ঘ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা।



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

সমাধান

চার্ট থেকে আমরা পাই–

$H_1 = 193$ kJ/kg

$H_2 = 214$ kJ/kg

$H_3 = H_4 = 63$ kJ/kg

$\therefore$ (ক) চক্রের $COP = \frac{RE}{WD}$

$= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{193 - 63}{214 - 193}$

$\therefore COP = 6.19$ (উত্তর)

(খ) কমপ্রেসরের নির্গত গ্যাসের তাপমাত্রা

P-H চার্ট থেকে পাই 53° সেঃ (উত্তর)

এবং সুপারহিটের পরিমাণ 53 – 36 = 17°C (উত্তর)

[যেহেতু সেচুরেশন তাপমাত্রা 36°]

(গ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা = m × WD

$= 0.854$ kg/sec × $(H_2 - H_1)$ kJ/kg

$= 0.854 \times (214 - 193)$ KW

কম্প্রেসরের ক্ষমতা = 17.934 কিলোওয়াট (উঃ)

(ঘ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা = (m) × (কন্ডেন্সার কর্তৃক বর্জিত তাপের পরিমাণ)

$= 0.854 \times (H_2 - H_3)$

$= 0.854 \times (214 - 63)$

$\therefore$ কন্ডেন্সারের ক্ষমতা = 128.954 (কিলোওয়াট) (উত্তর)

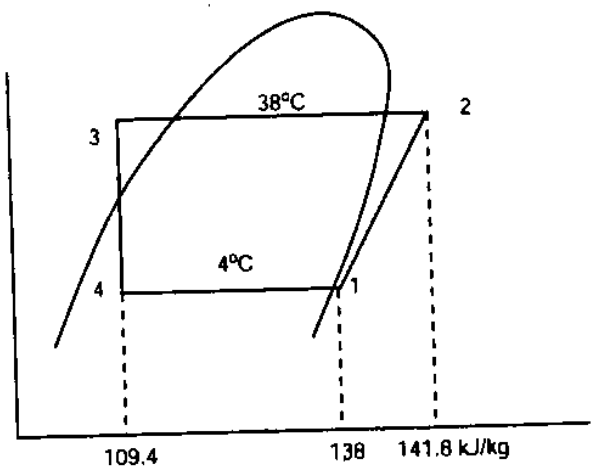
উদাহরণ-১.৮ : ২-সিলিন্ডার বিশিষ্ট একটি সিঙ্গেল এক্টিং 10 cm × 10 cm R-12 কমপ্রেসর ঘূর্ণন প্রতিমিনিটে (RPM) 750। ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন তাপমাত্রা যথাক্রমে 38° সেঃ এবং 40° সেঃ।

(ক) রেফ্রিজারেটরের ক্ষমতা।

(খ) কমপ্রেসর চালাতে প্রয়োজনীয় অশ্বক্ষমতা (HP for the compressor), যদি কমপ্রেসরের আয়তনিক দক্ষতা ৮০ শতাংশ হয়।

(গ) চক্রের COP।

সমাধান



চিত্র : P-H ডায়াগ্রাম

P-H চার্ট থেকে পাওয়া যাবে,

$H_1 = 138$ kJ/kg

$H_2 = 141.8$ kJ/kg

$H_3 = H_4 = 109.4$ kJ/kg

$Vs2 = 0.055\ m^3/kg$

প্রতি মিনিটে সঞ্চালিত গ্যাসের পরিমাণ–

Swept volume by the

$$\text{Compressor/Min} = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{L}{d} \times N \times n \times RPM$$

$$= \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{10}{100}\right)^2 \times \frac{10}{100} \times 0.8 \times 2 \times 750$$

$$= 0.9425\ m^3/Min.$$

প্রবাহিত হিমায়কের ভর $m^\circ = \frac{\text{Swept Volume}}{\text{Specific Volume}} = \frac{m^3/min}{V_{s2}}$

$$= \frac{0.9425}{0.055}$$

$$\therefore m = 17.136\ kg/min.$$

(ক) রেফ্রিজারেটিং ক্ষমতা $= 17.136 \times (H_1 - H_4)$

$= 17.136 \times (138 - 109.4) = 7.85$ HP (উত্তর)

$\therefore$ COP $= 8.1638$ H.P

(খ) কমপ্রেসর চালাতে ক্ষমতা $= \frac{17.136\ (141.8 - 138)}{10.54} = 7.85$ HP (উঃ)

(গ) চক্রের COP $= \frac{RE}{WD}$

$$= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$$

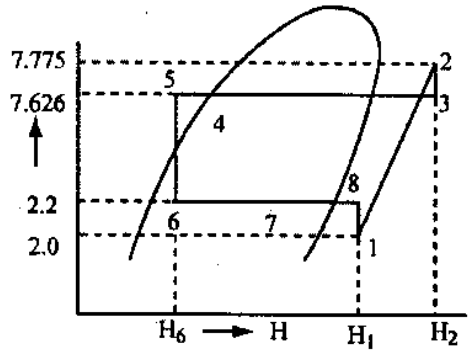
$$\therefore COP = \frac{138 - 109.8}{141.4 - 138} = 7.526 \text{ (উত্তর)}$$

উদাহরণ-১.৯ ঃ হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা ২০ টন যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা (-৪)° সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 30° সেঃ। মিটারিং ডিভাইসে যাওয়ার পূর্বেই হিমায়ককে 5° ডিগ্রি অবশীতল (Sub cooled) করা হয় এবং কমপ্রেসরে যাওয়ার পূর্বে 6° ডিগ্রি উত্তপ্ত হয়। সাকশন 0.1 কেজি/বর্গ সেঃ। চক্রটি অঙ্কন কর ও প্রতিটি ধাপ বর্ণনা কর এবং নির্ণয় কর–

(ক) চক্রের COP।

(খ) কমপ্রেসর চালাতে অশ্বক্ষমতা।

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

P-H ডায়াগ্রামের

প্রতিটি ধাপের বর্ণনা ঃ

1 – 2 = কমপ্রেসরে ধ্রুব এন্ট্রপিতে সংকোচন।

2 – 3 = কমপ্রেসরের ডিসচার্জ ভালভ চাপের পতন।

(Pressure drop in the discharge valve)

3 – 4 = কন্ডেন্সারে ঘনীভবন।

4 – 5 = তরল হিমায়কের অবশীতলীকরণ।

5 – 6 = মিটারিং ডিভাইসে তরল হিমায়কের ধ্রুব এনথালপিতে সম্প্রসারণ।

6 – 7 – 8 = ইভাপোরেটরে ধ্রুব চাপে বাষ্পায়ন।

8 – 1 = কমপ্রেসরের সাকশন ভালভ চাপের পতন।

(Pressure drop in the compressor suction valve)

প্রেসার এনথালপি চার্ট থেকে আমরা পাই–

$H_8 = H_1 = 137.5$ kJ/kg

$H_3 = H_2 = 143$ kJ/kg

$H_5 = H_6 = 105.5$ kJ/kg

হিমায়নের প্রভাব (RE) = $H_1 - H_6$

$= 137.5 - 105.5$

$\therefore$ R.E = 32 kJ/kg.

কমপ্রেসারকৃত কাজ (WD) $H_2 - H_1$

$= 143 - 137.5 = 5.5$ kJ/kg.

চক্রের $COP = \frac{RE}{WD} = \frac{32.0}{5.5}$

$\therefore COP = 5.818$ (উঃ)

হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ $(m) = \frac{20 \times 50}{RE} = \frac{1000}{32}$

$\therefore m = 31.25$ কেজি/মিঃ

কমপ্রেসর চালাতে তাত্ত্বিক অশ্বক্ষমতা $HP = \frac{m(H_2 - H_1)}{10.54} = \frac{31.25\,(143 - 137.5)}{10.54}$

HP = 16.31 HP (উঃ)

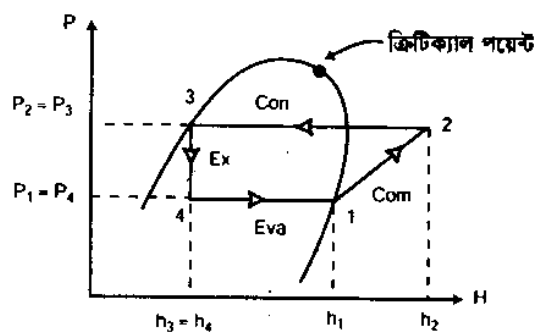
উদাহরণ-১.১০ ঃ একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা (– 10)° সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সেঃ। হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5° সেঃ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330 kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/ kg হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়ক প্রবাহের হার অথবা, হিমায়কের পরিমাণ।

(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা,

(গ) COP । [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭, ২০১০, ২০১২, ২০১০ (পরি),২০১২, ২০১৪, ২০১৫(পরি)]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ H-P ডায়াগ্রাম

we know,

1 টন = 3.57 kw

∴ 25 টন = 3.57 × 25 kw

= 89.25 kw

(ক) $m = \frac{kw}{RE}$

$= \frac{89.25}{330 - 230}$

$= \frac{89.25}{100}$

∴ m = 0.8925 kg/sec. **Ans.**

(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = m × WD

= m × $(H_2 - H_1)$

= 0.8925 × (360 – 330)

= 0.8925 × 30

∴ কম্প্রেসরের ক্ষমতা = 26.77 kw **(Ans)**

(গ) $COP = \frac{RE}{WD}$

$= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{330 - 230}{360 - 330}$

$= \frac{100}{30}$

∴COP = 3.33 **(Ans).**

(গ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা = m × কন্ডেন্সার কর্তৃক বর্জিত তাপের পরিমাণ

= 0.8925 × $(H_2 - H_3)$

= 0.8925 × (360 – 230)

= 116.025 kw **(Ans)**

উদাহরণ-১.১১। R-12 ব্যবহৃত 1 টন ক্ষমতাসম্পন্ন একটি হিমায়ন যন্ত্র 0°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 50°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা কাজ করছে। নিচের তথ্যের ভিত্তিতে সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন হিসেবে হিমায়ক যন্ত্রের COP এবং কম্প্রেসরে ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি হিমায়ন যন্ত্রটিকে –5°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 60°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তবে নিচের তথ্যানুযায়ী এর COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

তথ্যগুলো ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে	হিট পাম্পের ক্ষেত্রে
h_1 = 186 kJ/kg	h_1 = 185 kJ/kg
h_2 = 215 kJ/kg	h_2 = 225 kJ/kg
h_3 = 85 kJ/kg	h_3 = 100kJ/kg

সমাধান ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে

এখানে,

H_1 = 186 kJ/kg

H_2 = 215 kJ/kg

$H_3 = H_4$ = 85 kJ/kg

এখানে,

H_1 = 330 kJ/ kg

H_2 = 360 kJ/kg

$H_3 = H_4$ 230 kJ/ kg

(ক) হিমায়কের পরিমাণ = ?

(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = ?

(গ) COP = ?

(ক) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = ?

(খ) COP = ?

আমরা জানি (we know),

(ক) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = m × WD

$\therefore m = \frac{3.57}{RE}$ [∴ 1 টন = 3.57 kw]

$= \frac{3.57}{H_1 - H_4}$

$= \frac{3.57}{186 - 85} = \frac{3.57}{101}$

$\therefore m = 0.035$ kg/sec.

কম্প্রেসরের ক্ষমতা $= 0.035 \times (H_2 - H_1)$

$= 0.035 \times (215 - 186) = 0.035 \times 29$

∴ কম্প্রেসরের ক্ষমতা = 1.015 kw **(Ans).**

(খ) $COP = \frac{RE}{WD} = \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{186 - 85}{215 - 186} = \frac{101}{29}$

∴ COP = 3.48 **(Ans)**

হিট পাম্পের ক্ষেত্রে,

এখানে,

$H_1 = 185$ kJ/kg

$H_2 = 225$ kJ/kg

$H_3 = H_4 = 100$ kJ/kg

(ক) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = ?

(খ) COP = ?

আমরা জানি, (we know)

$m^\circ = \frac{kw}{RE} = \frac{3.57}{H_1 - H_4} = \frac{3.57}{185 - 100} = \frac{3.57}{85}$

= 0.042 kg/see

(ক) কম্প্রেসরের ক্ষমতা $= m^\circ \times WD$

$= 0.042 \times (H_2 - H_1)$

$= 0.042 \times (225 - 185)$

$= 0.042 \times 40$

∴ কম্প্রেসরের ক্ষমতা = 1.68 kw **(Ans).**

(খ) $COP = \frac{RE}{WD}$

$= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{185 - 100}{255 - 185} = \frac{85}{40}$

∴ COP = 2.125 **(Ans)**

উদাহরণ-১.১২। একটি R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্যে হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 20°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357 kJ/ kg সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 225 kJ/kg সুপারহিটের বাষ্পের এনথালপি 377 kJ/kg হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ।

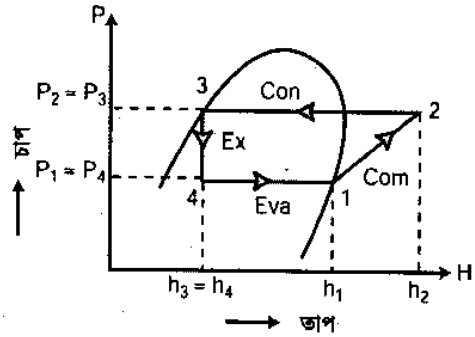
(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা।

(গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট (আয়তনিক দক্ষতা .৭৫%)।

(ঘ) COP ।

[বাকাশিবো-২০০৩,২০০৫,২০০৬]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম।

আমরা জানি,
(we know)
1 টন = 3.57 kw

এখানে,
$H_1 = 357$ kJ/kg
$H_2 = 377$ kJ/ kg
$H_3 = H_4 = 225$ kJ/kg
(ক) হিমায়কের পরিমাণ = ?
(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = ?
(গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট = ?
(ঘ) COP = ?

(ক) $m = \frac{kw}{RE}$

$= \frac{3.57}{H_1 - H_4} = \frac{3.57}{357 - 225}$

$\therefore m = 0.027$ kg/sec. **(Ans).**

(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা $= m \times WD$

$= 0.027 \times (H_2 - H_1)$

$= 0.027 \times (377 - 357)$

$\therefore$ কম্প্রসরের ক্ষমতা $= 0.54$ kg/sec **(Ans).**

সূত্র ঃ পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট $PD = \frac{\pi d^2}{4}$ Kmn η বা $PD = \frac{ALNn}{1000}$ Lit/Sec

(গ) এর তথ্যাবলি সমস্যায় দেয়া নাই, উপরে সূত্র দেয়া হল।

(ঘ) $COP = \frac{RE}{WD} = \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1} = \frac{357 - 225}{377 - 357} = \frac{132}{20} = 6.6$ **(Ans).**

সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিমায়কের প্রেসার এনথালপি চার্ট

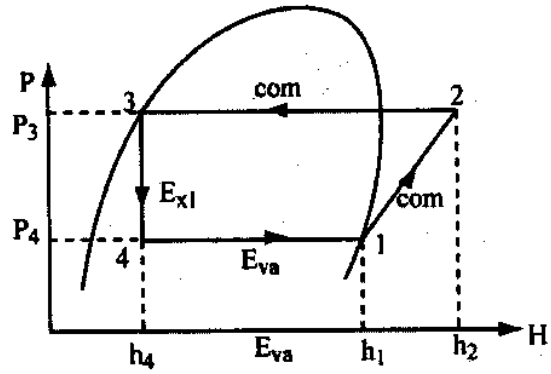
উদাহরণ-১.১৩ ঃ অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ভিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (–8)°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 1464 kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলে এনথালপি 325kJ/kg কম্প্রেসর দিয়ে কম্প্রেসড বাষ্পের এনথালপি 1635 kJ/kg হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ;

(খ) COP;

(গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা। [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

$h_2 = 1635$ kJ/kg

$h_3 = h_4 = 325$ kJ/kg

$h_1 = 1464$ kJ/kg

(ক) হিমায়ক প্রবাহের হার = ? (খ) Cop = ?

(গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা

(ক) $m = \frac{KW}{RE} = \frac{3.57}{H_1 - H_4}$

$= \frac{3.57}{1464 - 325}$

$= 3.134 \times 10^{-3}$ kg/sec Ans.

(খ) $Cop = \frac{RE}{WD} = \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1}$

$= \frac{1464 - 325}{1635 - 1464} = 6.66$ **Ans.**

(গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা $= m(H_2 - H_1)$

$= 3.134 \times 10^{-3}(1635 - 1464)$

$= 0.535$ kw Ans.

ঘণিভবন ক্ষমতা $= m(H_2 - H_3)$

$= 3.134 \times 10^{-3}(1635 - 325)$

$= 4.10$ kw **Ans.**

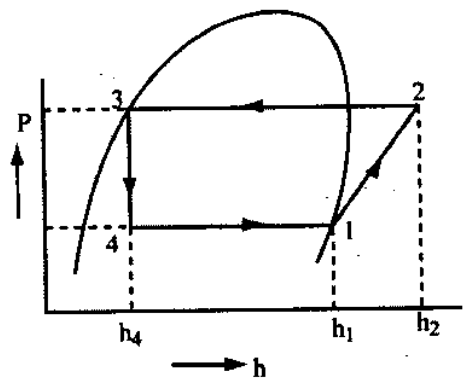
উদাহরণ-১.১৪ ঃ একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের অ্যানথালপি 22kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের অ্যানথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ

(খ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা,

(গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, যদি আয়তনিক দক্ষতা 85% হয়,

(ঘ) COP (হিট পাম্প) [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫]



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,

$h_1 = 357$ kJ/kg

$h_2 = 377$ kJ/kg

$h_4 = 22$ kJ/kg

আমরা জানি, ১ টন = 3.57 kw.

(ক) $m = \frac{KW}{RE} = \frac{3.57}{H_1 - H_4}$

$= \frac{3.57}{357 - 22} = 0.0106$ kg/sec. Ans.

(খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা = m × WD

$= 0.0106 \times (H_2 - H_1)$

$= 0.0106 \times (377 - 357)$

$= 0.213$ kw.

(গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট $PD = \frac{\pi d^2}{4}$ m^2 বা $PD = \frac{ALNn}{1000}$ Lit/sec.

N.B. তথ্যাবলি সমস্যায় দেয়া নাই,

(ঘ) Cop (হিট পাম্প) $= \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1} + 1 = \frac{357 - 22}{377 - 357}$

$= 16.57 + 1 = 17.57$

$= \frac{\text{কন্ডেন্সার এর তাপ বর্জন}}{\text{কম্প্রেসর এর পাম্পিং শক্তি}}$

$= \frac{H_2 - H_3}{H_2 - H_1}$

$= \frac{377 - 22}{377 - 357} = 17.75$ **Ans.**

উদাহরণ-১.১৫। একটি R-12 হিমায়কের থার্মোডাইনামিক্স প্রপারটি সাকসন উষ্ণতার বাষ্পীয় হিমায়কের আপেক্ষিক আয়তন এবং এনথালপি যথাক্রমে 15°C উষ্ণতার V = 92.7 লি./কেজি এবং এনথালপি 223.54 kJ/kg। বাষ্পীয় হিমায়ক সংকোচনের পর এনথালপি 344.94 kJ/kg এবং হিমায়কের প্রসারণ এনথালপি 135.34 kJ/kg হয় তবে বাহির কর যে, (ক) কার্যকরী হিমায়ন (খ) কম্প্রেসরের বাষ্প (গ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমান (ঘ) COP।

উত্তর দেওয়া আছে,

$V = 92.7$ lit/kg

$h_1 = 223.54$ kJ/kg

$h_2 = 344.24$ kJ/kg

$h_4 = h_3 = 135.34$ kJ/kg

(ক) কার্যকরী হিমায়ন $= h_1 - h_4 = 223.54 - 135.34 = 88.20$ kJ/kg **Ans.**

(খ) কম্প্রেসরের বাষ্প $= h_2 - h_4 = 344.94 - 223.54 = 121.4$ kJ/kg **Ans.**

(গ) হিমায়ন প্রবাহের পরিমাণ $= \frac{KW}{RE} = \frac{3.57}{88.2} = 0.04$ kg/sc **Ans.**

(ঘ) $Cop = \frac{RE}{WD} = \frac{121.4}{88.20} = 1.38$ **Ans.**

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **P-H চার্ট কাকে বলে?**

[বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর যে চার্টের মাধ্যমে ইউনিটের প্রেসার এবং এনথালপি এর মান নির্ণয় করে প্রেসার এবং এনথালপির যাবতীয় সমস্যা সমাধান করা যায় তাকে P-H চার্ট বলে। এর P দ্বারা Pressure (চাপ) এবং H দ্বারা Enthalpy (তাপ) প্রকাশ করে।

২। **p-h ডায়াগ্রাম কাকে বলে?**

উত্তর যে ডায়াগ্রামের মাধ্যমে ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের প্রধান অংশসমূহের কার্যনীতি অনুসারে চাপীয় এবং তাপীয় অবস্থা প্রকাশ করা হয়, তাকে P-H ডায়াগ্রাম বলে।

৩। **COP বলতে কী বুঝ?**

[বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর COP এর পূর্ণ নাম হল Co-efficient of performance. COP বলতে আমরা কম্প্রেসরের কাজ এবং রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট এর রেশিও (অনুপাতকে) বুঝি।

৪। **COP নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।**

[বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]

উত্তর COP নির্ণয়ের সূত্রটি হল ঃ $COP = \frac{\text{রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট RE}}{\text{কম্প্রেসর ওয়ার্ক WD}}$

৫। **রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট কী?**

[বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর কুলিং কয়েল বা ইভাপোরেটর এর আউটপুট ক্ষমতাকে রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট বলে।

৬। **ক্রিটিক্যাল পয়েন্ট কাকে বলে?**

উত্তর সেচুরেটেড লিকুইড (সম্পৃক্ত তরল) লাইন এবং সেচুরেটেড ভ্যাপার (সম্পৃক্ত বাষ্প) লাইন যে বিন্দুতে মিলিত হয় সেই বিন্দুকে ক্রিটিক্যাল পয়েন্ট বলে।

৭। **P-H চার্টের তিনটি অঞ্চলের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৭, ১২]

অথবা, P-H চার্টের প্রধান অঞ্চলগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ২০১৪]

অথবা, P-H চার্টের অঞ্চল কয়টি ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]

উত্তর P-H চার্টের তিনটি অঞ্চলের নাম নিম্নে দেয়া হল–

১। সাবকুল্ড অঞ্চল।

২। সুপারহিটেড অঞ্চল।

৩। ফেজ চেঞ্জ অঞ্চল।

৮। **RE নির্ণয় করার সূত্রটি লিখ।**

উত্তর $RE = h_1 - h_3$ বা $h_1 - h_4$

৯। **কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর $W_C = h_2 - h_1$.

১০। **এনথালপি কী?** [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]

অথবা, এনথালপি বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর কোন প্রবাহীর চাপ ও আয়তনের গুণফল (×) বা প্রবাহজনিত কাজ এবং অন্তর্নিহিত শক্তির যোগফলকে (+) এনথালপি বলে।

গাণিতিকভাবে $h = e + P_V$ অথবা, $h = U + P_V$

এনথালপির একক kJ/ kg

১১। **১ টন অব রেফ্রিজারেশন সমান কত kw?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ১ টন অব রেফ্রিজারেশন = 3.57 k watt.

১২। **হিট অব কনডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]

উত্তর হিমায়কের পরিমাণ এবং ওয়েট ডিফারেন্ট এর গুণফলকে হিট অব কন্ডেন্সেশন বলে।

১৩। **হিমায়ন চক্রের উপর হিমায়কের ইভাপোরেটিং ও কন্ডেন্সিং প্রেসারের প্রভাব কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর হিমায়ন চক্রে হিমায়ন ইভাপোরেটিং এবং কন্ডেন্সিং ধ্রুব চাপে সংগঠিত হয়, সুতারং প্রেসারে প্রভাব ধ্রুব।

১৪। **একটি যান্ত্রিক হিমায়ন চক্রে যে থার্মোডিনামিক প্রক্রিয়া বিদ্যমান, তা লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র মূলত প্রধান চারটি অংশে চারটি থার্মোডিনামিক্স প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়–

১। সংকোচন প্রক্রিয়া (Compression process)।

২। ঘনীভবন প্রক্রিয়া (Condensation process)।

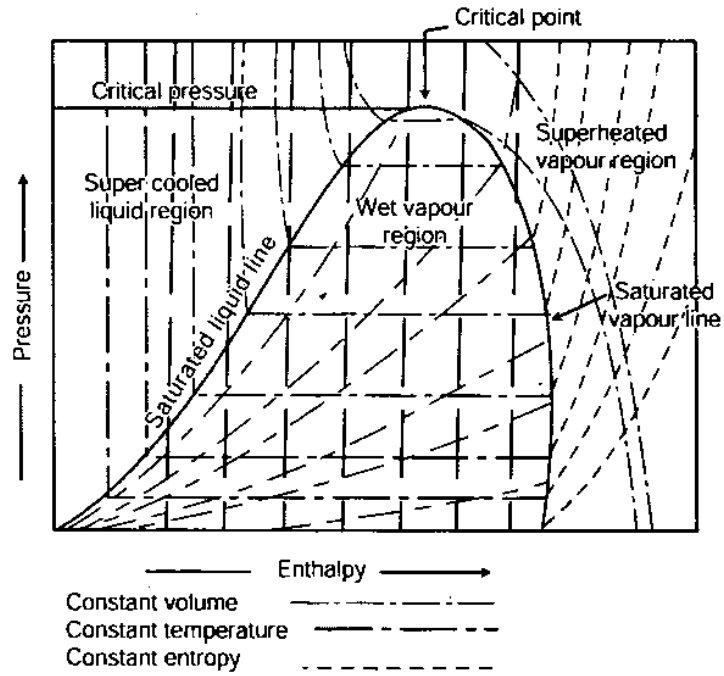
৩। সম্প্রসারণ প্রক্রিয়া (Expansion process)।

৪। বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া (Evaporation process)।

» সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **একই আদর্শ প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

উত্তর :



চিত্র : Pressure-enthalpy (P-H) chart.

২। **p-h চার্ট বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর : বাষ্প সংকোচন বা ভ্যাপার কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র বিশদভাবে অধ্যয়ন ও বিশ্লেষণ করার জন্য প্রতিটি হিমায়কের জন্য পৃথকভাবে প্রস্তুত হিমায়ন চক্রের সংকোচন, ঘনীভবন, সম্প্রসারণ ও বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় চাপ ও তাপীয় যে সমস্ত থার্মোডাইনামিক্স পরিবর্তন ঘটে তা একটি চার্টে বিভিন্ন রেখার মাধ্যমে সন্নিবেশিত করা হয়, উক্ত চার্ট বা রেখাচিত্রকে প্রেসার এনথালপি চার্ট বলা হয়।

৩। **COP এর মান কীভাবে বাড়ানো যায়?** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, COP-এর গুরুত্ব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর : COP এর মান বাড়ানোর উপায় নিম্নে দেয়া হল—

১। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট বৃদ্ধি করে।

২। কম্প্রেসরের কাজ কমিয়ে।

৩। সাবকুল্ড করে।

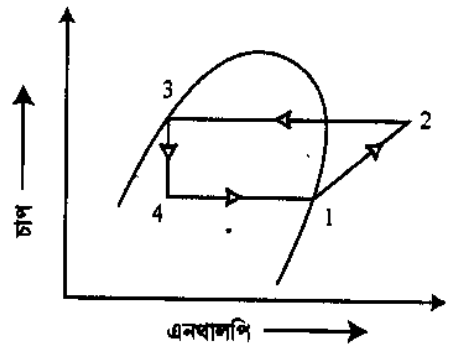
৪। দুটির আনুপাতিক হার বাড়িয়ে।

৪। **RE, WD এবং COP নির্ণয়ের সূত্রগুলো লিখ।**

উত্তর : $RE = h_1 - h_4$, $W_{CD} = h_2 - h_1$, $Cop = \frac{RE}{W_C/W_D}$

৫। **একটি সম্পৃক্ত সরল হিমায়ন চক্রের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর একটি সম্পৃক্ত সরল হিমায়ন চক্রের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ P-H চার্ট

৬। **RE = 90 kJ/kg এবং WD = 30 kJ/kg হলে Heat of condensation কত?** [বাকাশিবো-২০১১ (পরি), ২০০৭, ২০১০]

উত্তর we know $m = \frac{kw}{RE}$

$= \frac{3.57}{90} = 0.039$

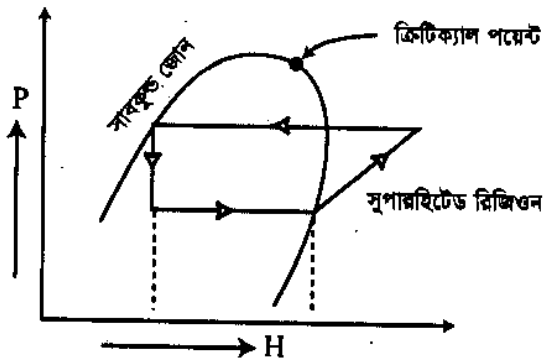
Heat of condensation = m × WD

= 0.039 × 30

= 1.19 kw **(Ans)**

৭। **পি.এইচ চার্ট অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন Zone-এর বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর পি.এইচ চার্ট অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন Zone-এর বর্ণনা নিম্নে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ P-H চার্ট

৮। **DBT এবং WBT এর সংজ্ঞা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর **ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা (Dry bulb temperature) ঃ** সাধারণ থার্মোমিটারে বাতাসের যে তাপমাত্রা পাওয়া যায়, তাকে DBT বলে।

WBT ঃ যে তাপমাত্রায় প্রবহমান বাতাসে পানির বাষ্পীভবন দ্বারা বাতাসকে তাপরোধী অবস্থায় সম্পৃক্ত অবস্থায় আনা যায়, তাকে ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা বলে।

৯। **Critical temparatur, Critical pressure Ges Critical point এর সংজ্ঞা দাও।**
অথবা, ক্রিটিক্যাল প্রেসার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর ঃ

- **সংকোট বিন্দু (Critical point) ঃ** লেখচিত্রের চূড়ার দিকে সম্পৃক্ত তরল রেখা এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা যে বিন্দুতে মিলিত হয়, তাকে সংকোট বিন্দু বলে।
- **সংকোট তাপমাত্রা (Critical temparature) ঃ** সংকোট বিন্দুতে প্রবাহী বা ফ্লুইডের তাপমাত্রাকে সংকোট তাপমাত্রা বলে। পানির সংকোট তাপমাত্রা Tc = 647.3k.
- **সংকোট চাপ (Critical pressure) ঃ** সংকোট বিন্দুতে প্রবাহীর চাপকে সংকোট চাপ বলে।
  পানির সংকোট চাপ, Pc = 221.2 bar বা 221 kg/cm^2

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **P-H চার্টের বিভিন্ন লাইন s জোনসমূহ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। **P-H চার্টের সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র এঁকে বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **বিস্তারিতভাবে P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের চিত্রসহ সংজ্ঞা লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের ট্রপিক্যাল চিত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করে তাদের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের বিভিন্ন ধরনের লাইন ও জোনের নাম লিখে কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **বিভিন্ন অবস্থানে বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে সংক্ষেপে তাদের কার্যনীতি উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির বিভিন্ন মানসমূহ বের করার নিয়ম ও চিত্র উল্লেখ করে বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **R – 12 ব্যবহৃত 1 টন ক্ষমতাসম্পন্ন একটি হিমায়ন যন্ত্র 0°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 50°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় কাজ করছে। নিচের তথ্যের ভিত্তিতে সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন হিসেবে হিমায়ন যন্ত্রের COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি হিমায়ন যন্ত্রটিকে 5°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 60°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তবে নিচের তথ্যানুযায়ী ওটির COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর।**

তথ্যাদি ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে	হিট পাম্পের ক্ষেত্রে
h_1 = 186 kJ/kg.	h_1 = 185 kJ/kg.
h_2 = 215 kJ/kg.	h_2 = 225 kJ/kg.
h_3 = 215 kJ/kg.	h_2 = 100 kJ/kg.

অধ্যায়-২ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (Compound vapor compression system)

২.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতি মূলত যৌগিক বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি এক্ষেত্রে এক বা একাধিক কম্প্রেসর (Compressor) যুক্ত হয়ে সংকোচন প্রক্রিয়া সম্পন্ন করে। যৌগিক সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে ইন্টারকুলারের সমন্বয়ে গঠিত হয়। ইন্টারকুলার মূলত প্রথম কম্প্রেসরের হিমায়ক সংকোচন করার পর দ্বিতীয় কম্প্রেসরে সংকোচন করার পূর্বে হিমায়কের কিছুটা শীতল করতে ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়াও ইন্টারকুলার ব্যবহারের ফলে কম্প্রেসরের কাজ কম লাগে যার ফলে COP এর মান বেশি হয়। নিচু তাপমাত্রা (Low temperature) আনয়নে কম্পাউন্ড ডেপার কম্প্রেশন বা যৌগিক হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে যৌগিক হিমায়ন পদ্ধতির সংজ্ঞা, সুবিধাসমূহ ইন্টারকুলারসহ, বিভিন্ন ধরনের ইন্টারকুলারসহ যৌগিক হিমায়ন পদ্ধতি, টু-স্টেজ ও থ্রি-স্টেজ সংকোচন পদ্ধতি ইত্যাদি সম্পর্কে বিস্তারিত জানা যাবে।

২.১ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (State the meeming of compound vapor compression system) ঃ

দুই বা ততোধিক কম্প্রেসর ব্যবহার করে বিভিন্ন ধাপে সংকোচন (কম্প্রেশন) করার প্রক্রিয়াকে কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (Compound vapor compression system) বলে।

কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতিকে মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি বলা হয়।

২.২ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির সুবিধা (Mention the advantages of compound vapor compression with intercooler) ঃ

নিম্নে সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশনের তুলনা ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনের সুবিধাগুলো বর্ণনা করা হল–

১। প্রতি কেজি রেফ্রিজারেন্ট সংকোচন করতে কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ সিঙ্গেল স্টেজের তুলনায় কম লাগে।
২। আয়তনিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।
৩। তুলনামূলকভাবে লিকেজ লস কম হয়।
৪। যেহেতু এটি সমমানের টর্ক সরবরাহ করে, ফলে ছোট আকারের ফ্লাই-হুইল প্রয়োজন হয়।
৫। কম তাপমাত্রার কারণে সঠিকভাবে লুব্রিকেশন সম্পন্ন হয়।
৬। কম্প্রেসরের ব্যয় কমায়।
৭। COP বৃদ্ধি পায়।

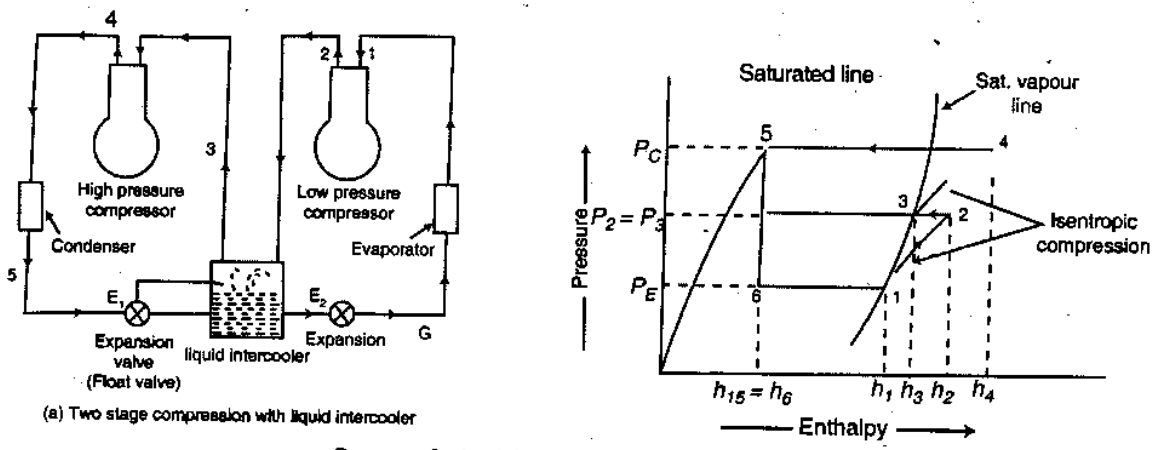
২.৩ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত বিভিন্ন মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (Name the different types of compound vapor compression with intercooler) ঃ

মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতিতে দু'টি কম্প্রেসরের মধ্যে 'ইন্টারকুলার' ব্যবহার করা হয়। প্রথম কম্প্রেসরে হিমায়ক সংকোচন করার পর দ্বিতীয় কম্প্রেসরে সংকোচন করার পূর্বে হিমায়কের কিছুটা শীতল করাই ইন্টারকুলারের কাজ। নিচে ইন্টারকুলার ব্যবহৃত বিভিন্ন মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি দেয়া হল–

১। লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপে সংকোচন (Two stage compression)।
২। ওয়াটার ইন্টারকুলার দুই ধাপে সংকোচন।
৩। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।
৪। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।
৫। ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।
৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।
৭। ফ্লাশ চেম্বার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

২.৪ লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপে সংকোচন পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the two stage compression with liquid intercooler) ঃ

চিত্র ২.১ এ নিম্নে একটি লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম দেয়া হল।



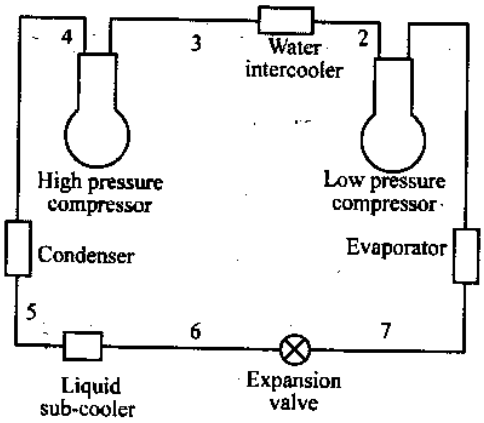
চিত্র ঃ ২.১ লিকুইড ইন্টার কুলারসহ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

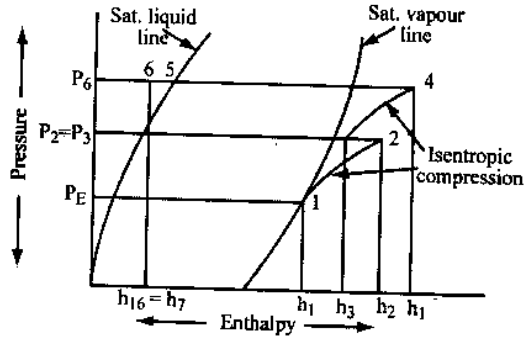
বর্ণনা ঃ প্রথমে লো-প্রেসার কম্প্রেসর থেকে সংকুচিত সুপারহিটেড ভেপার লিকুইড ইন্টারকুলারে পাঠায়। অপরদিকে কন্ডেন্সার থেকে আগত তরল হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্‌ভ (E_1) দ্বারা প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয়ে লিকুইড ইন্টারকুলারে আসে। এক্সপানশন ভালভ (E_1) মূলত থ্রোটল ভালভ হিসাবে কাজ করে ইন্টারকুলারে একটি নির্দিষ্ট লিকুইড লেবেল বজায় রাখে লিকুইড ইন্টারকুলারে তরল হিমায়ক আংশিক বাষ্পায়নের মাধ্যমে লো প্রেশার কম্প্রেসর থেকে আগত সুপারহিটেড হিমায়ককে কিছুটা শীতল করে একই চাপে সেচুরেটেড ভেপার হিমায়কে পরিণত করার পর হাইপ্রেসার কম্প্রেসরে প্রেরণ করে। হাইপ্রেসার কম্প্রেসর লিকুইড ইন্টারকুলার থেকে আগত বাষ্পায়িত হিমায়ককে সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে চাপ ও তাপ বৃদ্ধি করে কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়।

মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিতে লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহারের ফলে কম্প্রেসরের কাজ কম লাগে। ফলে COP বৃদ্ধি পায়।

২.৫ ওয়াটার ইন্টারকুলার এবং লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি (Describe the two stage compression with water intercooler and liquid sub-cooler)

নিম্নে চিত্র ২.২ এ প্রবাহ চিত্র ও প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রামের সাহায্যে একটি ওয়াটার ইন্টারকুলার এবং লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি দেখানো হল ঃ



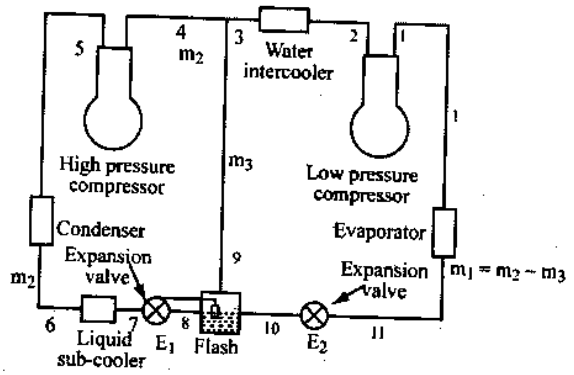


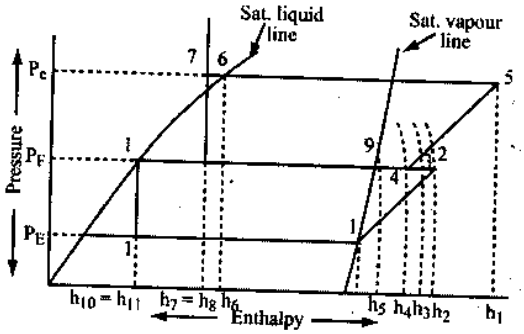
চিত্র ঃ ২.২ ওয়াটার ইন্টার কুলার এবং লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ লো-প্রেসার কম্প্রেসর থেকে আগত সংকুচিত সুপারহিটেড ভেপারের তাপ কিছুটা কমানো হয়। ওয়াটার ইন্টারকুলারের সাহায্যে ভেপারের চাপ একই থাকে। এ ভেপার হিমায়ক তাপ কিছুটা হলেও সুপারহিটেড অঞ্চলে থাকে, সেচুরেটেড ভেপার লাইন স্পর্শ করে না তা আমরা P-h চার্টের 2-3 এ দেখতে পাই। ঐ হিমায়কে হাইপ্রেসার কম্প্রেসর সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে আরও বেশি সুপারহিটেড ভেপারে পরিণত করে কন্ডেন্সারে পাঠায়। কম্প্রেসরে সুপারহিটেড হিমায়ক তাপ হারিয়ে তরল হিমায়ক (Liquid refrigerant) এ পরিণত হয়। ঐ তরল হিমায়ক লিকুইড সাব-কুলারের সাহায্যে তাপ হারিয়ে আরও বেশি ঠাণ্ডা হয়, যা আমরা P-h চার্টের 5-6 এ দেখতে পাই। মাল্টিস্টেজ টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতিতে ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহারের ফলে সিস্টেমের রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (RE) বৃদ্ধি পায়। এর ফলে সিস্টেমে (COP) বৃদ্ধি পায়।

২.৬ ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি (Describe the two stage compression with water inter cooler, liquid sub-cooler and liquid flash chamber) ঃ

নিম্নে চিত্র-২.৩ এ প্রবাহ চিত্র ও P-h ডায়াগ্রামের সাহায্যে একটি ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা করা হল ঃ



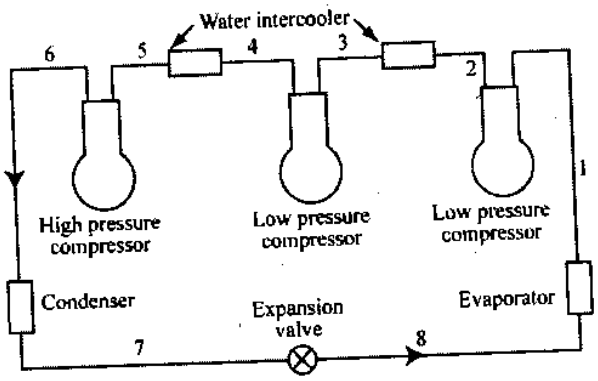


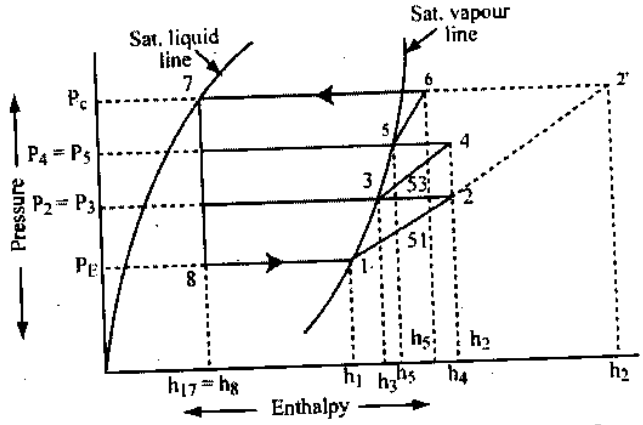
চিত্র ঃ ২.৩ ওয়াটার ইন্টার কুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ এই ডায়াগ্রামের বর্ণনা আগের ২.২ এর মত একই, শুধু পার্থক্য এখানে একটি অতিরিক্ত ফ্লাশ চেম্বার ও একটি অতিরিক্ত এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত হয়েছে। এর ফলে প্রথম এক্সপানশন ভালভ (E_1) একটি ফ্লোট ভালভ হিসেবে কাজ করে এবং ফ্লাশ চেম্বারের তরল হিমায়নের লিকুইড লেবেল নিয়ন্ত্রণ করে। ফ্লাশ চেম্বারে কিছু হিমায়ক বাষ্পায়নের মাধ্যমে তরল হিমায়কের তাপ কমিয়ে আরও বেশি শীতল করে, যাতে করে কুলিংকয়েল ইভাপোরেটর থেকে আরও বেশি তাপ শোষণ করতে পারে, এর ফলে সিস্টেমের (RE) বৃদ্ধি পায় তথাপি (COP) ও বৃদ্ধি পায়। ফ্লাশ চেম্বার থেকে যে হিমায়ক বাষ্পায়ন হয় সেই হিমায়ক ওয়াটার ইন্টারকুলারের পরে দুই কম্প্রেসরের মাঝখানে সুপারহিটেড লাইনে সংযুক্ত হয় এবং এ বাষ্পীয় হিমায়ক সুপারহিটেড হিমায়কের সঙ্গে মিশে সুপারহিটেড হিমায়কের তাপ আগের তাপের চেয়ে কিছুটা কমিয়ে আনে।

২.৭ ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি (Describe the three stage compression with water intercooler) ঃ

নিম্নে ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি প্রবাহচিত্র এবং P-h চার্টের মাধ্যমে বর্ণনা করা হল ঃ





চিত্র ঃ ২.৪ ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ লো-সাইড কম্প্রেসর থেকে পাঠানো সুপারহিটেড ভেপারকে প্রথম ওয়াটার ইন্টারকুলারের সাহায্যে তাপ ক সেচুরেটেড ভেপারে পরিণত করে ভেপারকে ইন্টারমিডিয়েট প্রেসারের কম্প্রেসরের সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে চাপ ও তাপ অ বৃদ্ধি করে হাইপ্রেসার কম্প্রেসরের দিকে পাঠায়। দুই কম্প্রেসরের মধ্যে দ্বিতীয় ওয়াটার ইন্টারকুলারের সাহায্যে সুপারহি বাষ্পের চাপ অপরিবর্তিত রেখে তাপ কমিয়ে সেচুরেটেড ভেপারে পরিণত করে। এ ভেপারকে হাইপ্রেসার কম্প্রেসরের মা সংকোচনের মাধ্যমে আরও চাপ ও তাপ বাড়িয়ে কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়। কয়েল থেকে তাপ শোষণ করে ভেপার হিমায়কে প হয়ে প্রথম কম্প্রেসরে ফিরে যায়।

এর ফলে সিস্টেমের কম্প্রেসরের Word done কমে যায়। ফলে COP বৃদ্ধি পায়।

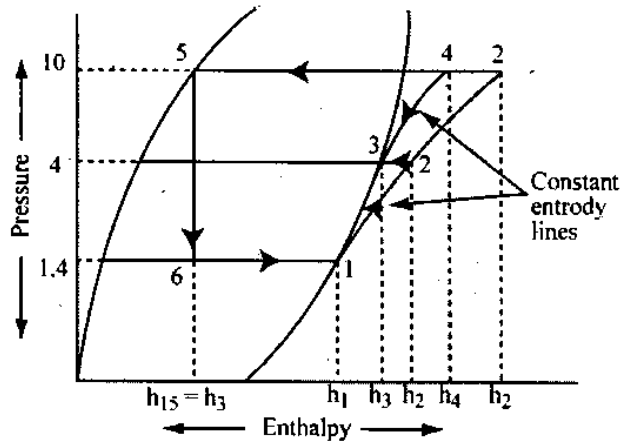
২.৮ কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির সমস্যা সমাধান (Solve problems velating the compound vapor compression system) ঃ

উদাহরণ–২.১ ঃ একটি টু স্টেজ কম্প্রেশনে 20kg/min অ্যামোনিয়াকে 1.4 বার (Bar) সম্পৃক্ত বাষ্প হতে 10 বার (Bar) কন্ডেন্সিং চাপে সংকুচিত করতে কী পরিমাণ পাওয়ার লাগবে? ইন্টারকুলারে তরল হিমায়কের চাপ 4 Bar. ধর কন্ডেন্সারে সম্পৃক্ত তরল এবং ইভাপোরেটরে সম্পৃক্ত বাষ্প বের হচ্ছে। যদি ইন্টারকুলার ব্যবহার করা না হয়, তাহলে কী পরিমাণ পাওয়ার লাগবে?

সমাধান ঃ

দেয়া আছে, $m_1 = 20$ kg/min,

$P_E = 1.4$ bar; $P_C = 10$ bar; $P_2 = P_3 = 4$ bar



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

চিত্রে একটি টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেম ইন্টারকুলারসহ দেখানো হল।

অ্যামোনিয়ার P–h চার্ট হতে প্রাপ্ত বিভিন্ন মান নিম্নে দেয়া হল–

$h_1 = 1400$ kJ/kg $\quad s_1 = 5.75$ kJ/kg k

$h_2 = 1527$ kJ/kg $\quad h_3 = 11428$ kJ/kg, $\quad s_3 = 5.39$ kJ/kg k

$h_4 = 1550$ kJ/kg $\quad h_5 = h_6 = 248$ kJ/kg

আমরা জানি, কন্ডেন্সার দিয়ে প্রবাহিত হিমায়কের ভর

$$m_2 = \frac{m_1(h_2-h_{f5})}{h_3-h_{f5}} = \frac{20\,(1527-284)}{1428-284} = 21.73 \text{ kg/min}$$

লো-প্রেসার কম্প্রেসর দ্বারা কৃতকাজ,

$W_L = m_1\,(h_2 - h_1) = 20(1527 - 1400) = 2540$ kJ/min

হাইপ্রেসার কম্প্রেসর দ্বারা কৃতকাজ,

$W_H = m_2\,(h_4 - h_3) = 2173\,(1550 - 1428) = 2651$ kJ/min

উভয় কম্প্রেসরের জন্য মোট কৃতকাজ, $W = W_L + W_H$

$= 2540 + 2651$

$= 5191$ kJ/min

$\therefore$ প্রয়োজনীয় পাওয়ার $= \dfrac{5191}{60}$

$= 86.5$ kW Ans.

ইন্টারকুলার ব্যবহার না করে প্রয়োজনীয় পাওয়ার ঃ

যদি ইন্টারকুলার ব্যবহার করা না হয়, তাহলে হাইপ্রেসার কম্প্রেসর 2–2′ পথে কাজ করবে। সেক্ষেত্রে $h'_2 = 1676$ kJ/kg [P–h চার্ট হতে]

$\therefore$ হাইপ্রেসার কম্প্রেসর দ্বারা কৃতকাজ $= m_1 (h'_2 - h_2)$

$= 20 (1676 - 1527) = 2980$ kJ/min

$\therefore$ মোট কাজ $W = W_L + W_H = 2540 + 2980 = 5520$ kJ/min

$\therefore$ প্রয়োজনীয় পাওয়ার $= \frac{5520}{60} = 92$ kW. Ans.

উদাহরণ–২.২ ঃ নিম্নলিখিত ডাটাসমূহ ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ একটি টু স্টেজ অ্যামোনিয়া কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের–

কন্ডেন্সিং প্রেসার = 14 bar; ইভাপোরেটর প্রেসার = 2 bar

ইন্টারকুলার প্রেসার = 15 bar; ইভাপোরেটর লোড = 2 Tk.

যদি ডি-সুপারহিটেড বাষ্প ও সাবকুলড তরল হিমায়কের তাপমাত্রা 30°C হয়, তাহলে বের কর

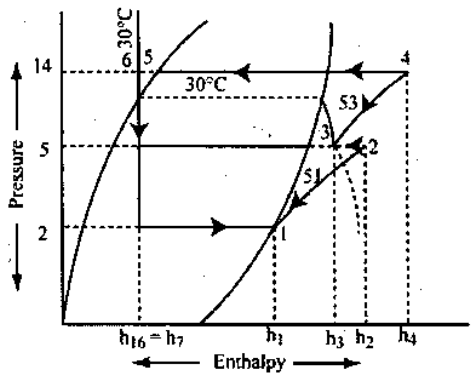
১। সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় পাওয়ার।

২। সিস্টেমের C.O.P

সমাধান ঃ দেয়া আছে, $P_C = 14$ bar ; $P_E = 2$ bar ; $P_2 = P_3 = 5$ bar

$Q = 20$ TR ; $t_3 = t_6 = 30°C$

ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ একটি টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের p–h ডায়াগ্রাম নিম্নে দেয়া হল–



চিত্র ঃ P-H ডায়াগ্রাম

অ্যামোনিয়ার P-H চার্ট হতে প্রাপ্ত বিভিন্ন পয়েন্টের মানগুলো হল–

$h_1 = 1420$ kJ/kg ; $s_1 = 5.62.44$ kJ/kg k; $h_3 = 1510$ kJ/ kg

$s_3 = 5.24$ kJ/kg k ; $h_4 = 1672$ kJ/kg ; $h_{f6} = h_7 = 323$ kJ/kg

$h_2 = 1550$ kJ/kg

১। সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় পাওয়ার ঃ

আমরা জানি, সিস্টেমে প্রবাহিত হিমায়কের ভর

$$m = \frac{210\,Q}{h_1 - h_{f6}} = \frac{210 \times 10}{1420 - 323} = 1.91 \text{ kg/min}$$

উভয় কম্প্রেসরে মোট কৃতকাজ,

$$W = m\,[(h_2 - h_1) + (h_4 - h_3)]$$
$$= 1.91\,[(1550 - 1420) + (1672 - 1510)] = 557.7 \text{ kJ/min}$$

$\therefore$ প্রয়োজনীয় পাওয়ার, $P = \frac{557.7}{60} = 9.3$ kW **Ans.**

২। আমরা জানি, সিস্টেমের রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট

$R_E = 210Q = 210 \times 10 = 2100$ kJ/min

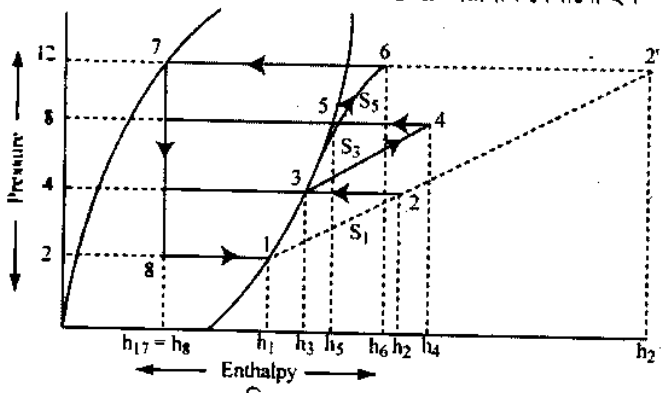
$\therefore$ C.O.P $= \frac{R_E}{W} = \frac{2100}{557.7} = 3.76$ Ans.

উদাহরণ-২.৩ ঃ একটি থ্রী-স্টেজ কম্প্রেশন অ্যামোনিয়া রেফ্রিজারেশন সিস্টেম 2 bar ও 12 bar চাপের মধ্যে কাজ করে। সম্পৃক্ত অবস্থায় দু'টি ওয়াটার ইন্টারকুলার হতে বের হওয়া বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 4 bar এবং 8 bar যদি সিস্টেমের লোড 10 TR হয়, তাহলে তিনটি কম্প্রেসর চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় পাওয়ার কত? যদি একই চাপে একটি সিম্পল রেফ্রিজারেশন সিস্টেম কাজ করে, তাহলে তাদের মধ্যে C.O.P এর তুলনা কর।

সমাধান ঃ দেয়া আছে, $P_E = 2$ bar ; $P_C = 12$ bar

$P_2 = P_3 = 4$ bar ; $P_4 = P_5 = 8$ bar ; $Q = 10$ TR

নিম্নে ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ একটি থ্রী-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের P–h ডায়াগ্রাম দেখানো হল–



চিত্র ঃ P-h ডায়াগ্রাম

অ্যামোনিয়ার P–h চার্ট হতে প্রাপ্ত বিভিন্ন পয়েন্টের মান–

$h_1 = 1420$ kJ/kg ; $h_2 = 1515$ kJ/kg ; $h_3 = 1442$ kJ/ kg

$s_1 = 5.564$ kJ/ kg k ; $s_3 = 5.367$ kJ/kg ; $h_4 = 1525$ kJ/kg

$h_5 = 1461$ kJ/kg ; $s_5 = 5.1186$ kJ/kg k ; $h_6 = 1500$ kJ/kg

$h_{f7} = h_8 = 328$ kJ/kg

আমরা জানি, ইভাপোরেটর দিয়ে প্রবাহিত প্রয়োজনীয় হিমায়কের ভর,

$$m = \frac{210\,Q}{h_1 - h_{f7}} = \frac{210 \times 10}{1420 - 328} = 1.92 \text{ kg/min}$$

∴ তিনটি কম্প্রেসর দ্বারা কৃতকাজ

$w = m\,[(h_2 - h_1) + (h_4 - h_3) + (h_6 - h_5)]$

বা, $w = 1.92\,(1515 - 1420) + (1525 - 1442) + (1500 - 1461)]$ kJ/min

$= 416.64$ kJ/min.

∴ তিনটি কম্প্রেসর চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় পাওয়ার

$$P = \frac{416.64}{60} = 6.94 \text{ kW Ans.}$$

আমরা জানি, রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট $R_E = 210\,Q = 210 \times 10 = 2100$ kJ/min

$$\therefore \text{C.O.P} = \frac{R_E}{W} = \frac{2100}{416.64} = 5.04$$

এখন একটি সিঙ্গেল রেফ্রিজারেশন সাইকেল যদি 2 bar ও 12 bar চাপে কাজ করে,

তাহলে $h'_2 = 1670$ kJ/ kg [p – h চার্ট হতে]

∴ কৃতকাজ $W_1 = m\,(h'_2 - h_1)$

$= 1.92\,(1670 - 1420)$

$= 480$ kJ/min

এবং সিঙ্গেল রেফ্রিজারেশন সাইকেলের C.O.P $= \frac{R_E}{W_1} = \frac{2100}{480} = 4.375$

সুতরাং সিঙ্গেল রেফ্রিজারেশন সাইকেলের সাথে তুলনা করে সিস্টেমের C.O.P বৃদ্ধি পায় $= \frac{5.04 - 4.375}{4.375} \times 100$

$= 15.2\%$ **Ans.**

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতি বলতে কী বুঝ?** [বাকশিবো-২০০৯]
অথবা, কম্পাউন্ড কম্প্রেসন বলতে কী বুঝায়? [বাকশিবো-২০০৭,২০০৮]
অথবা, মাল্টিস্টেজ কমপ্রেশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ দুই বা ততোধিক কম্প্রেসর ব্যবহার করে বিভিন্ন ধাপে সংকোচন (কম্প্রেশন) করার প্রক্রিয়াকে কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (Compound vapor compression system) বলে। কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতিকে মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি বলা হয়।

২। **ইন্টারকুলার কেন ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]
অথবা, হিমায়ন চক্রে ইন্টারকুলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১২]
অথবা, ইন্টারকুলার কী কাজ করে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, ইন্টারকুলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১২(পরি)]

উত্তর ঃ এটি মাল্টিস্টেজ এ দু'টি কম্প্রেসরের মাঝখানে ব্যবহৃত হয়। প্রথম কম্প্রেসর হিমায়ক সঙ্কোচন করার পর দ্বিতীয় কম্প্রেসরে নেয়ার পূর্বে কিছুটা শীতল করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩। **ফ্লাশ চেম্বারের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭, ২০০৮, ২০০৯, ২০১০, ২০১০ (পরি), ২০১৪]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৭,২০১২]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বার কী? [বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বারের কাজ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, ফ্লাশ ট্যাংকের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, হিমায়ন চক্রে ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ফ্লোট চেম্বার ব্যবহার এর কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ বাষ্পীয় হিমায়ককে সরাসরি ইভাপোরেটরে না দিয়ে সরাসরি কম্প্রেসরে দেয়া।
ফ্লোট চেম্বার ফ্লোট ভালভ্ হিসাবে কাজ করে এবং ফ্লাশ চেম্বারের তরল হিমায়কের লিকুইড লেবেল নিয়ন্ত্রণ করে।
তরল হিমায়কের তাপ কমিয়ে আরও শীতল করে।

৪। **কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির বাংলা অর্থ কী?**

উত্তর ঃ কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির বাংলা অর্থ হল– যৌগিক বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি।

৫। **কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন অপর নাম কী?**

উত্তর ঃ কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতিকে মাল্টিস্ট্রেজ ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতি বলে।

৬। **সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশনের তুলনায় ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনের সুবিধা উল্লেখ কর?**

উত্তর ঃ সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশনের তুলনা ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্ট্রেজ কম্প্রেশনের ২টি সুবিধা হল ঃ
১। COP বৃদ্ধি পায়।
২। আয়তনিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

৭। **ইন্টারকুলার ব্যবহৃত হয় এমন ২টি মাল্টিস্টেজ ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির নাম লিখ?**

উত্তর ঃ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত হয় এমন ২টি মাল্টিস্টেজ ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির নাম হল ঃ
১। ওয়াটার ইন্টারকুলার দুই ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।
২। ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিনধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

৮। **মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিতে লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহারের সুবিধা কী?**

উত্তর ঃ মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিতে লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহারের ফলে কম্প্রেসরের কাজ কম লাগে ফলে COP বৃদ্ধি পায়।

৯। **মাল্টিস্টেজ টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতিতে ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহারের ফলে সিস্টেমে কী ঘটে? অথবা, মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনে ওয়াটার ইন্টারকুলার কেন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ মাল্টিস্টেজ টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতিতে ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহারের ফলে সিস্টেমের রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (R. E) বেড়ে যায় ফলে সিস্টেমের COP বৃদ্ধি পায়।

১০। **সাব-কুলড লিকুইড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ **তরল হিমায়ককে তাপ হারিয়ে আর বেশি ঠাণ্ডা যার দ্বারা সম্পন্ন করা হয়, তাকে সাব-কুলড লিকুইড বলে।**

১১। **ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ ইউটেকটিক প্লেটের সর্বোচ্চ দক্ষতা নিশ্চিত করার জন্য ইউটেকটিক ফ্লুইড ব্যবহার করা হয়।

১২। **ফ্লাশ গ্যাস বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭]

উত্তর ঃ ফ্লাশ চেম্বারে কিছু হিমায়ক বাষ্পায়নের মাধ্যমে তরল হিমায়কের তাপ কমিয়ে আরও শীতল করে, যাতে কুলিং কয়েল ইভাপোরেটর থেকে আরও বেশি তাপ শোষণ করে করতে পারে, এই বাষ্পায়ন হিমায়নকে ফ্লাশ গ্যাস বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইন্টারকুলার ব্যবহৃত কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেসর পদ্ধতির সুবিধাসমূহ লিখ। অথবা, সিঙ্গেল স্টেজ অপেক্ষা মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির সুবিধাগুলি লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনের সুবিধাগুলো বর্ণনা করা হল–

১। প্রতি কেজি রেফ্রিজারেন্ট সংকোচন করতে কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ সিঙ্গেল স্টেজের তুলনায় কম লাগে।

২। আয়তনিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

৩। তুলনামূলকভাবে লিকেজ লস কম হয়।

৪। যেহেতু এটি সমমানের টর্ক সরবরাহ করে, ফলে ছোট আকারের ফ্লাই-হুইল প্রয়োজন হয়।

৫। কম তাপমাত্রার কারণে সঠিকভাবে লুব্রিকেশন সম্পন্ন হয়।

৬। কম্প্রেসরের ব্যয় কমায়।

৭। COP বৃদ্ধি পায়।

২। **ইন্টারকুলার ব্যবহৃত মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত বিভিন্ন মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি দেয়া হল–

১। লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপে সংকোচন (Two stage compression)।

২। ওয়াটার ইন্টারকুলার দুই ধাপে সংকোচন।

৩। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।

৪। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।

৫। ফ্লাস ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

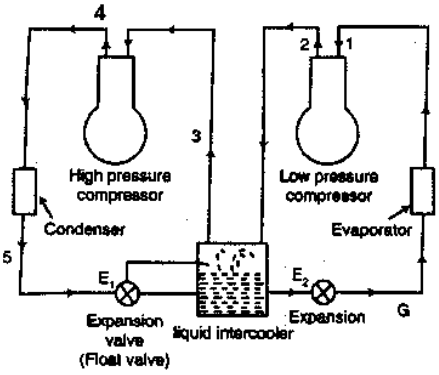
৭। ফ্লাশ চেম্বার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

৩। **একটি ফ্লাশ চেম্বারসহ ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।**
অথবা, ফ্লোট চেম্বার ব্যবহার এর কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

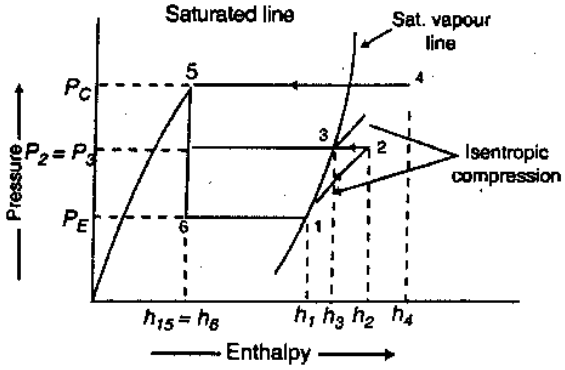
উত্তর ঃ ফ্লোট চেম্বার ফোটণ ভালভ্ হিসাবে কাজ করে এবং ফ্লাশ চেম্বারের তরল হিমায়কের লিকুইড লেবেল নিয়ন্ত্রণ করে। তরল হিমায়কের তাপ কমিয়ে আরও শীতল করে।

৪। **লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৭, ১২, ২০১১(পরি), ১৪]
অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপের বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৪]

উত্তর ঃ নিম্নে একটি লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম দেয়া হল।



(a) Two stage compression with liquid intercooler

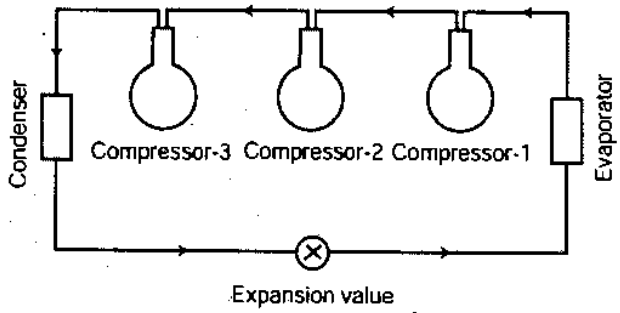


লিকুইড ইন্টার কুলারসহ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ প্রথমে লো-প্রেসার কম্প্রেসর থেকে সংকুচিত সুপারহিটেড ভেপার লিকুইড ইন্টারকুলারে পাঠায়। অপরদিকে কন্ডেন্সার থেকে আগত তরল হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্ভ (E_1) দ্বারা প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয়ে লিকুইড ইন্টারকুলারে আসে। এক্সপানশন ভালভ (E_1) মূলত থ্রোটল ভালভ হিসাবে কাজ করে ইন্টারকুলারে একটি নির্দিষ্ট লিকুইড লেবেল বজায় রাখে লিকুইড ইন্টারকুলারে তরল হিমায়ক আংশিক বাষ্পায়নের মাধ্যমে লো-প্রেসার কম্প্রেসর থেকে আগত সুপারহিটেড হিমায়ককে কিছুটা শীতল করে একই চাপে সেচুরেটেড ভেপার হিমায়কে পরিণত করার পর হাইপ্রেসার কম্প্রেসরে প্রেরণ করে। হাইপ্রেসার কম্প্রেসর লিকুইড ইন্টারকুলার থেকে আগত বাষ্পায়িত হিমায়ককে সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে চাপ ও তাপ বৃদ্ধি করে কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়।

মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিতে লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহারের ফলে কম্প্রেসরের কাজ কম লাগে। ফলে COP বৃদ্ধি পায়।

৫। **একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২, ২০১১(পরি), ২০১৪]
অথবা, ভেপার কম্প্রেশন সিস্টেমের ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকাশিবো-২০০৯
অথবা, একটি মাল্টিস্টেজ সিস্টেমের প্রবাহচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকাশিবো-২০০৯



চিত্র ঃ মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র

৬। **নিম্ন তাপমাত্রা উৎপাদনের ক্ষেত্রে ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর ঃ নিম্ন তাপমাত্রা উৎপাদনের ক্ষেত্রে ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের সীমাবদ্ধতা নিম্নরূপ ঃ

১। খুব নিম্নমানের হিমাংক বিশিষ্ট Refrigerant-এর অভাব। যেমন R-11 এর Freezing temperature হচ্ছে– 11°C এবং R – 12 এর – 158°C.

২। Specific Uolume খুব বেশি হয়ে যায় ফলে System-এর আকার বড় হয়ে যায়।

৩। উচ্চমানের Compressor-এর প্রয়োজন হয় ফলে COP-এর মান কমে যায়।

৭। **ভেপার কম্পাউন্ড কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির সুবিধাগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১১]

অথবা, মাল্টি-ইভাপোরেটর সিস্টেমের অসুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, মাল্টি-ইভাপোরেটর সিস্টেমের দুইটি সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১০(পরি)]

অথবা, মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনে ওয়াটার ইন্টারকুলার কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, মাল্টি স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৭]

অথবা, ডেভার কম্প্রেশন সাইকেল সাব-কুল্ড ও সুপার হিটের সুবিধা অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, কম্পাউড কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ **সুবিধা ঃ** নিম্নে সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশনের তুলনা ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনের সুবিধাগুলো বর্ণনা করা হল–

১। প্রতি কেজি রেফ্রিজারেন্ট সংকোচন করতে কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ সিঙ্গেল স্টেজের তুলনায় কম লাগে।

২। আয়তনিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

৩। তুলনামূলকভাবে লিকেজ লস কম হয়।

৪। যেহেতু এটি সমমানের টর্ক সরবরাহ করে, ফলে ছোট আকারের ফ্লাই-হুইল প্রয়োজন হয়।

৫। কম তাপমাত্রার কারণে সঠিকভাবে লুব্রিকেশন সম্পন্ন হয়।

৬। কম্প্রেসরের ব্যয় কমায়।

৭। COP বৃদ্ধি পায়।

অসুবিধা ঃ

১। খুব নিম্নমানের হিমাংক বিশিষ্ট হিমায়কের অভাব।

২। আপেক্ষিক আয়তন খুব বেশি হয়ে যায় ফলে সিস্টেম-এর আকার বড় হয়।

৩। লো-বয়েলিং টেম্পারেচার বিশিষ্ট রেফ্রিজারেন্ট এর জন্য ঘনিভবনের চাপও বেশি রাখতে হয় যা সিস্টেম-এর জন্য ঝুঁকিপূর্ণ।

৮। **নিম্ন তাপমাত্রায় হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ নিম্ন তাপমাত্রার হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। সলিড কার্বন ডাই-অক্সাইড

২। বিভিন্ন প্রকার গ্যাস তরলীকরণে

৩। আইসক্রীম ফ্যাক্টরিতে

৪। ঔষধ শিল্পে

৫। ষাঁড়ের শুক্র সংরক্ষণে

৬। Computer

৭। বায়ু তরলীকরণে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। **লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

অথবা, লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেম চিত্রে দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। **ওয়াটার ইন্টারকুলার এবং লিকুইড সাবকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলারযুক্ত একটি টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতি প্রবাহচিত্র ও p-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

অথবা, ওয়াটার ইন্টার কুলার লিকুইড সারকুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অংকন কর। [বাকাশিবো-২০০৭,২০০৮,২০১০,২০১২, ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রীস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৭, ১০, ১১(পরি), ১২(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **C.O.P বৃদ্ধির উপায়গুলো চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ২.৫ ও ২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

অধ্যায়-৩

একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি (Vapor Compression system with multiple evaporator and compressor)

৩.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

কম্প্রেসর, ইভাপোরেটর থেকে নিম্ন চাপের বাষ্প টেনে নেয় এবং সংকোচন করে কন্ডেন্সারে প্রেরণ করে। হিমায়ক ইভাপোরেটর p থেকে কন্ডেন্সারে যাওয়ার পথে যদি একবার সংকোচিত হয়, তাহলে তাকে সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশন (Single stage compression) বলে, সংকোচন দুবার হলে তাকে টু-স্টেজ কম্প্রেশন (Two stage compression) বলে এবং সংকোচন তিনবার হলে তাকে থ্রি-স্টেজ (Three stage compression) কম্প্রেশন বলে।

একটি হিমায়ন চক্র সম্পূর্ণ করতে যদি হিমায়ককে একের অধিক সংকোচন করা হয়, তাহলে তাকে মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন (Maltistage or compound compression) পদ্ধতি বলে।

ইভাপোরেটর হিমায়কের চাপ যত হ্রাস পায় হিমায়ন (Refrigeration) চক্রের ক্ষমতা (Capacity) ও দক্ষতা তত হ্রাস পায়। যা P-H চার্টে সত্যতা মিলে। ইভাপোরেটরে চাপ যত কম হয় কম্প্রেশন রেশিও (Compression ratio) তত বৃদ্ধি পায়। ফলে কম্প্রেসারের ক্ষমতা হ্রাস পায়। ইভাপোরেটরে চাপ যত হ্রাস পায় কম্প্রেসরে ডিসচার্জ তাপমাত্রা (Discharge temperature) তত বৃদ্ধি পায়। আলোচ্য অধ্যায়ে মাল্টিপল ইভাপোরেটর এবং কম্প্রেসরের গুরুত্ব, বিভিন্ন ধরনের মাল্টিপল ইভাপোরেটর এবং কম্প্রেশন পদ্ধতি, লো-টেম্পারেচারের ক্ষেত্রে ক্যাসকেড সিস্টেম, একক ও পৃথক পৃথক ভাবে মাল্টিপল ইভাপোরেটরসহ কম্প্রেশন পদ্ধতি ইত্যাদি সম্পর্কে বিস্তারিত জানা যাবে।

৩.১ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির গুরুত্ব (Outling the importance of vapor compression system with multiple evaporators and compressors) ঃ

আমরা পূর্বের অধ্যায়ে একটি ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করেছি। যেখানে একটি ইভাপোরেটর দ্বারা একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। কিন্তু অনেক রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট আছে একাধিক কক্ষে একই তাপমাত্রা অথবা একাধিক কক্ষে আলাদা তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করার প্রয়োজন হয়। আবার একাধিক কম্প্রেসর ব্যবহৃত প্ল্যান্টে একটি কন্ডেন্সার ও একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ একটি কোল্ড স্টোরেজ এর কথা ধরা যাক, যেখানে তিনটি স্টোরেজ কক্ষে একই তাপমাত্রায় ও আর্দ্রতায় বিভিন্ন খাদ্যদ্রব্য অথবা প্রতিটি কক্ষে ভিন্ন তাপমাত্রায় ও আর্দ্রতায় খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করতে হয়। ঐ সমস্ত স্থানে একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহার করে সুবিধা পাওয়া যায়।

৩.২ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রকারভেদ (Mention the different types of multiple evaporators and compressors systems) ঃ

একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রকারভেদ নিম্নে দেয়া হল ঃ

১। একই তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ও একটি এক্সপানশন ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

২। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, আলাদা আলাদা এক্সপানশন ভাল্ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৩। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত সিস্টেম।

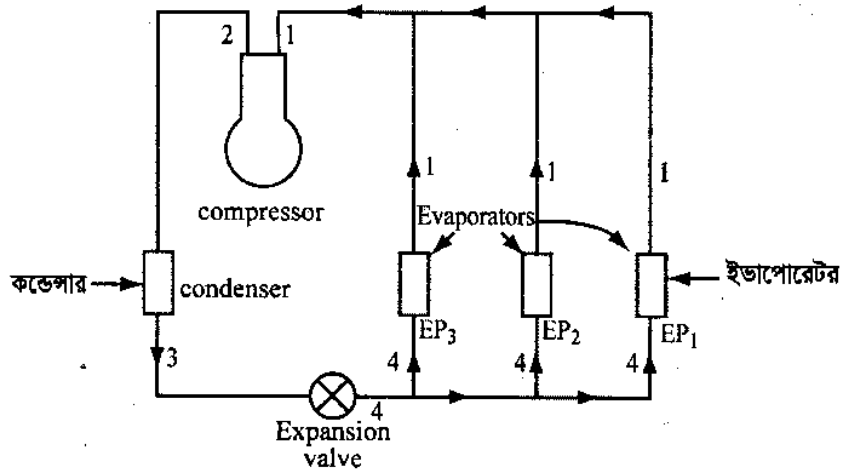
৪। বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর, এক্সপানশন ভাল্ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৫। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ, ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

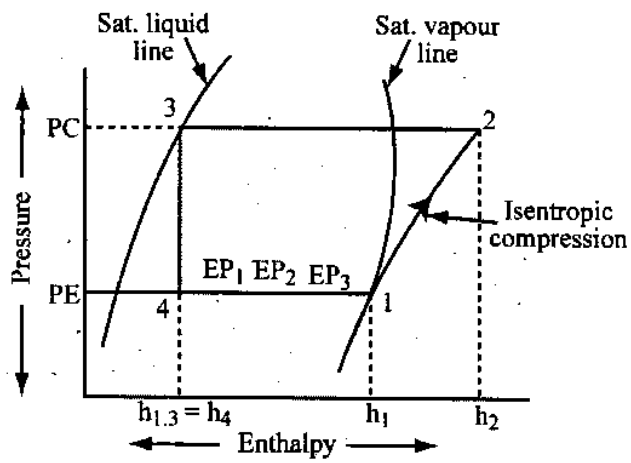
৬। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর, ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৩.৩ একই তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর একটি এক্সপানশন ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporator at same temperature with single compressor and expansion valve) ঃ

একই তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর একটি এক্সপানশন ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির ফ্লো ডায়াগ্রাম ও P-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা দেয়া হল ঃ



(a) Multiple evaporators at the same temperature with single compresor and expansion valve.



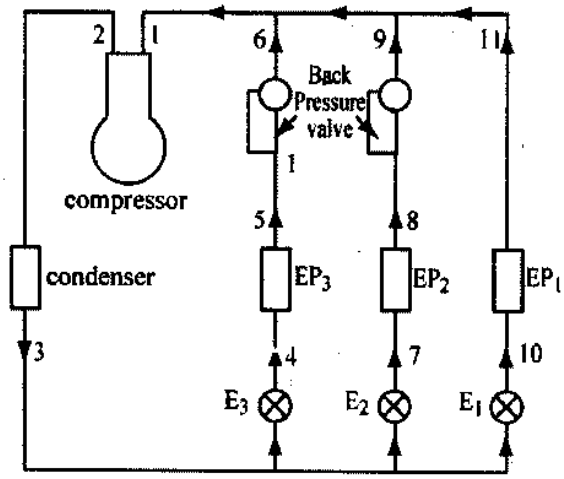
চিত্র ঃ ৩.১ একাধিক ইভাপোরেটর যুক্ত হিমায়ন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে তিনটি ভিন্ন কক্ষ বা চেম্বার থাকে এবং তিনটি কক্ষে চেম্বারের প্রতিটিতে একটি করে ইভাপোরেটর বসানো থাকে। প্রতিটি কক্ষে একই তাপমাত্রা থাকবে। আলাদা চেম্বার হওয়ার কারণে এক চেম্বারের খাবারের গন্ধ অন্য চেম্বারে যাবে না। তিনটি চেম্বারের সংযুক্ত শোষণকৃত তাপই রেফ্রিজারেশন ইফেক্ট বা P-h ডায়াগ্রাম h_1-h_4 দ্বারা দেখানো হয়েছে।

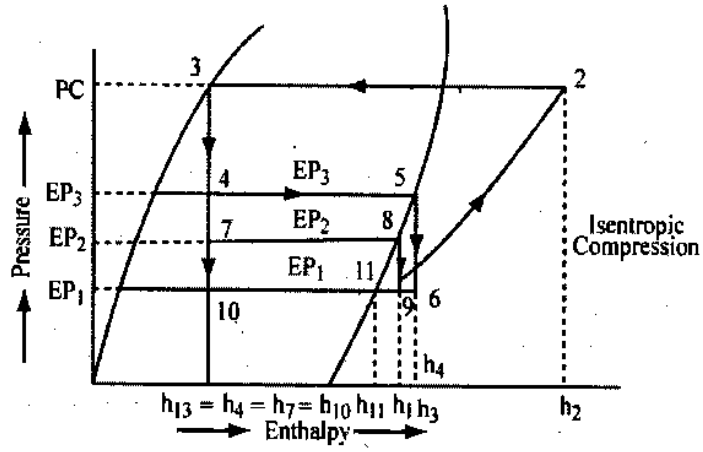
এ তিনটি চেম্বারের হিমায়ক সংযুক্ত হয়ে কম্প্রেসরে ফিরে যায় বা কম্প্রেসর টেনে নেয় তা আবার সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে কম্প্রেসরে যায়, সেখান থেকে ঘনীভবন হয়ে এক্সপানশন ভাল্‌ভের মাধ্যমে প্রেসার ড্রপ হয়ে ইভাপোরেটার যায় এভাবে চলতে থাকে।

৩.৪ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporators at different temperature with single compressor individual expansion valve and back pressure valve) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির ফ্লো ডায়াগ্রাম এবং P-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা নিম্নে দেয়া হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperatures with single compressor, individual expansion valves and back pressure valves.



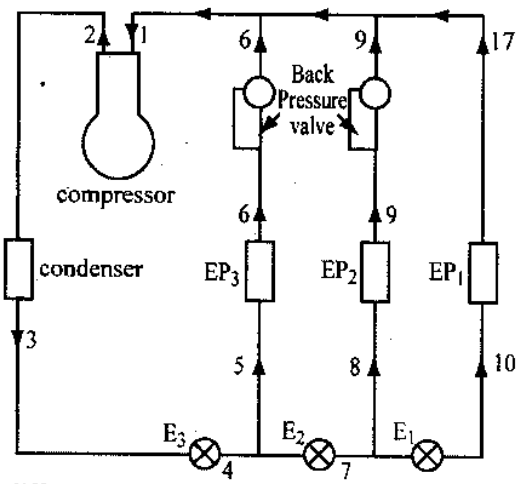
চিত্র ঃ ৩.২ ভিন্ন তাপমাত্রা ও একাধিক ইভাপোরেটর সম্বলিত বাষ্প সংকোচন প্রণালি

বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সারের পরে তিনটি ভিন্ন কক্ষের জন্য পৃথক তিনটি এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর থাকে। এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_1, E_2, E_3 হিমায়কের চাপ কমিয়ে (প্রেসার ড্রপ করে) ইভাপোরেটরে পাঠায়। ইভাপোরেটর EP_1, EP_2 ও EP_3 এর চাপের পার্থক্য থাকায় চাপের ক্ষমতা আনার জন্য ইভাপোরেটর EP_2 ও EP_3 এর পরে ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ বসানো থাকে, যা উপরের চিত্র ও P-h ডায়াগ্রামে দেয়া আছে।

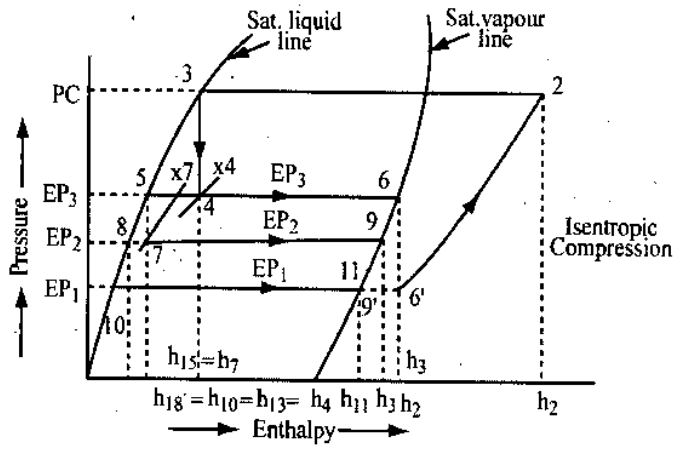
এ পদ্ধতিতে প্রতিটি কক্ষে ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। প্রতিটি কক্ষে বা চেম্বারে বিভিন্ন প্রকার খাদ্যদ্রব্য সামগ্রী সংরক্ষণ করা যায়।

৩.৫ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporator at different temperature with single compressor, multiple expansion and back pressure valve) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-h ডায়াগ্রামসহ নিম্নে বর্ণনা করা হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperatures with single compressor, individual expansion valves and back pressure valves.

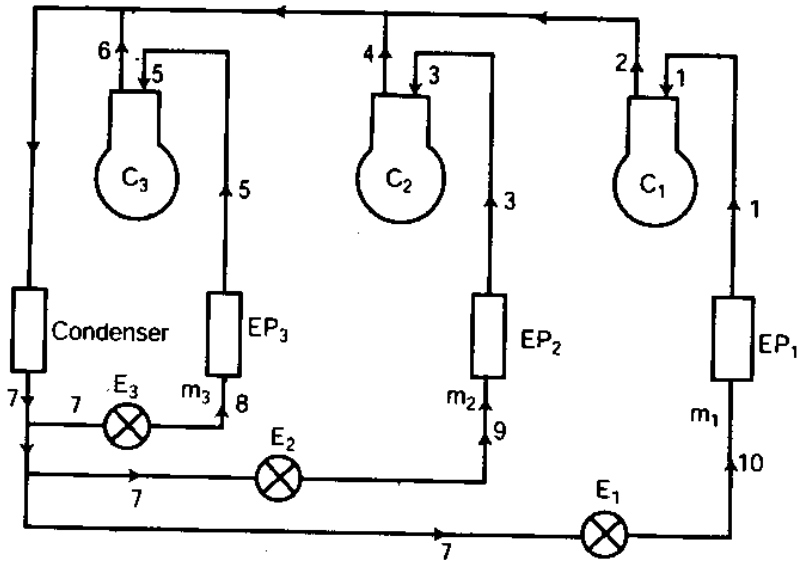


চিত্র ঃ ৩.৩ একাধিক এক্সাপানশন ভাল্ব সম্বলিত বাষ্প সংকোচন প্রণালি

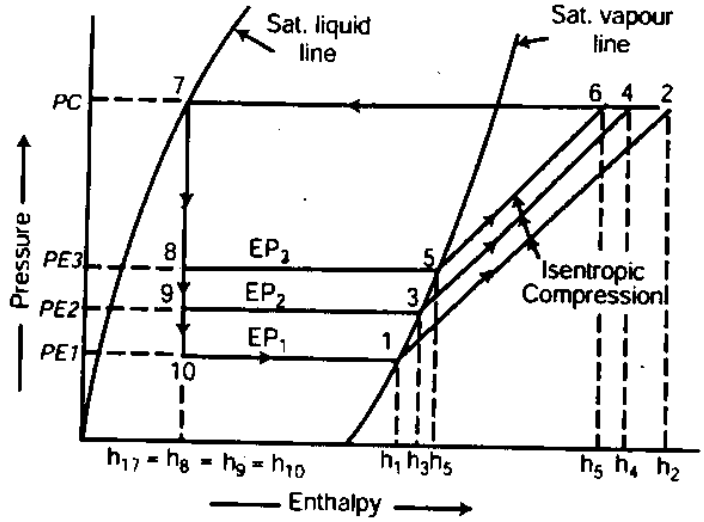
বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সার থেকে আগত তরল হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_3 এর মাধ্যমে প্রেসার ড্রপ করে তরল হিমায়ক EP_3 এর চাহিদা অনুযায়ী পর্যাপ্ত হিমায়ক প্রেরণ করে এবং অবশিষ্ট তরল হিমায়ক আরও কিছুটা শীতল হয় বাষ্পায়নের মাধ্যমে। এরপর এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_2 এর মাধ্যমে আরও চাপ কমিয়ে তরল হিমায়ক পাঠানো হয়, সেখান থেকে EP_3 ইভাপোরেটরের চাহিদা অনুযায়ী পাঠানো হয় এবং পরে অবশিষ্ট হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_1 এর মাধ্যমে আরও প্রেসার ড্রপ করে পাঠানো হয়। ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ ব্যবহারের কারণ পূর্বেই জেনেছি।

৩.৬ বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporators at different temperature with individual compressor and individual expansion valve) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর, এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-h ডায়াগ্রামসহ নিম্নে বর্ণনা করা হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperature with individual compressors, and individual expansion valves.

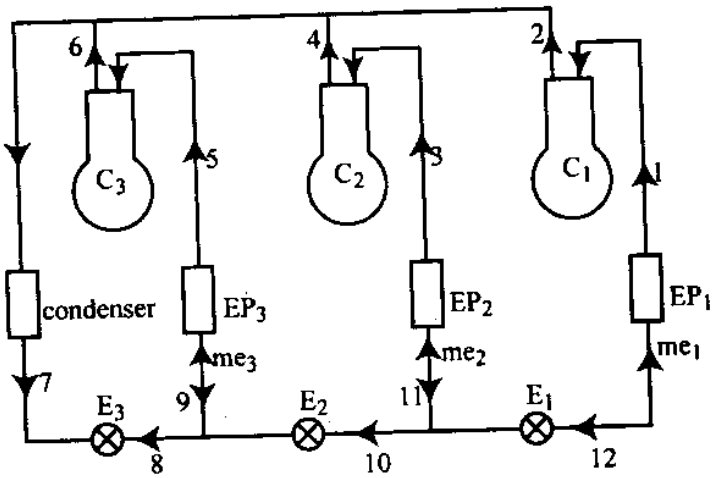


চিত্র ঃ ৩.৪ পৃথক কম্প্রেসর সম্বলিত বাষ্প সংকোচন প্রণালি

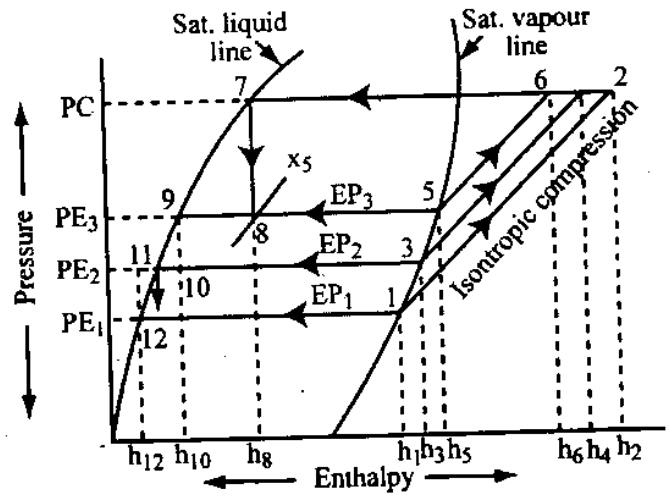
বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সার থেকে আগত হিমায়ক তিনটি লাইনে ভাগ হয়ে আলাদা এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর হতে তাপ শোষণ করে হিমায়ক কম্প্রেসরে ফিরে আসে। তিনটি কম্প্রেসরই সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে চাপ ও তাপ বাড়িয়ে আবার কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়। এ পদ্ধতিতে আলাদা আলাদা কক্ষে ভিন্ন তাপমাত্রায় নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

৩.৭ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporators at different temperature with individual compressor and multiple expansion valves) ঃ

বিভিন্ন তামমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র ও P-h ডায়াগ্রামের মাধ্যমে নিম্নে দেখানো হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperatures with individual compressors and multiple expansion valves.

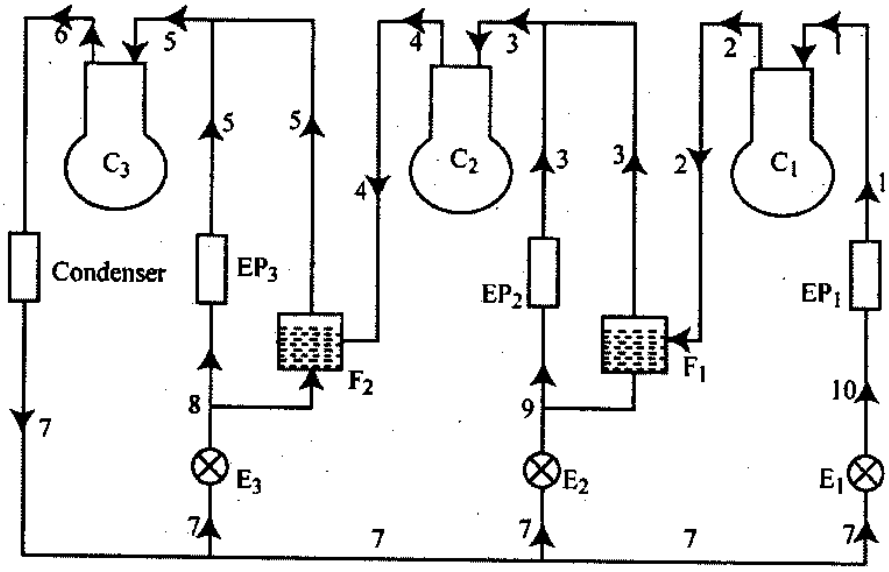


চিত্র ঃ ৩.৫ একাধিক কম্প্রেসর এক্সপানশন ডিভাইন এবং ইভাপোরেটর সম্বলিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

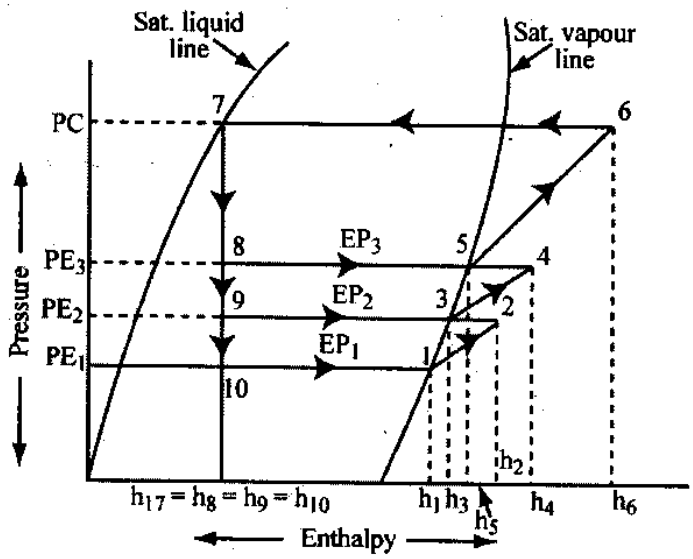
এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সারের পরে এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_3 প্রেসার ড্রপ করে কিছু হিমায়ক ইভাপোরেটর EP_3 দিয়ে কম্প্রেসর C_3 তে যায়। অবশিষ্ট হিমায়ক E_2 এর মাধ্যমে আবার প্রেসার ড্রপ হয়ে কিছু হিমায়ক EP_2 দিয়ে C_2 এবং অবশিষ্ট হিমায়ক E_1 এর মাধ্যমে প্রেসার ড্রপ হয়ে EP_1 দিয়ে C_1 কম্প্রেসরে যায়। কম্প্রেসরগুলো হিমায়ককে সংকোচন করে কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়। এভাবে চক্রটি চলতে থাকে।

৩.৮ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ও ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporators at different temperatures with compound compressor, individual expanssion valve and flash intercooling) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ও ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-h ডায়াগ্রামের মাধ্যমে নিম্নে দেয়া হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different remperatures with compound compression, individual expansion valves and flash intercoolers.



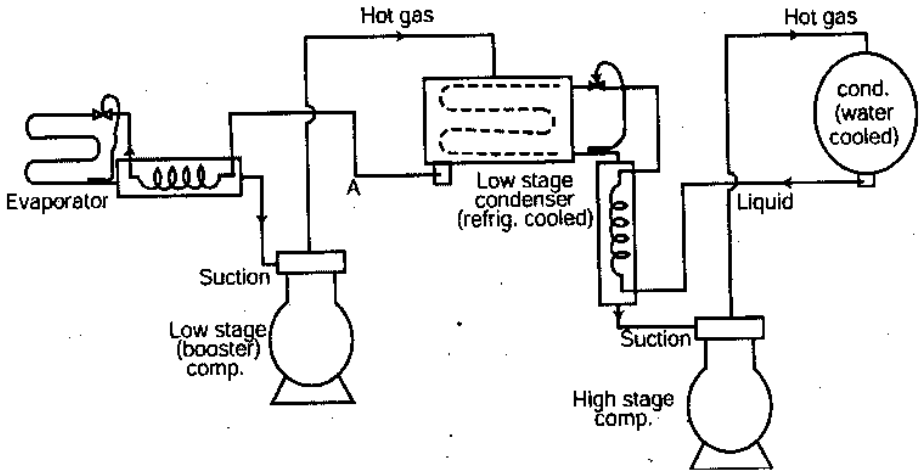
চিত্র ঃ ৩.৬ ফ্লাশ ইন্টার কুলার সম্বলিত বিভিন্ন তাপমাত্রায় বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

৩.৯ লো টেম্পারেচার রেফ্রিজারেশনে ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা (Descirbe the cascade system of low temperature refrigeration) ঃ

আমরা জানি যে, (– 40)° সেঃ তাপমাত্রার নিচে সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতি ব্যবহার লাভজনক নয়। হিমায়কের হিমাঙ্কের জন্য মাল্টিস্টেজ ব্যবহার করেও একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার নিচে হিমায়ন সম্ভব নয়। যেমন– অ্যামোনিয়ার হিমাঙ্ক (– 77.8)° সেঃ। সুতরাং বায়ুমণ্ডলীয় চাপে সিঙ্গেল বা মাল্টিস্টেজ ব্যবহার করেও (– 77.8)° সেঃ নিচে হিমায়ন সম্ভব নয়। এর চেয়ে নিচু তাপমাত্রার হিমায়নের জন্য আরও নিচু হিমাঙ্কের হিমায়ক ব্যবহৃত হয়। নিচের হিমায়কগুলোর হিমায়কের দিকে তাকালে নিম্ন তাপমাত্রার একটি সীমাবদ্ধতা দেখা যাবে–

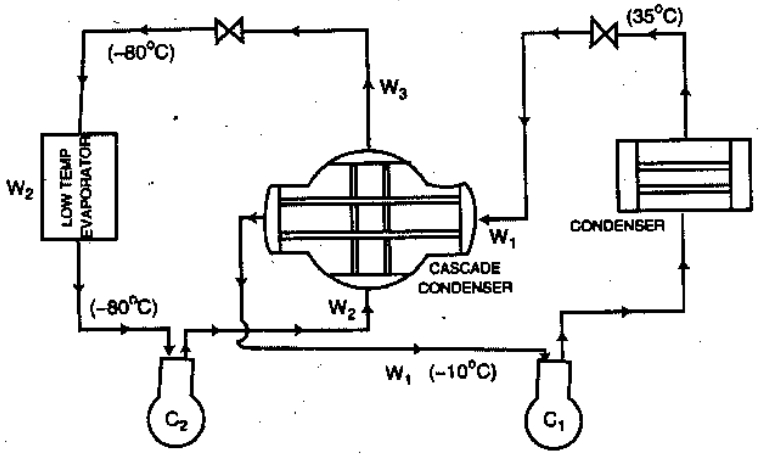
হিমায়ক	R-12	R-22	R-113	R-502	NH_3	502	Co_2
হিমাঙ্ক সেঃ	– 157.8	– 160	-35	—	– 77.8	– 75.6	– 56.7

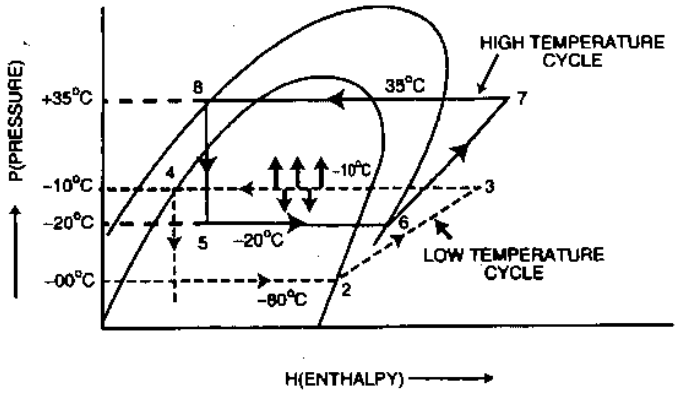
বিভিন্ন দিক বিশ্লেষণ ও পর্যালোচনা করে দেখা যায় যে, অতি নিম্নতাপমাত্রায় ক্যাস্‌কেড সিস্টেম অধিক উপযোগী। ১৮৭৭ সালে পিক্‌টেট (Picktet) অক্সিজেনকে তরল করার জন্য ক্যাসকেড সিস্টেমের উদ্ভব করেন।



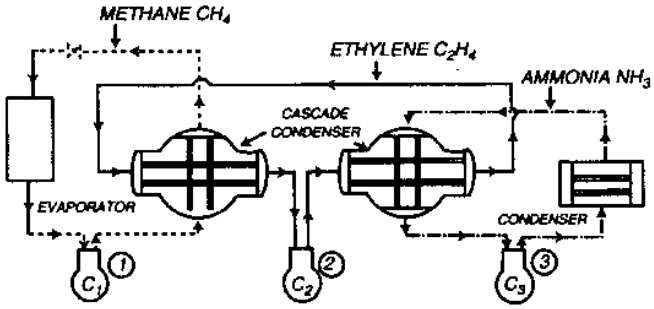
চিত্র ঃ ৩.৭ দ্বি-চক্র বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম

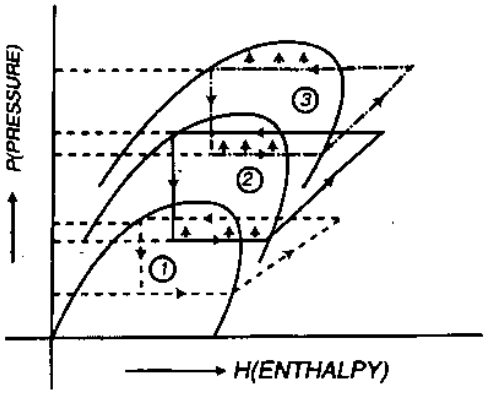
ক্যাসকেড সিস্টেমে দুই বা ততোধিক হিমায়ন চক্র মিলিত হয়ে একটি নিচু তাপমাত্রার সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে একটি ইভাপোরেটর অন্য একটি কন্ডেন্সারকে ঠাণ্ডা করে। নিম্ন তাপমাত্রার হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত কন্ডেন্সারকে ক্যাসকেড কন্ডেন্সার (Cascade condenser) বলে এবং হাই স্টেজের ইভাপোরেটর বলে, আসলে ইহা একটা তাপ বিনিময়কারী বা Heat exchanger। এ সময় দুই বা ততোধিক হিমায়ক ব্যবহৃত হয়।





চিত্র ঃ ৩.৮ দ্বি-ধাপ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম (Two stage cascade system)





চিত্র ঃ ৩.৯ তিন ধাপ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম

ক্যাসকেড সিস্টেম হিমায়কের একটি সেট হল মিথাইল ক্লোরাইড, ইথিলিন এবং অক্সিজেন (Methyle chloride, ethylene and oxygen); অ্যামোনিয়া, ইথিলিন, মিথেন এবং নাইট্রোজেন (Ammonia, ethylene, methane & nitrogen).

সুবিধা ঃ ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারে নিম্নলিখিত সুবিধাগুলো পাওয়া যায়–

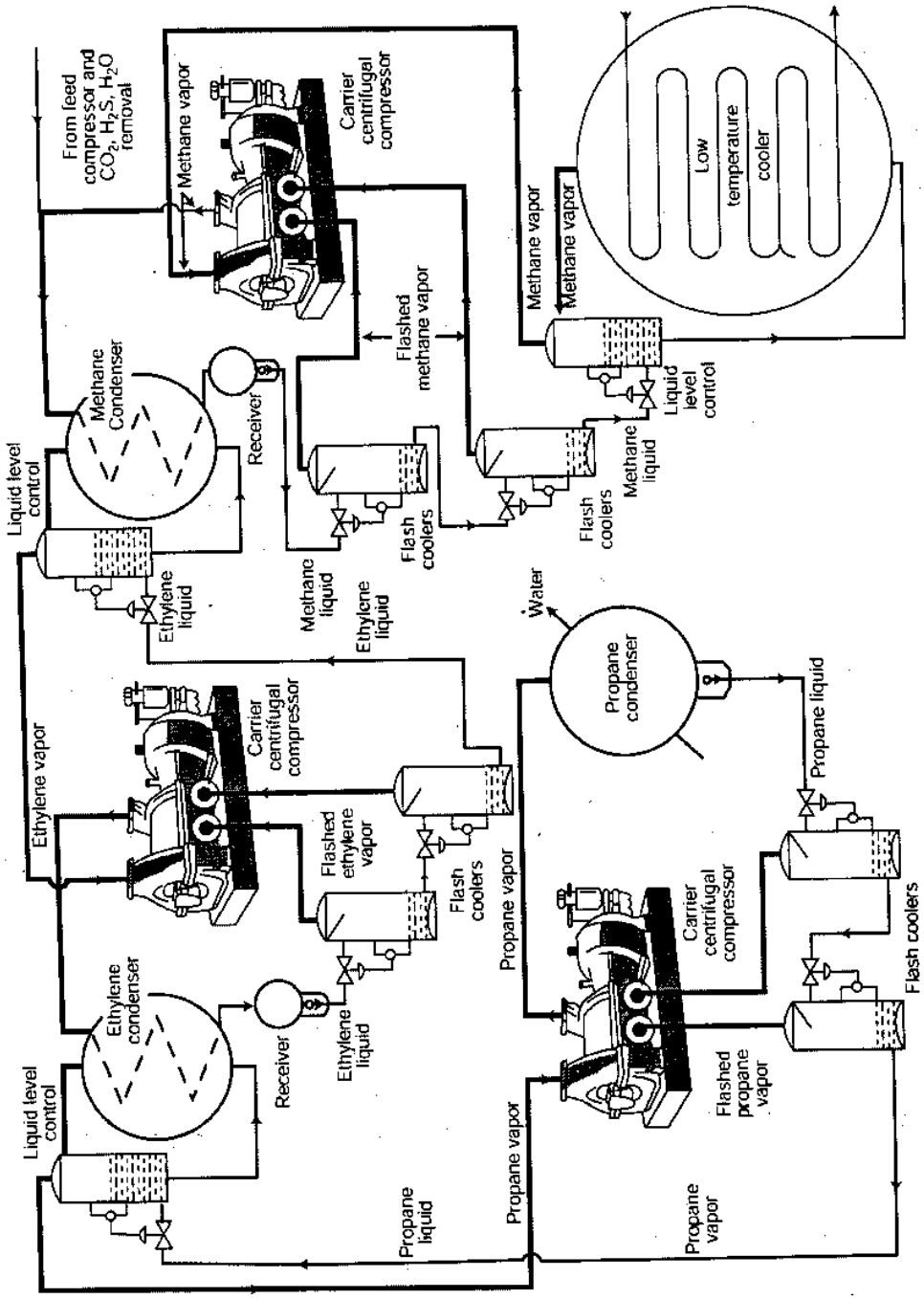
১। ক্যাসকেড সিস্টেমের দুই বা ততোধিক হিমায়ন চক্রই সহজ ও সরল।

২। যে হিমায়ক শূন্যতায় চালাতে হয় তা নিম্ন তাপমাত্রায় ধাপে এবং যে হিমায়কের ঘনীভবন চাপ কম সেটা উচ্চ ধাপে ব্যবহার করা যায়।

৩। যেহেতু প্রতিটি চক্র পৃথকভাবে চালিত হয় সেহেতু পিচ্ছিলকরণ (Lubrication) কোন সমস্যা নয়।

৪। উচ্চতর হিমাঙ্কের হিমায়ক উচ্চ ধাপে এবং নিম্নতর হিমাঙ্কের হিমায়ক নিম্ন ধাপে ব্যবহার করা হয়।

৫। তরল হিমায়কের সাথে ইন্টারকুলিং ব্যবহারে অধিক দক্ষতা পাওয়া যায়।



চিত্র ঃ ৩.১০ প্রপেন, ইথেন এবং মিথেন ব্যবহৃত তিন ধাপ সম্পন্ন ক্যাসকেড সিস্টেম

নিম্ন তাপমাত্রার জন্য হিমায়ক ঃ

নিম্নতাপমাত্রা সৃষ্টি করার জন্য দুই রকম হিমায়ক ব্যবহৃত হতে পারে। দুটি গ্রুপের হিমায়কের নাম নিম্নে দেয়া হল ঃ

১। একক হিমায়ক (Single refrigerant)

(ক) নাইট্রোজেন (ঘ) অক্সিজেন

(খ) হিলিয়াম (ঙ) ইথিলিন

(গ) মিথেন (চ) কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি।

২। বহুবিধ হিমায়ক (Multi refrigerant)

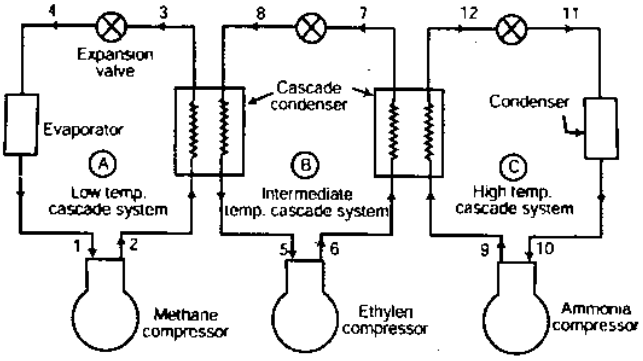
(ক) প্রপেন, ইথিলিন এবং মিথেন
(খ) অ্যামোনিয়া, ইথিলিন, মিথেন এবং নাইট্রোজেন
(গ) মিথেল ক্লোরাইড, ইথিলিন এবং অক্সিজেন
(ঘ) অ্যামোনিয়া, ইথেন এবং মিথেন
(ঙ) হিমায়ক-22 এবং হিমায়ক-13
(চ) হিমায়ক-12 এবং হিমায়ক-502 ইত্যাদি।

(বহুবিধ হিমায়কের নাম উচ্চ ধাপ থেকে নিম্ন ধাপের জন্য সাজানো আছে)

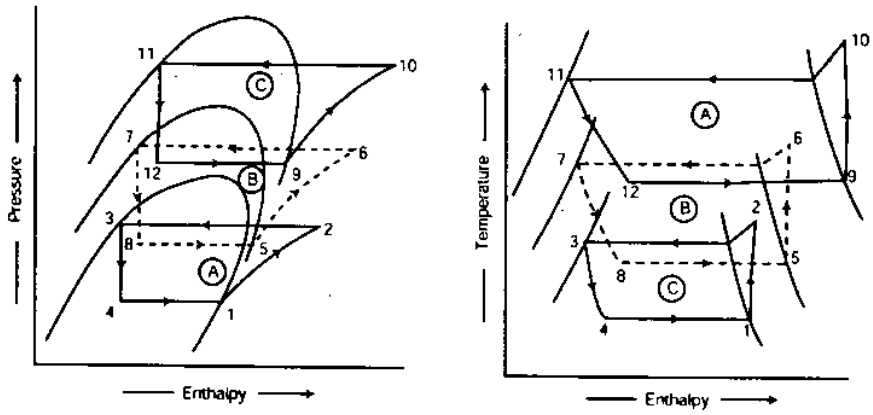
৩.১০ থ্রি-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের পরিকল্পিত ও পি-এইচ ডায়াগ্রাম বর্ণনা (Deseribe three stage casecade system with schematic and P-H diagram) ঃ

থ্রি-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমে তিনটি কম্প্রেসার, দুইটি ক্যাসকেড কন্ডেন্সার, একটি কন্ডেন্সার এবং ইভাপোরেটরের সমন্বয়ে গঠিত। এক্ষেত্রে ১ম স্টেজের কন্ডেন্সার এবং ২য় স্টেজের ইভাপোরেটর হিসেবে কাজ করে। ফলে হিমায়কের শীতলতা আরও অত্যধিক বৃদ্ধি পায়।

কম্প্রেসর এর কন্ডেন্সার ২য় স্ট্রেজের ইভাপোরেটর কর্তৃক শীতল হয়। ৩য় স্টেজের ইভাপোরেটর ২য় স্ট্রেজের কন্ডেন্সারকে শীতল করে। প্রধান কন্ডেন্সার ৩য় স্টেজের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং প্রধান (Main) ইভাপোরেটর ১ম স্টেজের কম্প্রেসরের সাথে সংযুক্ত থাকে। ক্যাসকেড সিস্টেমে শুধুমাত্র নিম্ন তাপমাত্রার ইভাপোরেটরে কার্যকর রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (RE) পাওয়া যায়। উচ্চ তাপমাত্রা ক্যাসকেড সিস্টেমে উচ্চ স্ফুটনাংকের হিমায়ক ব্যবহৃত হয়। যেমন– R–12 অথবা R–22, নিম্ন তাপমাত্রার ক্যাসকেড সিস্টেমে নিম্ন স্ফুটনাংকের হিমায়ক ব্যবহৃত হয়। যেমন– R–13 অথবা R–13B1. স্ফুটনাংকের হিমায়কের অত্যন্ত উচুঁ চাপ থাকে, যা নিম্ন তাপমাত্রার ক্যাসকেড সিস্টেমের কম্প্রেসরে কম ডিসপ্লেসমেন্ট এবং অধিক COP নিশ্চিত করে।



(a) Schematic diagram of a three stage cascade system.

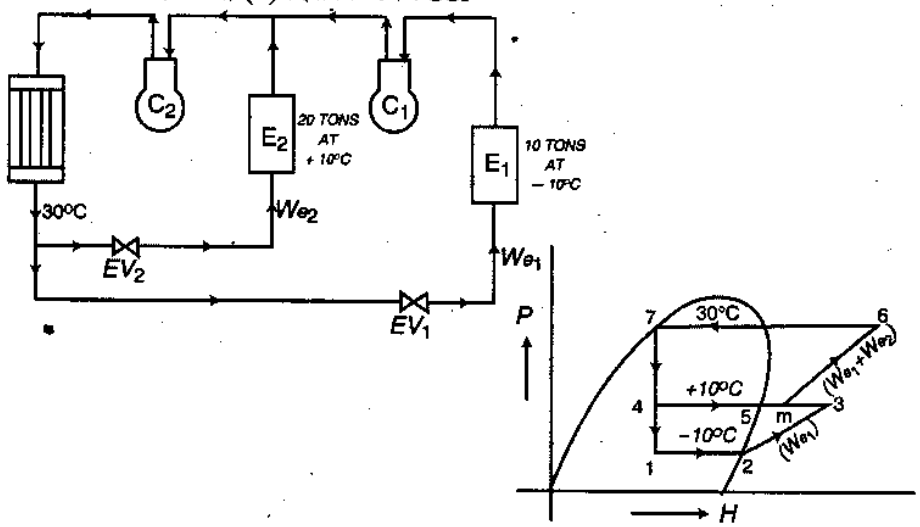


চিত্র ঃ ৩.১১ তিন স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম

১৮৭৭ সালে বিজ্ঞানী পিকটেট (Pictet) সর্বপ্রথম অক্সিজেন (O_2) তরল করার কাজে ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহার করেন। তিনি এতে সালফার ড্রাই-অক্সাইড (SO_2) এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) হিমায়ক হিসেবে ব্যবহার করেন। গ্যাস তরল করার কাজে অন্য একসেট হিমায়ক সচরাচর তিন-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। এতে অ্যামোনিয়া (NH_3), ইথিলিন (C_2H_4) এবং মিথেন (CH_4) হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যা উপরের চিত্রে P-H ডায়াগ্রামসহ বিস্তারিতভাবে দেখানো হয়েছে।

৩.১১ সমস্যা সমাধান (Solve problem) ঃ

উদাহরণ-৩.১ ঃ হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্র বিভিন্ন লোডে নিচের চিত্রের ন্যায় কাজ করে। নির্ণয় কর–
(ক) প্লান্ট চালাতে মোট অশ্বক্ষমতা; (খ) হিমায়ন চক্রের COP



চিত্র ঃ ৩.১২ টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতি

সমাধান ঃ

P-H চার্ট থেকে পাই

$H_1 = 136.5$ $\quad H_5 = 107$
$H_2 = 141.5$ $\quad H_6 = 137.7$
$H_3 = 140$ $\quad H_7 = 101.5$
$H_4 = 107$ $\quad H_8 = 101.5$

$[\, 3000 \frac{kg}{H} = 1 \therefore 50\ kg/m = 1\ ton \,]$

$$m_1 = \frac{10 \times 50}{H_1 - H_8} = \frac{500}{136.5 - 101.5}$$
$$= 14.286\ kg/mm$$

$$m_2 = \frac{20 \times 50}{H_6 - H_7} = \frac{1000}{137.7 - 101.5}$$
$$= \frac{1000}{36.2} = 27.623\ kg/mm$$

$$m_3 = \frac{x}{1-x}(m_1 + m_2)$$
$$= \frac{0.16}{0.84}(14.286 + 27.623)$$
$$= 7.983\ kg/min$$

C_1 এর জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বক্ষমতা $HP = \frac{m_1(H_2 - H_1)}{10.54} = \frac{14.286\,(141.5 - 136.5)}{10.54} = 6.777$

C_2 এর জন্য প্রয়োজনীয় অশ্বক্ষমতা $HP = \frac{m_2(H_3 - H_6)}{10.54} = \frac{27.623\,(140 - 137.7)}{10.54} = 6.03$

মোট অশ্বক্ষমতা $HP_T = 6.777 + 6.03$
$= 12.8$ **(উত্তর)**

$$= \frac{\text{মোট হিমায়ন}}{\text{মোট কাজ}}$$

চক্রের COP $= \frac{(20 + 10) \times 50}{12.8 \times 10.54} = 11.12$

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **ক্যাসকেড সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৫(পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১১ (পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড রিফ্রিজারেশন কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, কেসকেট রেফ্রিজারেশন সিস্টেম বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ দুই বা ততোধিক হিমায়ন চক্র মিলিত হয়ে একটি নিচু তাপমাত্রা সৃষ্টি করাকে ক্যাসকেড সিস্টেম বলে।

২। **ক্যাসকেড সিস্টেমে ব্যবহার করা যায় এমন দুটি হিমায়কের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ অ্যামোনিয়া, ইথিলিন, মিথেন।

৩। **মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ একাধিক কম্প্রেসর ব্যবহৃত প্ল্যান্টে একটি কন্ডেন্সার ও একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরপ একটি কোল্ড স্টোরেজ এর কথা ধরা যাক, যেখানে তিনটি স্টোরেজ কক্ষে একই তাপমাত্রায় ও আর্দ্রতায় বিভিন্ন খাদ্যদ্রব্য অথবা প্রতিটি কক্ষে ভিন্ন তাপমাত্রায় ও আর্দ্রতায় খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করতে হয়। ঐ সমস্ত স্থানে একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহার করে সুবিধা পাওয়া যায়।

৪। **মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহারের উদাহরণ দাও।** [বাকাশিবো-২০০৮,২০০৯]

উত্তর ঃ উদাহরণস্বরপ একটি কোল্ড স্টোরেজ এর কথা ধরা যাক, সেখানে তিনটি স্টোরেজ কক্ষে একই তাপমাত্রার ও আর্দ্রতায় বিভিন্ন খাদ্য দ্রব্য অথবা প্রতিটি কক্ষে ভিন্ন তাপমাত্রা ও আর্দ্রতায় খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করতে হয়। ঐ সমস্ত স্থানে একাধিক ইভাপোরেটরও কম্প্রেসর ব্যবহার করে সুবিধা পাওয়া যায়।

৫। **ব্যাক প্রেসার ভালভ-এর কাজ কী?**
অথবা, ব্যাক প্রেসার ভালভ কী কাজ করে লেখ? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ ইভাপোরেটর এর চাপের পার্থক্য থাকায় চাপের ক্ষমতা আনাই ব্যাক প্রেসার ভালভ-এর কাজ।

৬। **ক্যাসকেড কন্ডেনসার এর কাজ কী?**
অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার কাকে বলে। [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার কেন ব্যবহার করা হয়।

উত্তর ঃ নিম্নতাপমাত্রার হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত কন্ডেন্সারকে ক্যাসকেড কন্ডেন্সার বলে। এবং হাইস্টেজ ইবাপোরেটর বলে, ইহা একটি তাপ বিনিময়কারী বা Heat exchanger।

৭। **ইলেকট্রোপ্লেটিং কীসের তৈরি।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ ইলেকট্রোপ্লেটিং মূলত কপার এর তৈরি, এ ছাড়াও অ্যালুমিনিয়াম দ্বারাও ইলেকট্রোপ্লেটিং করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **ইভাপোরেটরের চাপ কমলে RE এবং WD এবং (COP এর উপর কী প্রভাব পড়ে?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ ইভাপোরেটরে চাপ কমলে RE কমে যায় ও COP-ও কমে যায়।

২। **ক্যাসকেড সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা কী?**

উত্তর ঃ ১৮৭৭ সালে বিজ্ঞানী পিকটেট সর্বপ্রথম (O_2) অক্সিজেন তরল করার কাজে ক্যাসকেট সিস্টেম ব্যবহার করেন। ক্যাসকেড সিস্টেমে উচ্চতর হিমাঙ্কের হিমায়ক উচ্চ ধাপে এবং নিম্নতর হিমাংকের হিমায়ক নিম্নধাপে ব্যবহার করা যায়, তরল হিমায়কের সাথে ইন্টারকুলির ব্যবহারে অধিক দক্ষতা পাওয়া যায়। উপরোল্লিখিত ব্যবহার বিধির জন্য ক্যাসকেড সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। বিভিন্ন দিক বিশ্লেষণ ও পর্যালোচনা করে দেখা যায় যে, অতি নিম্নমাত্রায় ক্যাসকেড সিস্টেম অধিক উপযোগী।

৩। একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত পদ্ধতির গুরুত্ব লিখ।

উত্তর ঃ একাধিক ইভাপোরেটর ও কম্প্রেসর ব্যবহৃত ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রকারভেদ নিম্নে দেয়া হল ঃ

১। একই তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ও একটি এক্সপানশন ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

২। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, আলাদা আলাদা এক্সপানশন ভাল্ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৩। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত সিস্টেম।

৪। বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর, এক্সপানশন ভাল্ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৫। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ, ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৬। বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর, ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি।

৪। মাল্টি রেফ্রিজারেন্টের নাম লিখ।

উত্তর ঃ মাল্টি রেফ্রিজারেন্টের নাম নিম্নে দেওয়া হল–

(ক) প্রপেন, ইথিলিন এবং মিথেন

(খ) অ্যামোনিয়া, ইথিলিন, মিথেন এবং নাইট্রোজেন

(গ) মিথেল ক্লোরাইড, ইথিলিন এবং অক্সিজেন

(ঘ) অ্যামোনিয়া, ইথেন এবং মিথেন

(ঙ) হিমায়ক-22 এবং হিমায়ক-13

(চ) হিমায়ক-12 এবং হিমায়ক-502 ইত্যাদি।

৫। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০, ২০১১ (পরি), ২০১২, ২০১৪]

অথবা, মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

মাল্টিস্টেজ সিস্টেম	ক্যাসকেড সিস্টেম
১। দুই বা ততোধিক কম্প্রেসর ব্যবহার করে বিভিন্ন ধাপে সংকোচন (কম্প্রেশন) করার প্রক্রিয়াকে মাল্টিস্টেজ সিস্টেম বলে।	১। দুই বা ততোধিক হিমায়নচক্র মিলিত হয়ে একটি নিচু তাপমাত্রা সৃষ্টি করাকে ক্যাসকেড সিস্টেম বলে।
২। তুলনামূলকভাবে লিকেজ লস কম হয়।	২। দুই বা ততোধিক হিমায়ন চক্র সহজ ও সরল।
৩। এটি সমমানের টর্ক সরবরাহ করে, ফলে ছোট আকারের ফ্লাই-হুইল প্রয়োজন হয়।	৩। প্রতিটি চক্র পৃথকভাবে চালিত হয় সেহেতু পিচ্ছিল করণ কোন সমস্যা নয়।
৪। COP বৃদ্ধি পায়।	৪। ইভাপোরেটরের চাপ কমলে COP কমে যায়।

৬। ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমে ব্যবহারের সুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ ক্যাসকেড সিস্টেমে ব্যবহারের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ–

ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারে নিম্নলিখিত সুবিধাগুলো পাওয়া যায়–

১। ক্যাসকেড সিস্টেমের দুই বা ততোধিক হিমায়ন চক্রই সহজ ও সরল।

২। যে হিমায়ক শূন্যতায় চালাতে হয় তা নিম্ন তাপমাত্রায় ধাপে এবং যে হিমায়কের ঘনীভবন চাপ কম সেটা উচ্চ ধাপে ব্যবহার করা যায়।

৩। যেহেতু প্রতিটি চক্র পৃথকভাবে চালিত হয় সেহেতু পিচ্ছিলকরণ (Lubrication) কোন সমস্যা নয়।

৪। উচ্চতর হিমাঙ্কের হিমায়ক উচ্চ ধাপে এবং নিম্নতর হিমায়কের হিমায়ক নিম্ন ধাপে ব্যবহার করা হয়।

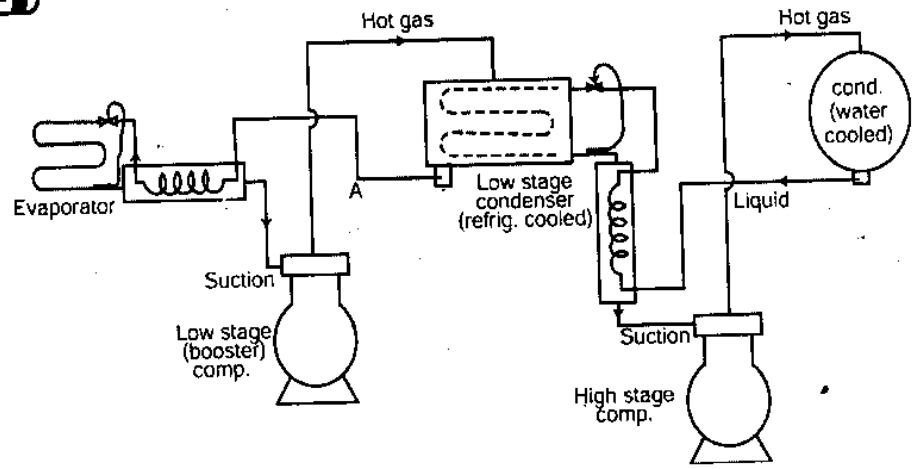
৫। তরল হিমায়কের সাথে ইন্টারকুলিং ব্যবহারে অধিক দক্ষতা পাওয়া যায়।

৭। **ব্যাক প্রেসার ভালভ কী কাজ করে লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর: ইভাপোরেটরে চাপের পার্থক্য থাকার কারণে চাপের ক্ষমতা আনার জন্যে ইভাপোরেটরে ব্যাক প্রেসার ভালভ বসানো থাকে। ব্যাক প্রেসার ভালভ মূলত চাপের ক্ষমতা সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ আনয়ন এর কাজ।

৮। **দু-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম PH ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]

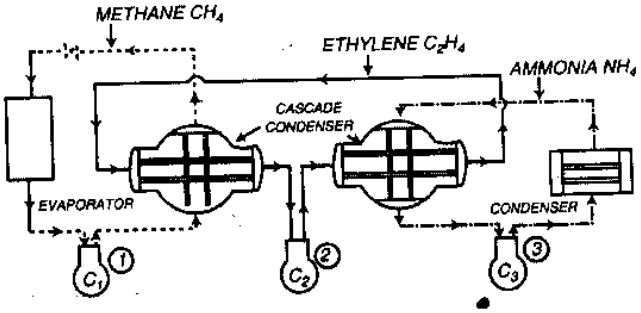
উত্তর:

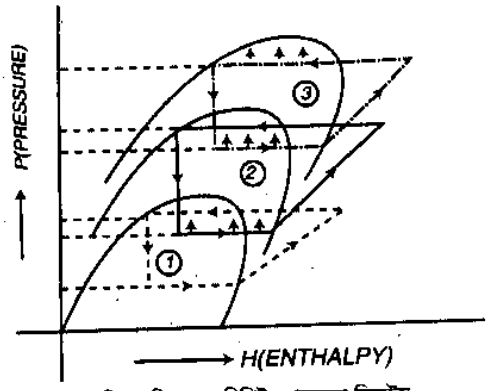


চিত্র ঃ দ্বি-চক্র বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম

৯। **ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।** [বাকাশিবো-২০০৪,২০০৭, ২০১০ (পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১০]

উত্তর:





চিত্র ঃ তিন ধাপ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **একাধিক ইভাপোরেটর এবং কম্প্রেসর ব্যবহৃত পদ্ধতির নামগুলো লিখ।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, আলাদা আলাদা এক্সপানশন ভাল্‌ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ, ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর, এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক এক্সপানশন ভাল্‌ভ, ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **বিভিন্ন তাপমাত্রায় একাধিক কম্প্রেসর, ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **কেসকেট রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে কীভাবে নিম্ন তাপমাত্রা সৃষ্টি করে তা বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০]

অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **থ্রী স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম এর প্রবাহ চিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **একটি টু-স্টেজ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র সহকারে কার্যপ্রণালি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। **মাল্টিস্টেজ কম্প্রেসন সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ২০১০]

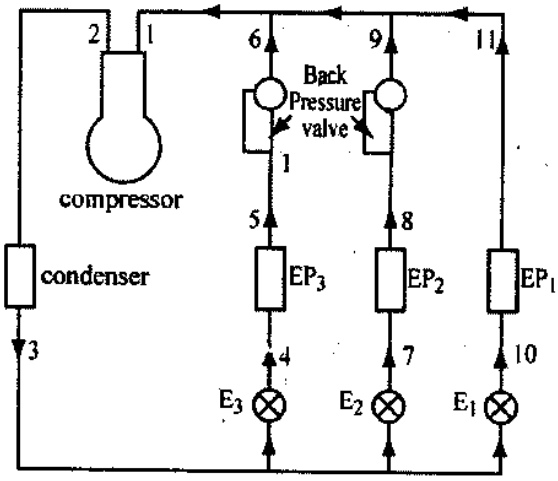
উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১। **মাল্টিপল এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত পদ্ধতির বিস্তারিত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯]

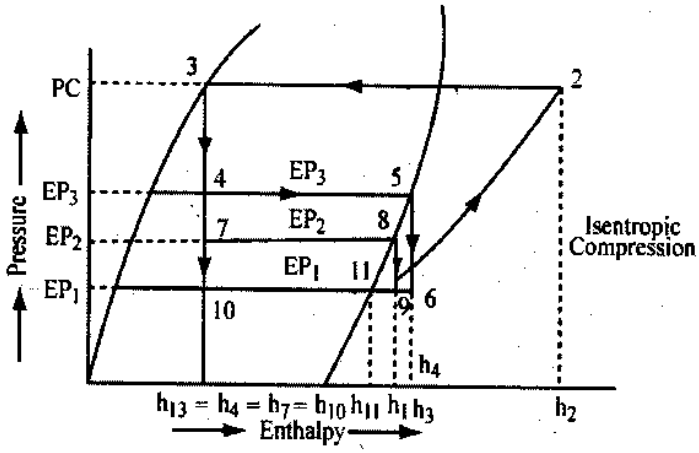
উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩.৪ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe the multiple evaporators at different temperature with single compressor individual expansion valve and back pressure valve) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর ভিন্ন ভিন্ন এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির ফ্লো ডায়াগ্রাম এবং P-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা নিম্নে দেয়া হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperatures with single compressor, individual expansion valves and back pressure valves.



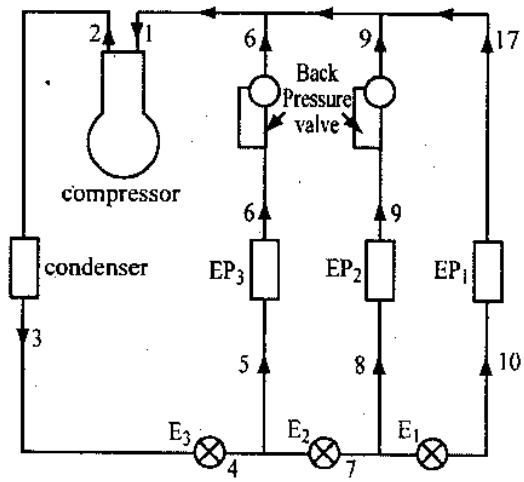
চিত্র ঃ ৩.২ ভিন্ন তাপমাত্রা ও একাধিক ইভাপোরেটর সম্বলিত বাষ্প সংকোচন প্রণালি

বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সারের পরে তিনটি ভিন্ন কক্ষের জন্য পৃথক তিনটি এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর থাকে। এক্সপানশন ভাল্‌ভ E_1, E_2, E_3 হিমায়কের চাপ কমিয়ে (প্রেসার ড্রপ করে) ইভাপোরেটরে পাঠায়। ইভাপোরেটর EP_1, EP_2 ও EP_3 এর চাপের পার্থক্য থাকায় চাপের ক্ষমতা আনার জন্য ইভাপোরেটর EP_2 ও EP_3 এর পরে ব্যাকপ্রেসার ভাল্‌ভ বসানো থাকে, যা উপরের চিত্র ও P-h ডায়াগ্রামে দেয়া আছে।

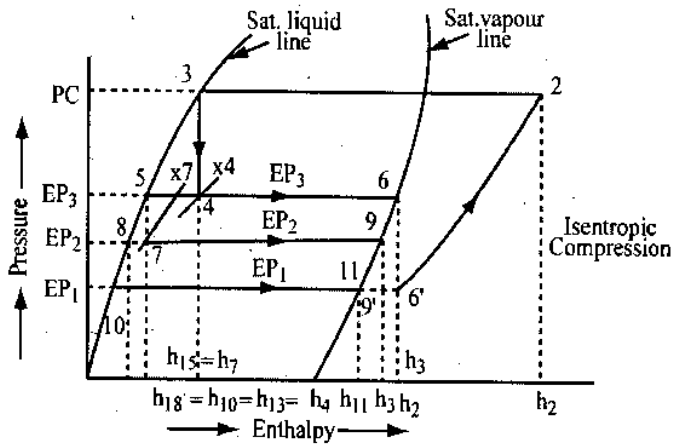
এ পদ্ধতিতে প্রতিটি কক্ষে ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। প্রতিটি কক্ষে বা চেম্বারে বিভিন্ন প্রকার খাদ্যদ্রব্য সামগ্রী সংরক্ষণ করা যায়।

৩.৫ বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর, একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি (Describe tbe multiple evaporator at different temperature with single compressor, multiple expansion and back pressure valve) ঃ

বিভিন্ন তাপমাত্রায় একটি কম্প্রেসর একাধিক এক্সপানশন ভাল্ভ ও ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ এবং একাধিক ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-h ডায়াগ্রামসহ নিম্নে বর্ণনা করা হল ঃ



(a) Multiple evaporators at different temperatures with single compressor, individual expansion valves and back pressure valves.



চিত্র ঃ ৩.৩ একাধিক এক্সাপানশন ভাল্ব সম্বলিত বাষ্প সংকোচন প্রণালি

বর্ণনা ঃ এ পদ্ধতিতে কন্ডেন্সার থেকে আগত তরল হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্ভ E_3 এর মাধ্যমে প্রেসার ড্রপ করে তরল হিমায়ক EP_3 এর চাহিদা অনুযায়ী পর্যাপ্ত হিমায়ক প্রেরণ করে এবং অবশিষ্ট তরল হিমায়ক আরও কিছুটা শীতল হয় বাষ্পায়নের মাধ্যমে। এরপর এক্সপানশন ভাল্ভ E_2 এর মাধ্যমে আরও চাপ কমিয়ে তরল হিমায়ক পাঠানো হয়, সেখান থেকে EP_3 ইভাপোরেটরের চাহিদা অনুযায়ী পাঠানো হয় এবং পরে অবশিষ্ট হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্ভ E_1 এর মাধ্যমে আরও প্রেসার ড্রপ করে পাঠানো হয়। ব্যাকপ্রেসার ভাল্ভ ব্যবহারের কারণ পূর্বেই জেনেছি।

অধ্যায়-৪

সোলার হিটিং সিস্টেম
(Solar Heating System)

৪.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

প্রতি বছর বিশ্বে জনপ্রতি শক্তির ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে। আর এ শক্তির চাহিদা পূরণের জন্য মানুষ তাপীয়, জলীয় ও আণবিক শক্তির ব্যবহার করছে। তাপীয় শক্তি উৎপাদনের জন্য আণবিক শক্তি, কয়লা ও প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার হয়। সম্পদের সীমাবদ্ধতার চিন্তা করে মানুষ বের করে ভিন্ন উপায়। অবশেষে সৌরশক্তি কাজে লাগানোর জন্য আত্মনিয়োগ করে।

বাংলাদেশে বছরে গড়ে আট মাস প্রতিদিন গড়ে অন্তত ছয় ঘণ্টা ভালই তাপ পাওয়া যায়। সূর্য পৃথিবী থেকে প্রায় পনেরো কোটি কিলোমিটার দূরে অবস্থিত। সূর্যের উপরিভাগের তাপমাত্রা প্রায় 57,000° সেঃ এবং বিকিরণজনিত তাপের পরিমাণ 7.38×10^7 W/m^2। বিরাট দূরত্বের জন্য পৃথিবীতে এ তাপের পরিমাণ প্রায় 1605.5 W/m^2 যা গড়ে 900 থেকে 1200 W/m^2। বাংলাদেশে তাপের তীব্রতা বছরে প্রতিদিন গড়ে 5000 থেকে 6000 $kcal/m^2$-day।

সৌরশক্তি যখন আমাদের দেশে বেশি পাওয়া যায় তখন বাড়ি, অফিস অধিক ঠাণ্ডা করার দরকার হয়। এটা আমাদের জন্য একটা বড় সুবিধা যে, অধিক চাহিদার সময় অধিক সৌরশক্তি পাওয়া যায়। কিন্তু শীতকালে অধিক শীতের সময় সৌরশক্তি কম পাওয়া যায়। আমাদের সমস্যা শীতকাল থেকে গ্রীষ্মকালে বেশি। গ্রীষ্মকালে সূর্যের তীব্রতা বেশি। তাই এ বিরাট প্রাকৃতিক তাপ সম্পদকে কাজে লাগাতে পারলে প্রচুর অর্থ সাশ্রয় করা যেত। আমরা প্রচুর তাপ সম্পদের অধিকারী হওয়া সত্ত্বেও গরিব ও প্রযুক্তির অভাবে এ বিরাট সম্পদকে কাজে লাগানো যাচ্ছে না। নিজস্ব উদ্যোগে রাসায়নিক বা অ্যাবজর্পশন (Absorption) পদ্ধতির চালিকাশক্তি সংস্কার/নবায়ন/নির্মাণ করে ব্যাপকভাবে বাংলাদেশে বাজারজাত করা যায়। আর এ পদ্ধতির চালিকাশক্তি হিসেবে সৌরশক্তিকে সহজেই কাজে লাগানো যায়। বিজ্ঞানী, প্রকৌশলী ও টেকনিশিয়ানরা এগিয়ে এলে এ কাজ অনেক সহজ হত।

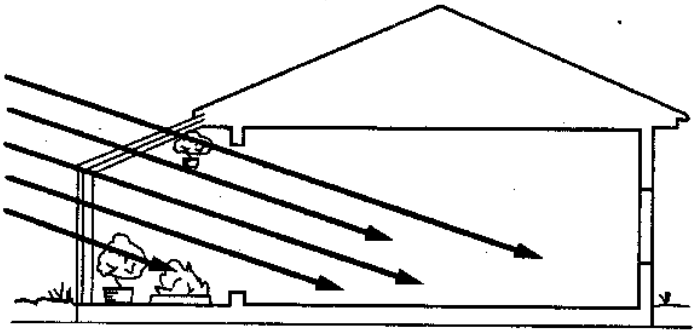
৪.১ সোলার হিটিং পদ্ধতি (Solar heating system) ঃ

সৌর তাপকে সংরক্ষণ করে কোন নির্দিষ্ট স্থান বা রুমকে হিটিং করার পদ্ধতিকে সোলার হিটিং পদ্ধতি (Solar heating system) বলে।

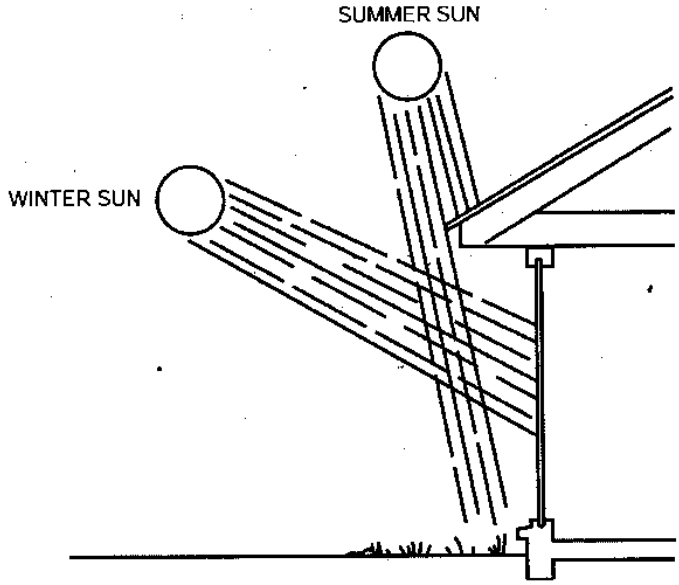
৪.২ সোলার হিটিং এর প্রকারভেদ (Type of solar heating) ঃ

প্রত্যক্ষ সৌরশক্তি (Direct solar energy) ঃ সূর্য পৃথিবীকে প্রচুর শক্তি প্রদান করে। প্রতি বর্গমিটারে এ তাপের পরিমাণ 1605.5 ওয়াট, যা প্রতিদিন গড়ে প্রতি বর্গমিটারে পাঁচ থেকে ছয় কিলো ক্যালরি তাপ উৎপন্ন করে। বিজ্ঞানী ও প্রকৌশলীদের জন্য এটা একটা বিরাট চ্যালেঞ্জ। এ চ্যালেঞ্জে জয়ী হতে হলে সকলের জানা থাকা দরকার কীভাবে সৌরশক্তি সংগ্রহ, সংরক্ষণ ও বিতরণ করা যায়। বাড়ি, ব্যবসা প্রতিষ্ঠান গরম ও ঠাণ্ডা করতে একে ব্যবহার করা যায়। অনেক দেশে এ লক্ষে কাজ চলছে যার অগ্রগতি কম।

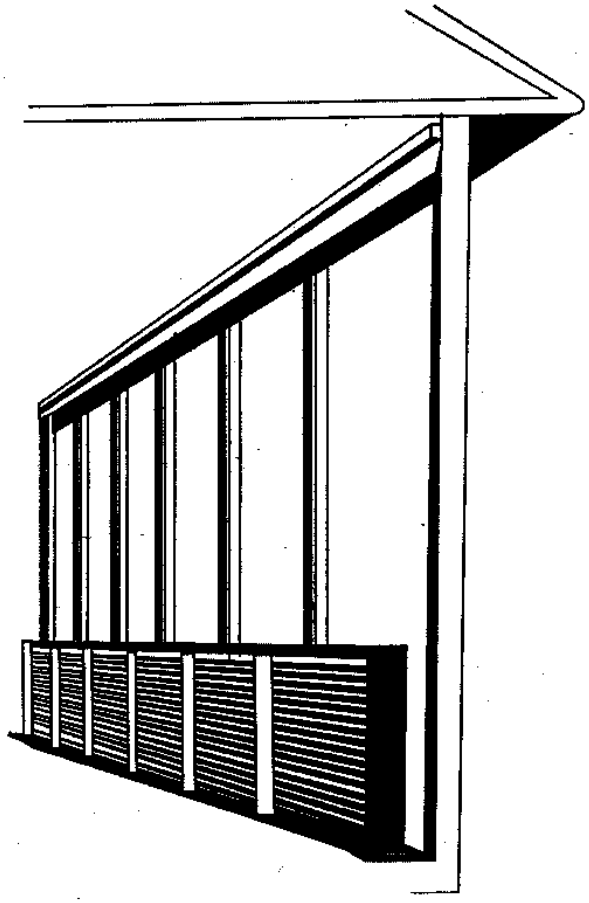
পরোক্ষ সৌরশক্তি (Passive solar energy) ঃ অনেক অবকাঠামোর গঠন এমনভাবে করা হয় যাতে সৌর তাপকে কাঠামোতে কাজে লাগানো যায়, একে Passive solar design বলে। যেমন– বাড়ির পূর্ব, দক্ষিণ এবং পশ্চিম দিকে অধিক কাচের জানালা এবং উত্তর দিকের দেয়ালে জানালা কম রাখা হয়, যাতে শীতকালে সূর্যতাপে বাড়ি গরম রাখা যায়।



চিত্র ঃ ৪.১ গ্রীনহাউজের মাধ্যমে তাপ সংরক্ষণ



চিত্র ঃ ৪.২ ঃ ঝুলন্ত ছাদ তাপ প্রবাহে বাধাও প্রদান করে

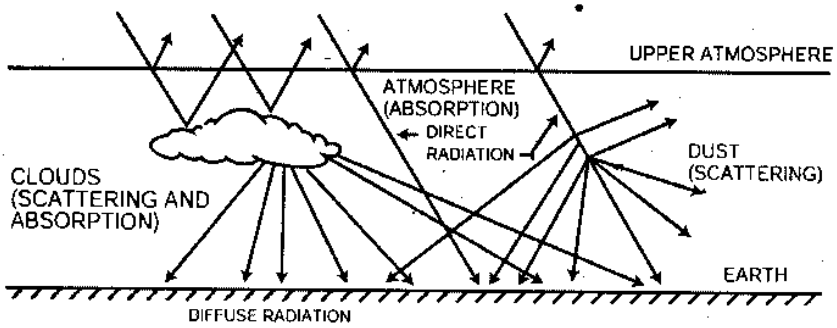


চিত্র ঃ ৪.৩ ঃ গ্লাস প্যানেলের নিচে টিউবের তরল দিনে বাষ্প হয় এবং রাতে কক্ষে তাপ হারিয়ে তরল হয়

Passive design এ যেসব বিষয়ের প্রতি গুরুত্ব দেয়া হয় তা হল–

* পূর্ব, দক্ষিণ ও পশ্চিম দিকে অধিক জানালা রাখা, যাতে শীতকালে অধিক পরিমাণে সৌরতাপ প্রবেশ করতে পারে এবং উত্তর দিকে জানালা কম রাখা, যাতে দেওয়ালে তাপ প্রতিরোধ হিসেবে কাজ করে।
* দক্ষিণ দিকে গ্রীনহাউজ রাখা, যাতে তাপ সংগ্রহ করতে পারে।
* জানালাতে সানশেড দিতে হবে, যাতে গ্রীষ্মকালে সৌরশক্তি বাধা পায় এবং শীতকালে কাচে সৌররশ্মি পড়ে।
* জানালাতে টিউবের মধ্যে তরল ভর্তি করে রাখতে হবে, যা দিনে তাপে বাষ্পীভূত হয় এবং রাতে তাপ দূরীভূত করে কক্ষ গরম রাখে।

প্রত্যক্ষ ও বিদীর্ণ তাপ (Direct & diffused radiation) ঃ সূর্যকে 'দিনের তারা' (Day star) বলা যায়। বিকিরণের ফলে সূর্যের তাপের আংশিক সরাসরি পৃথিবীতে আসে এবং বেশির ভাগ তাপ মেঘ এবং জলীয়কণা শোষণ করে। যে তাপ সরাসরি পৃথিবীতে পৌছে তাকে প্রত্যক্ষ বিকিরণ বা (Direct radiation) বা বিদীর্ণ তাপ বলে এবং প্রতিফলিত (Refleted) বা ভিন্ন পথে যে তাপ পৃথিবীতে আসে তাকে Diffuse radiation বা বিদীর্ণ তাপ বলে।

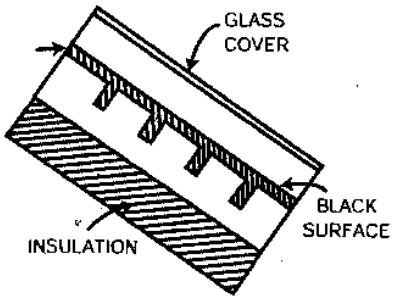


চিত্র ঃ ৪.৪ প্রত্যক্ষ ও বিদীর্ণ সৌরতাপ

৪.৩ বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রহের কার্যপদ্ধতি (The operation of different type of solar heat collection) ঃ

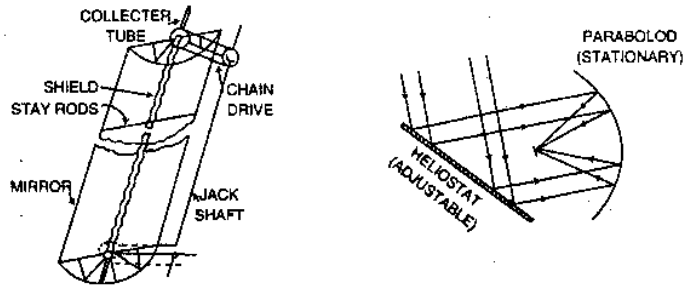
পৃথিবীর গায়ে যে সৌরতাপ পাওয়া যায় তা কারিগরি কোন কাজে লাগানো যায় না। এ তাপ কোন কালেক্টরে প্রথমে সংগ্রহ করা হয়। তারপর তা সঞ্চালনের মাধ্যমে কাজে লাগানো যায়। এ উদ্দেশ্য সম্পাদনের জন্য সোলার হিট কালেক্টরের উদ্ভাবন করা হয়। সোলার হিট কালেক্টর পাঁচ ধরনের–

ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর (Flat plate collector) ঃ ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের তলায় ধাতু নির্মিত টিউব বা প্লেট থাকে। এ প্লেটের নিচে তাপ প্রবাহ প্রতিরোধী থার্মোফাম/পলিওরেথিন থাকে। প্লেটের উপর কালো রঙ হয় এবং প্লেটের ভিতরে পানি বা অন্য কোন প্রবাহ রাখা হয়। প্লেটের উপর কিছু ফাঁকা রেখে এক বা দুই স্তর বিশিষ্ট গ্লাস প্যানেল বসানো হয়। শোষক, ইনসুলেশন এবং গ্লাস প্যানেল একত্রে একটি ধাতব ফ্রেমে আটকানো থাকে। এর সাথে পানি প্রবেশ এবং নির্গমনে সংযোগ থাকে। হিট কালেক্টরের মাধ্যমে বায়ুকে উত্তপ্ত করার কাজে ব্যবহৃত হলে তাপ শোষকের সাথে ফিন্স থাকে।



চিত্র ঃ ৪.৫ ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের প্রচ্ছদ চিত্র

ফ্ল্যাট প্লেট সংগ্রাহক গঠনে খুবই সহজ এবং সস্তা। কনসেনট্রেটিং কালেক্টর এর তুলনায় অধিক পরিমাণ বিদীর্ণ তাপ সংগ্রহ করতে পারে। আরও সুবিধা যে, এটা ঠাণ্ডা বা গরম করার কাজে ব্যবহৃত হয়। উত্তপ্ত করাই প্রধান উদ্দেশ্য হলে সমভূমি থেকে লেটিচুড অ্যাঙ্গেল এর চেয়ে 10 থেকে 20 ডিগ্রি বেশি কোণে স্থাপন করতে হয়।



চিত্র ঃ ৪.৬ প্যারাবোলিক কালেক্টর

কনসেনট্রেটিং সংগ্রাহক (Concentrating collector) ঃ

কনসেনট্রেটিং কালেক্টরের উপরে একটি অর্ধ বৃত্তাকার আয়না থাকে, যাতে অভ্যন্তরে অবস্থিত হিটারে সূর্যরশ্মি নিপতিত হতে পারে। আয়নায় প্রতিফলনের ফলে ছোট একটি কালেক্টরে প্রচুর তাপ শোষিত হয়। সিলভার বা অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি প্রতিফলকের উপর স্তর খুব মসৃণ হওয়ার ফলে অধিক পরিমাণ তাপ শোষিত হয়।

Characteristics of different solar collectors

Type of collector	Concentration ratio (C)	Working temperature range (°C)	Mean daily energy yield (kW/m^2-day)
Flat plate collector	1	Upto 70	4 at 50°C
High efficiency falt plate colletor	1	60 to 120	4 at 100°C
Fixed concentrator	3 to 5	100 to 150	5 at 150°C
Parabolic trough collector	10 to 50	150 to 350	5.5 at 250°C
Parabolic dish collector	200 to 500	250 to 700	6.5 at 450°C

টেবিল ঃ ৪.১ বিভিন্ন সৌর সংগ্রাহকের বৈশিষ্ট্য

বিভিন্ন ধরনের সোলার কুলিং পদ্ধতি এবং সিওপি (Different solar cooling systems and their COP)

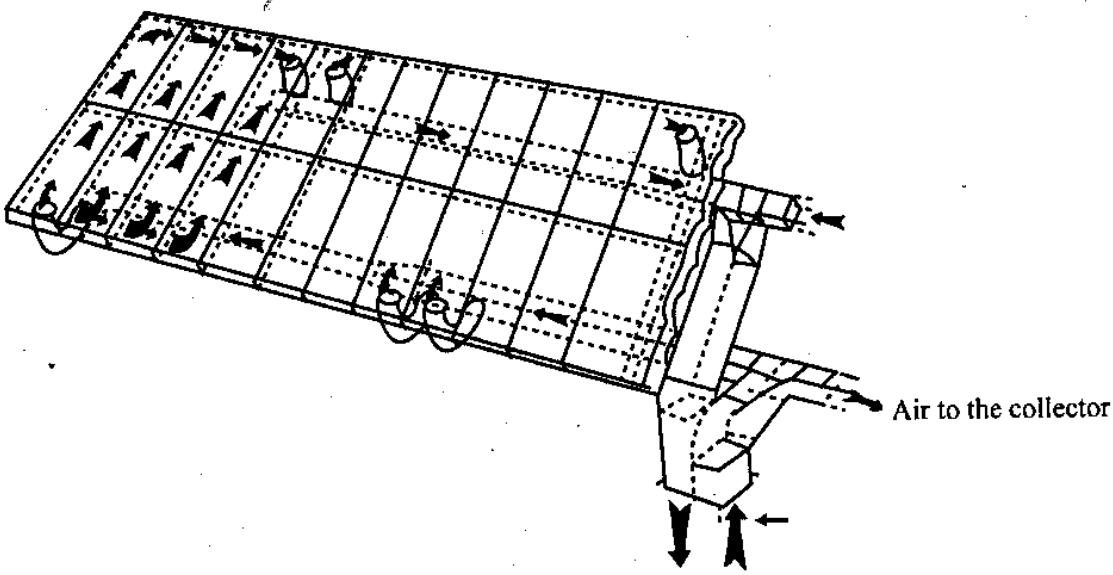
Type of solar energy conversion	Intermediate conversion	Cooling cycle	Combined COP
Black flat plate 30°C ambient temp. 90°C outlet temp. Efficiency of collection (30 to 40%)	None Mechanical power by rankine-cycle (h = 2 to 4%)	Absorption COP = 0.6 Vapour compression COP = 2.5	0.2 0.05 to 0.1
Selected flat plate 30°C ambient temp. 90°C outlet temp. Efficiency of collection (40 to 50%)	None Mechanical power by rankine-cycle (h = 3 to 10%)	Absorption COP = 0.6 Vapour compression COP = 2.5	0.07
Parabolic trough type concentration 30°C ambient temp. 100°C outlet temp. Efficiency of collection (50%)	None Mechanical power by rankine-cycle (h = 5 to 10%)	Absorption COP = 0.6 Vapour compression COP = 2.5	0.3 0.125
Solar cells Efficiency of conversion (5 to 15%)	Electrical to mechanical (h = 95%)	Vapour compression (COP = 2.5)	0.125

টেবিল ঃ ৪.২ সৌর সংগ্রহ পদ্ধতির কো ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স

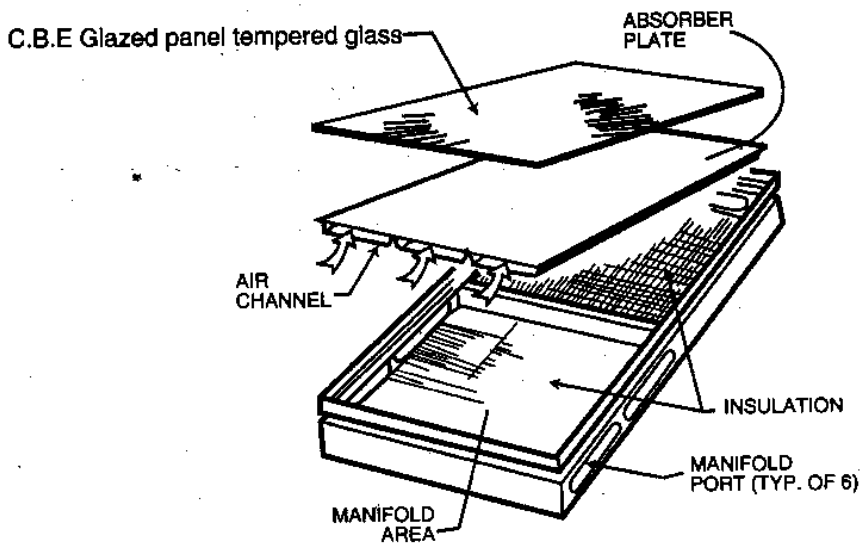
এয়ার সোলার কালেক্টর (Air solar collector) ঃ

এয়ার সোলার কালেক্টর একটি ধাতব ফ্রেম, এক বা একাধিক টেম্পারড গ্লাস, প্যানেল, একটি অ্যাবজর্ভার প্লেট, ইন্সুলেশন নিয়ে গঠিত। এ ধরনের সৌর সংগ্রাহক প্রধানত বায়ুকে উত্তপ্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

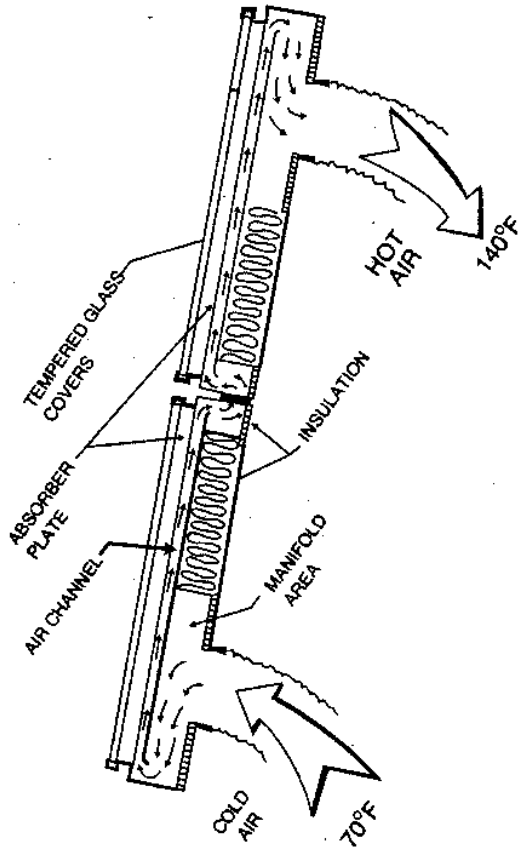
ডাক্ট থেকে ঠাণ্ডা বায়ু গ্রহণ করে এবং এ বায়ু কালেক্টর অতিক্রম করার সময় তাপ গ্রহণ করে। কালেক্টরের ভিতর বায়ু যাতে সরাসরি প্রবাহিত হতে না পারে সে জন্য ব্যাফল বসানো থাকে। ফলে বায়ু প্রবাহে অধিক সময় লাগে এবং অধিক তাপের বিনিময় ঘটে।



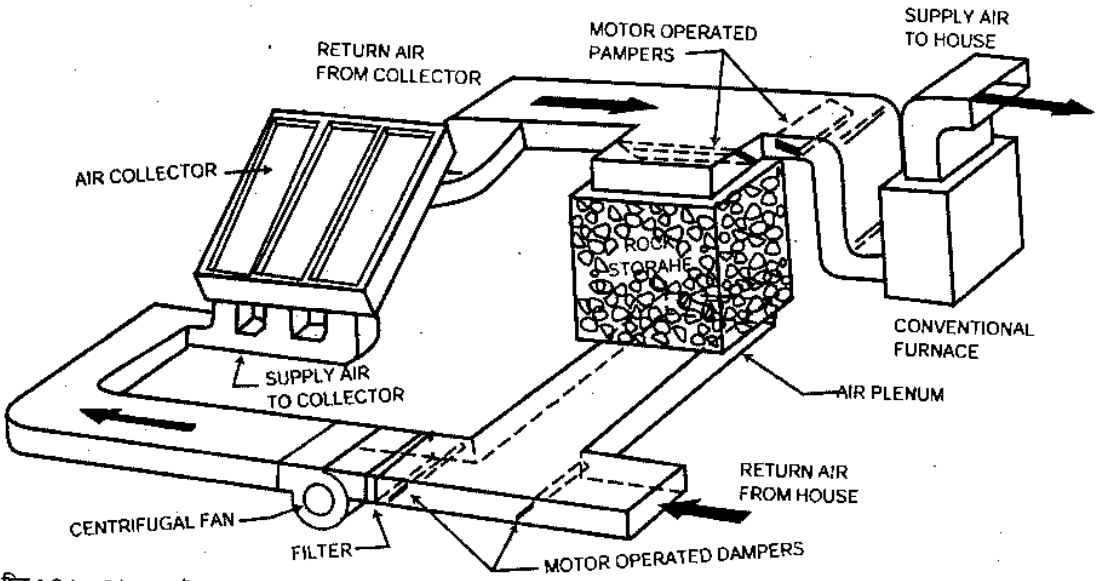
চিত্র ঃ ৪.৭ এয়ার সোলার হিট কালেক্টর



চিত্র ঃ ৪.৮ এয়ার সোলার কালেক্টরের গঠন



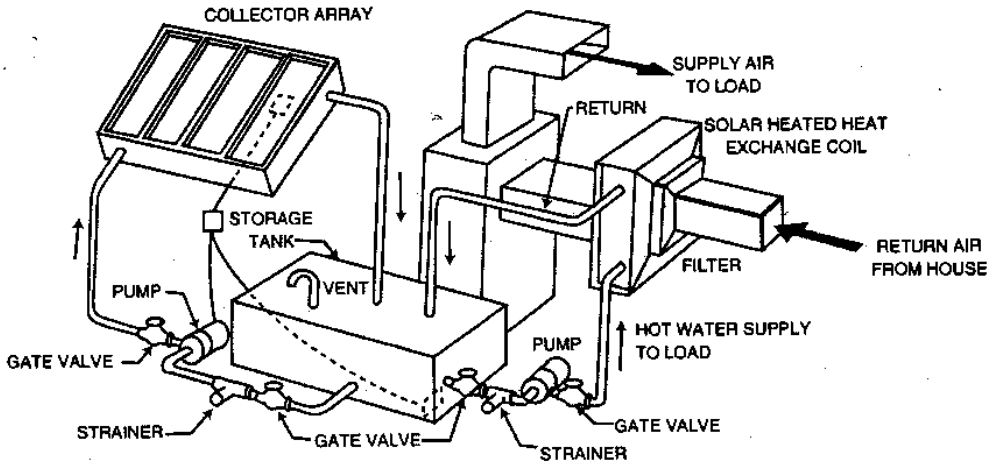
চিত্র ঃ ৪.৯ পাশাপাশি দুই এয়ার সোলার কালেক্টর



চিত্র ঃ ৪.১০ ব্লোয়ার, ডাক্ট, এয়ার সোলার কালেক্টর, প্লেনাম চেম্বার এবং ফারনেস যুক্ত সৌরতাপ কাজে লাগিয়ে কক্ষের বাতাস গরম করার ব্যবস্থা

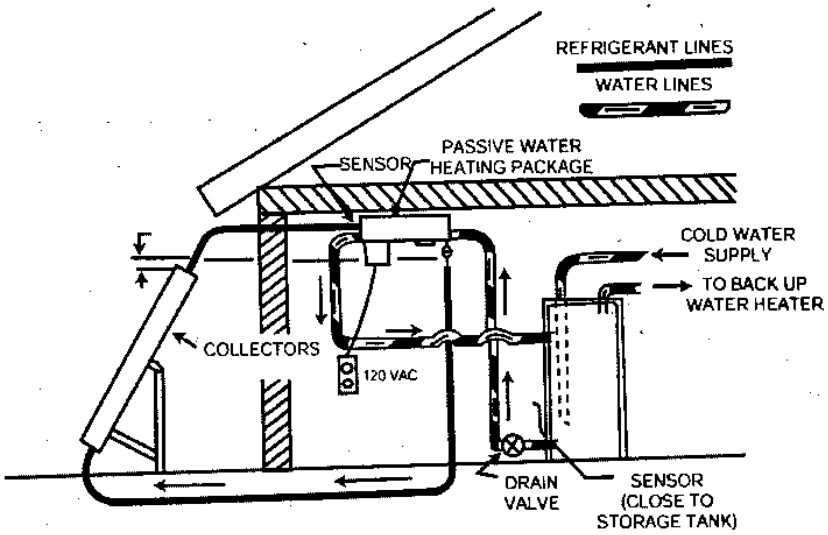
কালেক্টরের অ্যাবজর্ভার প্লেটে সূর্যরশ্মি পড়ে। বিকিরণজনিত কারণে প্রচুর তাপ অ্যাবজর্ভার শোষণ করে। এর উপর বায়ুপ্রবাহের ফলে উত্তপ্ত হয়।

লিকুইড সোলার কালেক্টর (Liquid solar collector) ঃ তরল সৌর সংগ্রাহক বা লিকুইড সোলার কালেক্টর অনেকটা এয়ার সোলার কালেক্টরের মত। বায়ুপ্রবাহের পরিবর্তে তরল প্রবাহিত হয়। কালেক্টরের ভিতরের তামার পাইপের ভিতর দিয়ে তলে প্রবাহিত হয়। তরল কালেক্টরে প্রবাহিত হওয়ার সময় প্রচুর তাপ গ্রহণ করে। একটি পাম্পের সাহায্যে পানি সৌর কালেক্টর হয়ে সংরক্ষণাগার বা স্টোরেজ ট্যাঙ্কে যায়। সংরক্ষণাগার থেকে গরম পানি পুনরায় গরম করে কক্ষ থেকে বায়ু পুনঃ উত্তপ্ত করার জন্য ফেরত নেয়া হয়। মনে রাখা দরকার যে কালেক্টর স্টোরেজ ট্যাঙ্কের উপরে বসাতে হয়।

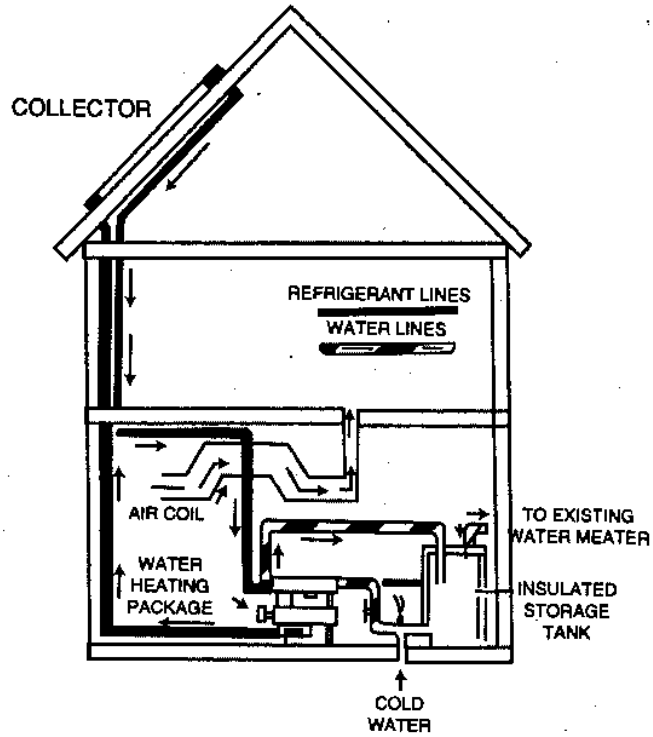


চিত্র ঃ ৪.১১ সৌরতাপ কাজে লাগিয়ে তরল পদার্থের মাধ্যমে কক্ষের বাতাস গরম করার ব্যবস্থা

রেফ্রিজারেন্ট-চার্জড পদ্ধতি কালেক্টর (Refrigerant charged collector) ঃ রেফ্রিজারেন্ট চার্জড পদ্ধতি পরোক্ষ বা প্রত্যক্ষ পদ্ধতির হতে পারে। পূর্বে যে দু'পদ্ধতি বর্ণনা করা হয়েছে অনেকটা তার মত। কালেক্টরে হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট তাপ গ্রহণ করে এবং এ তাপ একটি হিট এক্সচেঞ্জারের (Passive water heating package) মাধ্যমে কোন তরল পদার্থকে উত্তপ্ত করে। উত্তপ্ত তরল সংরক্ষণাগারে জমা রাখা হয়। সংরক্ষিত তরল কোন স্থান উত্তপ্ত রাখা বা আবাসিক ব্যবহারের জন্য গরম পানি সরবরাহের কাজে এ পদ্ধতিকে ফেজ চেঞ্জ পদ্ধতি বলে। বস্তু অবস্থান্তরিত হয়ে তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে। তাপ গ্রহণ করে চাপ বাড়ে ফলে চাপের পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এতে হিমায়কের প্রবাহ ঘটে। হিমায়ক কালেক্টরে তাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয় এবং ওয়াটার হিটিং প্যাকেজ (Water heating package) তাপ বর্জন করে তরলে পরিণত হয়। এভাবে একটি চক্র সম্পূর্ণ করে।



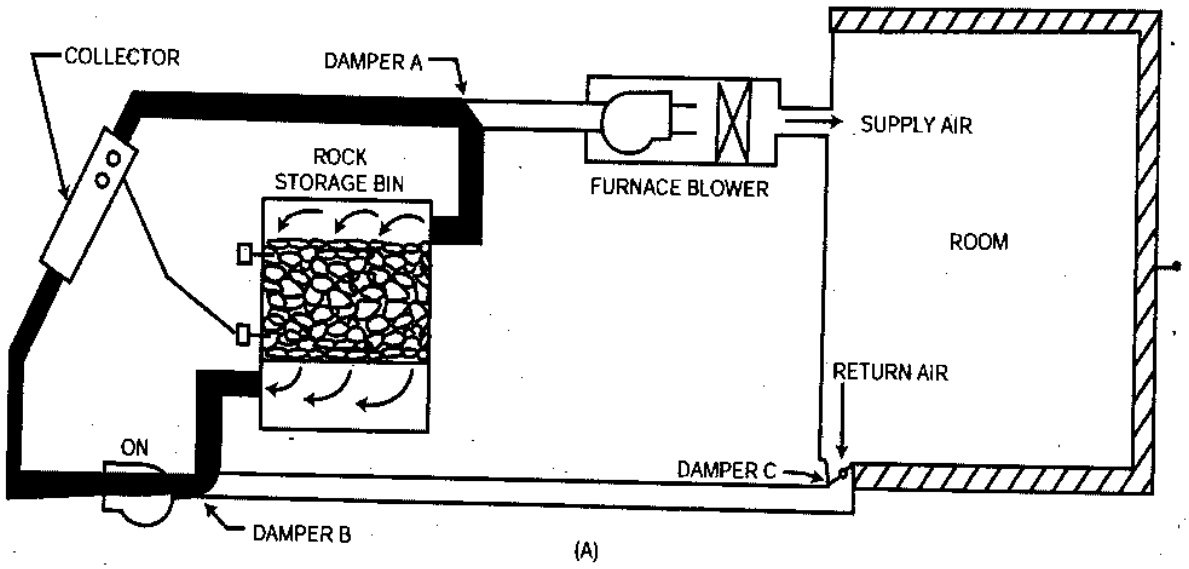
চিত্র ঃ ৪.১২ রেফ্রিজারেন্ট চার্জড সিস্টেম সৌরতাপ কাজে লাগিয়ে কার্যকর করে



ACTIVE SYSTEM–DIRECT AIR COIL AND WATER HEATING SYSTEM

চিত্র ঃ ৪.১৩ সোলার কালেক্টর বেশি উপরে বসানোর ফলে হিমায়ক পাম্পের মাধ্যমে পাঠাতে হয়

বায়ু উত্তপ্তকরণ পদ্ধতি ঃ

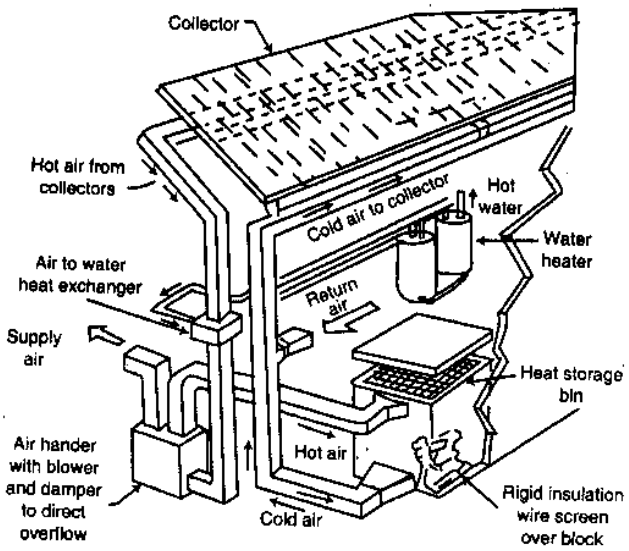


চিত্র ঃ ৪.১৪ দিনের বেলায় যখন কক্ষে তাপের দরকার হয় না তখন কালেক্টর তাপ সংগ্রহ করে এবং স্টোরেজ বিনে সংরক্ষণ করে। A এবং B বন্ধ থাকে

৪.৪ সৌর হিটিং পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the operation of solar heating system) ঃ

সৌর হিটিং পদ্ধতিকে সাধারণত দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে– ১। সোলার এয়ার টাইপ পদ্ধতি। ২। পানি/লিকুইড টাইপ পদ্ধতি।

১। সোলার এয়ার টাইপ পদ্ধতি (Solar air type system) ঃ এ পদ্ধতিতে কোন রুমকে হিটিং করার জন্য প্রয়োজনীয় বাতাসকে সরাসরি কালেক্টর দ্বারা প্রবাহিত করা হয়। চিত্রে একটি সোলার এয়ার টাইপ পদ্ধতি দেখানো হল।



চিত্র ঃ ৪.১৫ এয়ার-টাইপ হিটিং সিস্টেম (Air-type heating system)

কক্ষ/রুম থেকে রিটার্ন এয়ার ডাক্টের মাধ্যমে বাতাস টেনে নিয়ে সোলার কালেক্টরের মাধ্যমে বাতাস উত্তপ্ত বা গরম করে এয়ার হ্যান্ডেলারের মাধ্যমে কক্ষে প্রেরণ করা হয়। উত্তপ্ত বাতাসের কিছু অংশ এয়ার হ্যান্ডেলার হতে সরাসরি হিট স্টোরেজ বিনে চলে যায়। হিট স্টোরেজ বিনে গরম বাতাসের তাপ স্টোরেজ করে রাখে। সেখান থেকে বাতাস আবার কালেক্টরে চলে যায়। এভাবে রুম থেকে রিটার্ন এয়ার ডাক্টের মাধ্যমে বাতাস নিয়ে সোলার কালেক্টর হয়ে রুমে আসে। এভাবে অনবরত চলতে থাকে।

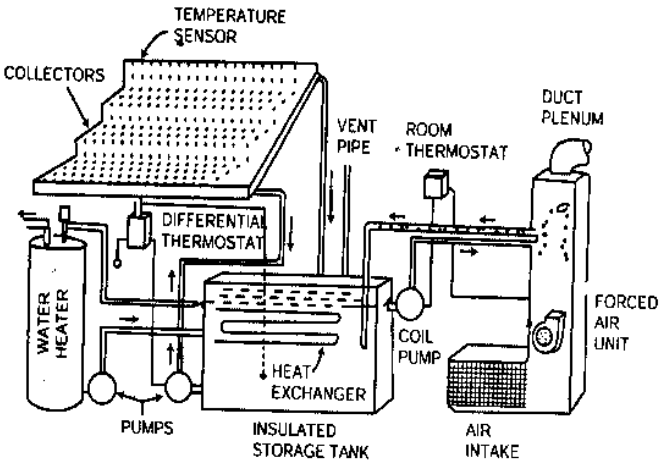
রাতের বেলায় যখন সৌরতাপ থাকে না তখন হিট স্টোরেজ বিনে যে তাপ ধরে রাখে সে তাপ দ্বারা বাতাস গরম হয়ে কালেক্টর হয়ে এয়ার টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার এর মাধ্যমে তাপের বিনিময় বাতাস আর গরম হয়ে কক্ষে প্রবেশ করে। ওয়াটার হিটারের দ্বারা পানি গরম হয়ে হিট এক্সচেঞ্জারে আসে।

৪.৫ লিকুইড/পানি টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the operation of liquid type solar heating system) ঃ

লিকুইড বা পানি টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতি এয়ার টাইপ সোলার হিটিং এর মত কাজ করে। এয়ার টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতি নিম্নে চিত্রসহ বর্ণনা করা হল ঃ

এ পদ্ধতিতে ইনসুলেটেড ওয়াটার স্টোরেজ ট্যাংকে পানি থাকে। এই পানি পাম্পের সাহায্যে কালেক্টরে পাঠানো হয়। কালেক্টর সূর্যের তাপে পানিকে উত্তপ্ত করে আবার স্টোরেজ ট্যাংকে পাঠিয়ে দেয়, এভাবে স্টোরেজ ট্যাংকে পানি গরম থাকে।

রাতের বেলায় যখন সৌরতাপ থাকে না তখন পানি কালেক্টরে উঠানোর পাম্পটি বন্ধ থাকে। পানি গরম করার জন্য ওয়াটার সংযুক্ত একটি ছোট ট্যাংকের সঙ্গে সংযুক্ত পাম্পটি চালু করা হয়। এবার পানি গরম করার কাজটি করে ওয়াটার হিটার, অন্য সকল প্রবাহ একইভাবে চলতে থাকে।



চিত্র ঃ ৪.১৬ পানি হিটিং পদ্ধতি (Water type heating system)

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **সোলার হিটিং কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, সোলার হিটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]

উত্তর : সৌর তাপকে সংরক্ষণ করে কোন নির্দিষ্ট স্থান বা রুমকে হিটিং করার পদ্ধতিকে সোলার হিটিং পদ্ধতি (Solar heating system) বলে।

২। **সোলার হিট অপারেটেড এয়ারকন্ডিশনিং-এর সংজ্ঞা দাও।**

উত্তর : সৌরতাপ ব্যবহার করে কোন রুম বা স্থানের বাতাসকে কন্ডিশনিং করার পদ্ধতিকে সোলার হিট অপারেটেড এয়ারকন্ডিশনিং বলে।

৩। **সোলার কালেক্টর কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, সোলার কালেক্টর এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, সোলার হিট কালেক্টর এর কাজ কী?

অথবা, সোলার হীট কালেক্টরের কাজ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর : পৃথিবী থেকে যে সৌরতাপ পাওয়া যায় তা সঞ্চালনের মাধ্যমে কাজে লাগানোর জন্য এক ধরনের কালেক্টর ব্যবহার করা হয়। একেই সোলার কালেক্টর বলে।

৪। **ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?** [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ০৭, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর : ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর নিম্নলিখিত উপাদান নিয়ে গঠিত–

(i) Insulation
(ii) Black surface.
(iii) Glass cover.

৫। **পরিব্যাপ্ত সৌরতাপ বিকিরণের সংজ্ঞা দাও।** [বাকশিবো-২০০৮]

উত্তর : সৌরতাপ বিকিরণের সিংহভাগই ছড়ানো ছিটানো অবস্থায় প্রতিফলিত হয়ে মহাশূন্যে ফিরে যায় এবং বায়ুমণ্ডল কর্তৃক শোষিত হয়। এই বিকিরণের একটি অংশ পুনরায় বিকিরণ প্রক্রিয়ায় সকল দিক থেকে সুষমভাবে ভূপৃষ্ঠে পৌঁছায়। তাকেই পরিব্যাপ্ত বিকিরণ বলে। মেঘাচ্ছন্ন আকাশের ক্ষেত্রে পরিব্যাপ্ত বিকিরণের পরিমাণ বেড়ে যায়।

৬। **এয়ার সোলার কালেক্টর কী?** [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, এয়ার সোলার কালেক্টর বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর : এয়ার সোলার কালেক্টর (Air solar collector) :

এয়ার সোলার কালেক্টর একটি ধাতব ফ্রেম, এক বা একাধিক টেম্পারড গ্লাস, প্যানেল, একটি অ্যাবজর্ভার প্লেট, ইন্সুলেশন নিয়ে গঠিত। এ ধরনের সৌর সংগ্রাহক প্রধানত বায়ুকে উত্তপ্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ডাক্ট থেকে ঠাণ্ডা বায়ু গ্রহণ করে এবং এ বায়ু কালেক্টর অতিক্রম করার সময় তাপ গ্রহণ করে। কালেক্টরের ভিতর বায়ু যাতে সরাসরি প্রবাহিত হতে না পারে সে জন্য ব্যাফল বসানো থাকে। ফলে বায়ু প্রবাহে অধিক সময় লাগে এবং অধিক তাপের বিনিময় ঘটে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সোলার হিট কোথায় কোথায় ব্যবহৃত হয়?**
অথবা, বাংলাদেশে সোলার হিটের প্রয়োগক্ষেত্রসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)] [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭]

উত্তর ঃ সোলার হিট নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় ঃ

১। গৃহের পানি গরম করার কাজে।
২। বাতাস গরম করার কাজে।
৩। সুইমিং পুলের পানি গরম করার কাজে।
৪। হিট পাম্পে।
৫। অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশনে।
৬। বিদ্যুৎ উৎপাদনে।
৭। স্যাটেলাইটে।
৮। খাদ্য শুষ্ককরণ ইত্যাদিতে।

২। **সোলার হিট কীভাবে সংরক্ষণ করা যায়?**

উত্তর ঃ সোলার এনার্জি সংরক্ষণ নিম্নলিখিতভাবে করা যায়–

১। পানিতে।
২। পাথরের ট্যাংকে।
৩। বায়ু ট্যাংকে।
৪। ব্যাটারিতে।

৩। **সোলার হিটিং কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ সোলার হিটিং ৩ প্রকার, যথা–

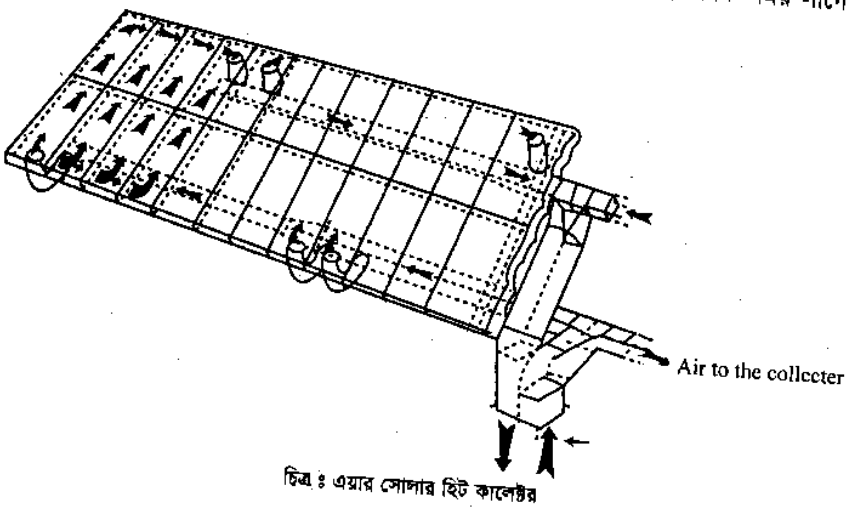
১। প্রত্যক্ষ সৌরশক্তি,
২। প্রত্যক্ষ ও বিদীর্ণ তাপ,
৩। পরোক্ষ সৌরশক্তি।

৪। **প্রত্যক্ষ ও বিদীর্ণ তাপ কী?**

উত্তর ঃ **প্রত্যক্ষ ও বিদীর্ণ তাপ (Direct & diffused radiation) ঃ** সূর্যকে 'দিনের তারা' (Day star) বলা যায়। বিকিরণের ফলে সূর্যের তাপের আংশিক সরাসরি পৃথিবীতে আসে এবং বেশির ভাগ তাপ মেঘ এবং জলীয়কণা শোষণ করে। যে তাপ সরাসরি পৃথিবীতে পৌঁছে তাকে প্রত্যক্ষ বিকিরণ বা (Direct radiation) বা বিদীর্ণ তাপ বলে এবং প্রতিফলিত (Refleted) বা ভিন্ন পথে যে তাপ পৃথিবীতে আসে তাকে Diffuse radiation বা বিদীর্ণ তাপ বলে।

৫। **এয়ার সোলার কালেক্টর চিত্রসহ লিখ।**

উত্তর ঃ **এয়ার সোলার কালেক্টর (Air solar collector) ঃ**
এয়ার সোলার কালেক্টর একটি ধাতব ফ্রেম, এক বা একাধিক টেম্পারড গ্লাস, প্যানেল, একটি অ্যাবজর্ভার প্লেট, ইন্সুলেশন নিয়ে গঠিত। এ ধরনের সৌর সংগ্রাহক প্রধানত বায়ুকে উত্তপ্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়। ডাক্ট থেকে ঠাণ্ডা বায়ু গ্রহণ করে এবং এ বায়ু কালেক্টর অতিক্রম করার সময় তাপ গ্রহণ করে। কালেক্টরের ভিতর বায়ু যাতে সরাসরি প্রবাহিত হতে না পারে সে জন্য ব্যাফল বসানো থাকে। ফলে বায়ু প্রবাহে অধিক সময় লাগে এবং অধিক তাপের বিনিময় ঘটে।



চিত্র ঃ এয়ার সোলার হিট কালেক্টর

৬। সোলার কালেক্টর কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, দু'টি সোলার কালেক্টরের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ সোলার কালেক্টর চার, প্রকার–

১। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর,
২। লিকুইড সোলার কালেক্টর,
৩। এয়ার সোলার কালেক্টর,
৪। রেফ্রিজারেন্ট চার্জড কালেক্টর।

৭। লিকুইড সোলার কালেক্টর কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২, ২০১৪]

উত্তর ঃ **লিকুইড সোলার কালেক্টর (Liquid solar collector) ঃ** তরল সৌর সংগ্রাহক বা লিকুইড সোলার কালেক্টর অনেকটা এয়ার সোলার কালেক্টরের মত। বায়ুপ্রবাহের পরিবর্তে তরল প্রবাহিত হয়। কালেক্টরের ভিতরের তামার পাইপের ভিতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হয়। তরল কালেক্টরে প্রবাহিত হওয়ার সময় প্রচুর তাপ গ্রহণ করে। একটি পাম্পের সাহায্যে পানি সৌর কালেক্টর হয়ে সংরক্ষণাগার বা স্টোরেজ ট্যাঙ্কে যায়। সংরক্ষণাগার থেকে গরম পানি পুনরায় গরম করে কক্ষ থেকে বায়ু পুনঃ উত্তপ্ত করার জন্য ফেরত নেয়া হয়। মনে রাখা দরকার যে কালেক্টর স্টোরেজ ট্যাঙ্কের উপরে বসাতে হয়।

৮। সোলার হিট কালেক্টরগুলো নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রাহকের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১৫(পরি)]
অথবা, দুটি সোলার কালেক্টর এর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ সোলার হিট কালেক্টরগুলো হল ঃ

১। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর।
২। কনসেনট্রেটিং কালেক্টর।
৩। এয়ার সোলার কালেক্টর।
৪। লিকুইড সোলার কালেক্টর।

৯। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের কাজ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ **ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর (Flat plate collector) ঃ** ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের তলায় ধাতু নির্মিত টিউব বা প্লেট থাকে। এ প্লেটের নিচে তাপ প্রবাহ প্রতিরোধী থার্মোফাম/পলিওরেথিন থাকে। প্লেটের উপর কালো রঙ হয় এবং প্লেটের ভিতরে পানি বা অন্য কোন প্রবাহ রাখা হয়। প্লেটের উপর কিছু ফাঁকা রেখে এক বা দুই স্তর বিশিষ্ট গ্লাস প্যানেল বসানো হয়। শোষক, ইনসুলেশন এবং গ্লাস প্যানেল একত্রে একটি ধাতব ফ্রেমে আটকানো থাকে। এর সাথে পানি প্রবেশ এবং নির্গমনে সংযোগ থাকে। হিট কালেক্টরের মাধ্যমে বায়ুকে উত্তপ্ত করার কাজে ব্যবহৃত হলে তাপ শোষকের সাথে ফিন্স থাকে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। লিকুইড টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। এয়ার টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। লিকুইড টার্বো সোলার হিটার এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৫

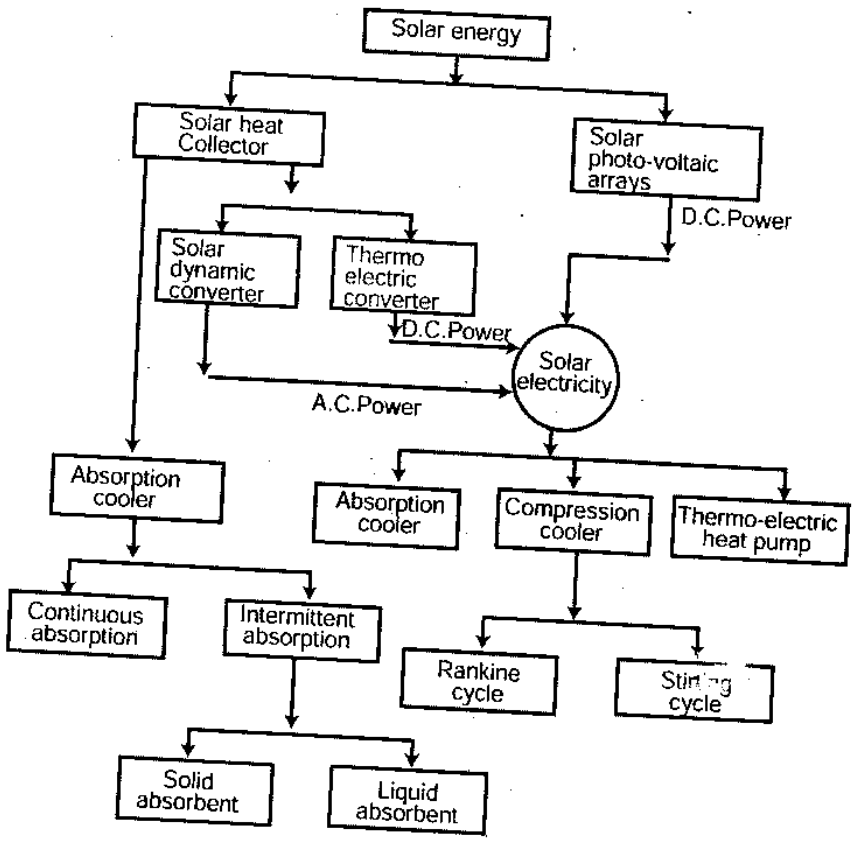
সোলার কুলিং সিস্টেম (Solar cooling system)

৫.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

সোলার অর্থ সৌর বা সূর্য এবং কুলিং অর্থ ঠাণ্ডা বা শীতলকরণ প্রণালি। সৌরশক্তি ব্যবহার করে কুলিং প্রক্রিয়াকরণ প্রণালিই হলো সোলার কুলিং সিস্টেম। সৌরশক্তির মাধ্যমে বাষ্প সংকোচন ও বাষ্প শোষণ উভয় পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে মোটরের পরিবর্তে স্টিম টারবাইন ব্যবহৃত হয়। সৌরতাপ সোলার হিট কালেক্টরের মাধ্যমে সঞ্চিত হয়। বর্তমান বিশ্বে বিনামূল্যে ও কম খরচে, স্বল্প পরিসরে বিপুল পরিমাণে বায়ুমণ্ডল হতে সৌরতাপ আহরণ করা সম্ভব। সোলারশক্তি সঞ্চিত করে ব্যাটারি চার্জ করে উক্ত ব্যাটারি হতে কনভার্টারের মাধ্যমে শক্তি বৃদ্ধি করে A/C, ফ্রিজ সহ অন্যান্য শীতলকরণ উপাদানসমূহকে পরিচালনা করা হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে সোলার কুলিং পদ্ধতি, শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ প্রণালি, ডিহিউমিডিফিকেশন প্রণালিসহ নানাবিধ বিষয় জ্ঞাত হওয়া যাবে।

৫.১ সোলার কুলিং পদ্ধতি (Solar cooling system) ঃ

সূর্য থেকে বা সৌরশক্তি ব্যবহার করে হিমায়ন চক্রকে চালু করে কুলিং বা ঠাণ্ডা করার পদ্ধতিকে সোলার কুলিং সিস্টেম বা সৌর কুলিং পদ্ধতি বলে।



চিত্র ঃ ৫.১ সৌরশক্তি বিভিন্নমুখী ব্যবহারের প্রবাহচিত্র

৫.২ সৌরশক্তি ব্যবহার করে বিভিন্ন প্রকার সৌর কুলিং পদ্ধতি (Mention the methods of cooling by using solar energy) ঃ

সৌরশক্তির মাধ্যমে হিমায়ন সম্ভব। বেশ কয়েকটি পদ্ধতিতে এ কাজ করা হয়। তবে প্রধানত যে পদ্ধতিগুলো ব্যবহার করা হয় তা হল–

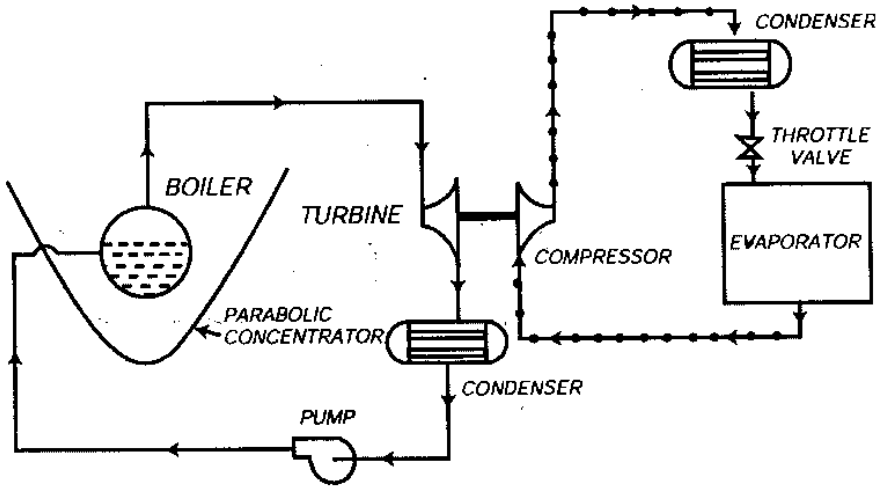
১। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি (Vapor Compressor System)
   (ক) পানি বাষ্পের মাধ্যমে কম্প্রেসর চালনা
   (খ) হিমায়ক চালনা (র‍্যাংকিন সাইকেল)

২। শোষণ পদ্ধতি (Absorption System)
   (ক) অনবরত শোষণ পদ্ধতি (Continuous absorption system)
   (খ) কঠিন শোষকের মাধ্যম (Solid absorption system)।

৫.৩ বিভিন্ন প্রকার সোলার কুলিং পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the operation of the different types of solar cooling system) ঃ

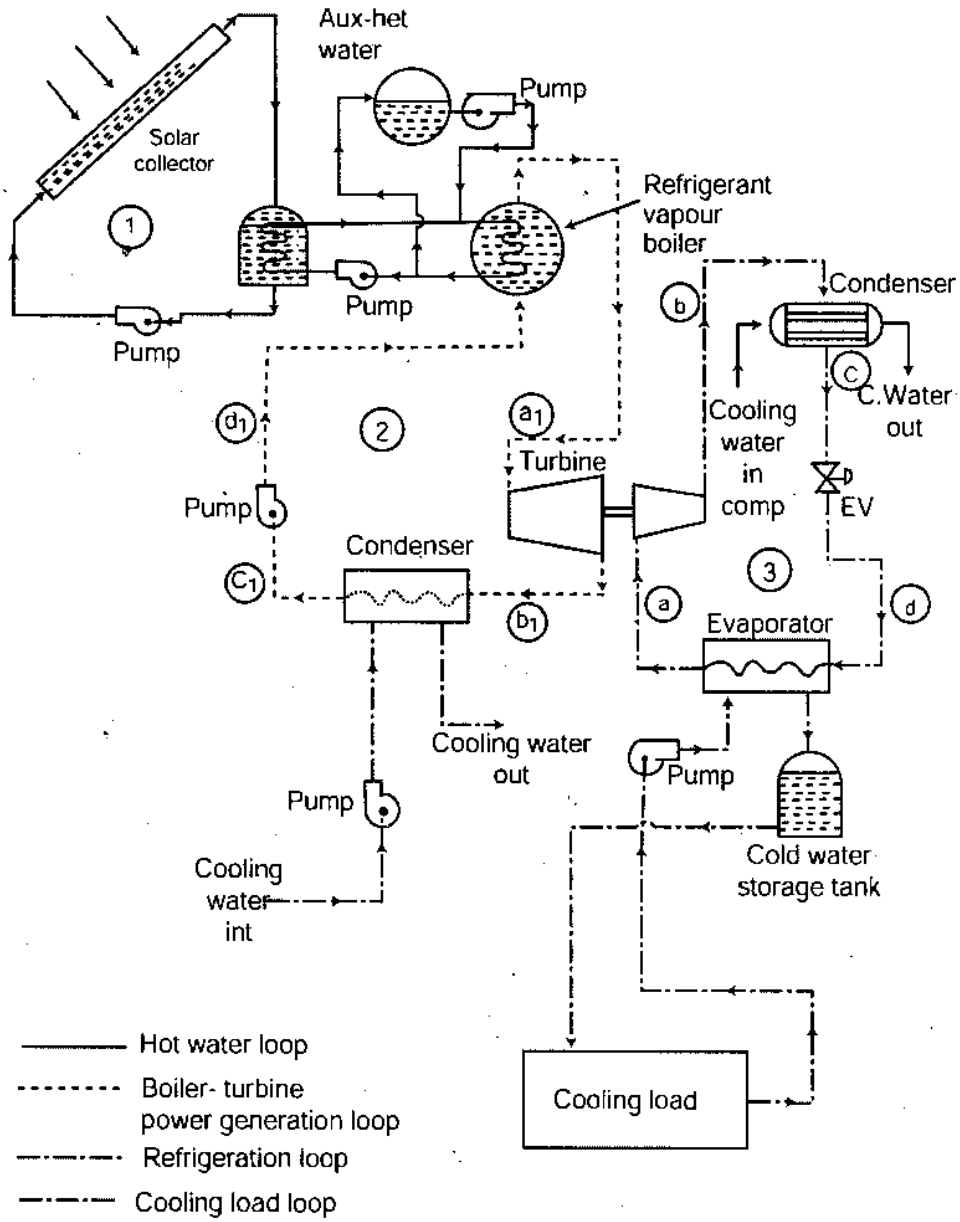
৫.৩.১ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি (Vapor compression system) ঃ

সৌরশক্তির সাহায্যে বাষ্প সংকোচন এবং বাষ্প শোষণ উভয় পদ্ধতিই ব্যবহার করা যায়। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতিতে সনাতন পদ্ধতির মোটরের পরিবর্তে কম্প্রেসর চালানোর জন্য স্টিম টারবাইন ব্যবহার করা হয়। কম্প্রেসর চালানো গেলে বাকি উপাংশগুলো স্বাভাবিক কাজ করে। সৌর তাপে পানি বাষ্প তৈরি হয়। আর সে বাষ্পের চাপে টারবাইন চলে যা কম্প্রেসরকে চালনা করা হয়। টারবাইন থেকে নির্গত পানি বাষ্প কন্ডেন্সারে ঘনীভূত হয়। আর পাম্প সেই তরল আবার বয়লারে পাঠায়। এক্ষেত্রে খুব শক্তিশালী প্যারাবোলিক কনসেনট্রেটর ব্যবহার করা হয়। যাতে প্রচুর তরল পানিকে বাষ্পে পরিণত করা যায়। যখন সৌর তাপ পাওয়া না যায় তখন একই বয়লারে জ্বালানির সাহায্যে বাষ্প তৈরি করে অথবা একটি স্ট্যান্ডবাই বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে কম্প্রেসরকে চালানো হয়।



চিত্র ঃ ৫.২ সৌরশক্তির মাধ্যমে চালিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

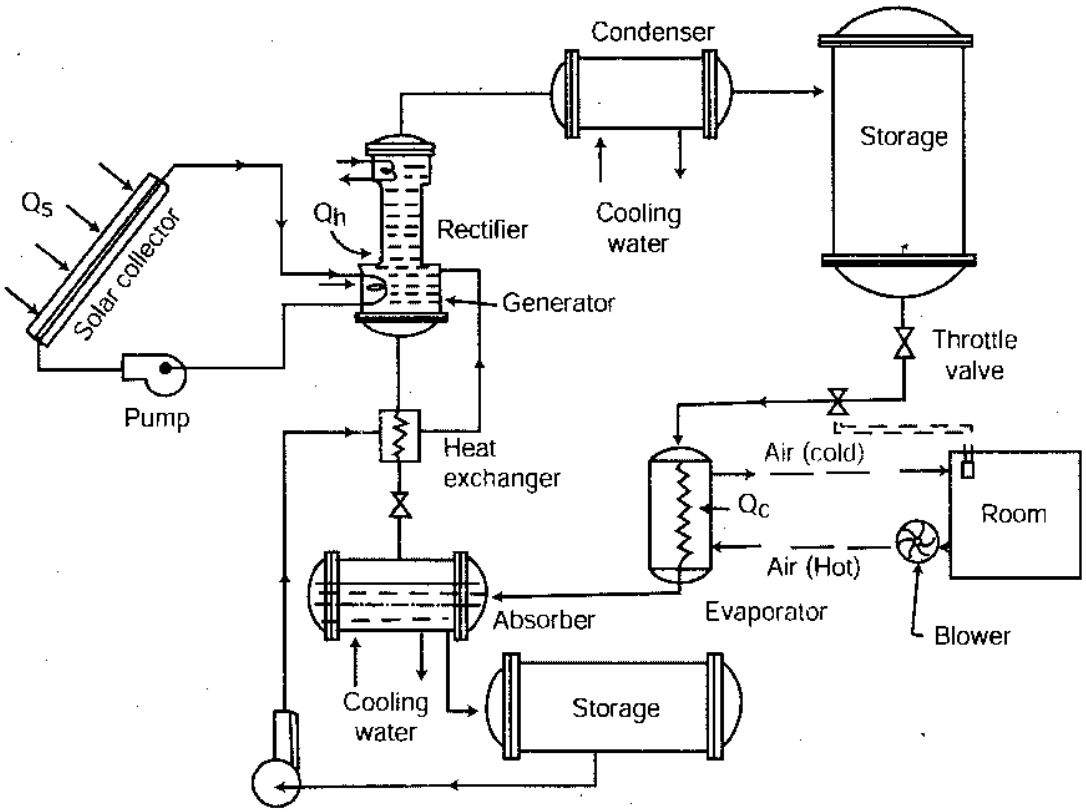
চিত্র ঃ ৫.২ এ তিনটি বর্তনী দেখানো আছে। ১নং বর্তনীতে সোলার কালেক্টরের মাধ্যমে পানিকে উত্তপ্ত করা যায়। আর সেই গরম পানি বাষ্পের সাহায্যে ২নং বর্তনীর রেফ্রিজারেন্ট ভেপার বয়লারে সঞ্চালন করা হয়। সৌরশক্তির অভাবে বিকল্প ব্যবস্থা হট ওয়াটার বয়লারের মাধ্যমে তাপ প্রয়োগ করা হয়। ৩নং বর্তনী কীভাবে কাজ করে তা আমাদের জানা আছে। এ পদ্ধতির সাহায্যে বিদ্যুৎ শক্তির ব্যবহার হ্রাস করা যায় কিন্তু পরিহার করা যায় না।



চিত্র ঃ ৫.৩ সৌরশক্তি ব্যবহার করে যান্ত্রিক হিমায়ন চক্র চালনা

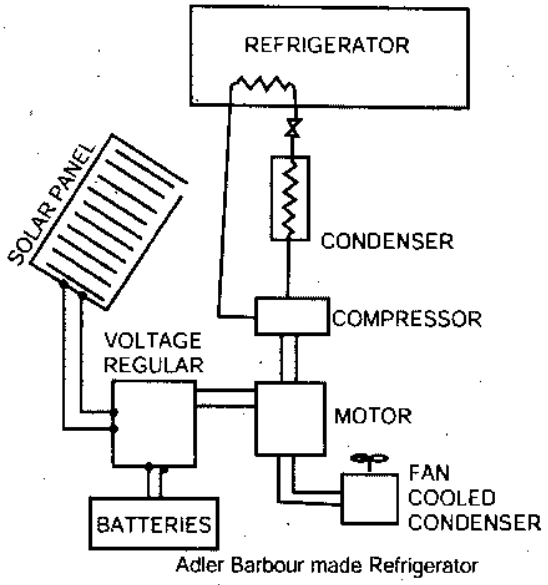
সৌরশক্তির সাহায্যে অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির হিমায়ন ঃ

সৌর তাপ সংগ্রাহক সোলার কালেক্টর পানিতে তাপ দেয়া হয়। উত্তপ্ত পানি বা বাষ্প জেনারেটরে তাপ প্রয়োগ করে। ফলে অ্যাবজর্পশন পদ্ধতি চালিকাশক্তি পায়। অ্যামোনিয়া পানি ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির জেনারেটরে তাপ দিলে অ্যামোনিয়া পানির শক্তিশালী তরল মিশ্রণ বাষ্পীভূত হয়ে উপরে ওঠে। এ বাষ্প মিশ্রণে 5% থেকে 10% জলীয় বাষ্প থাকতে পারে, যা রেকটিফায়ারে পৃথক করা হয়। পৃথকীকৃত জলীয়বাষ্প আবার জেনারেটরে পাঠানো হয়। জেনারেটর থেকে নির্গত অ্যামোনিয়া বাষ্প কন্ডেন্সারে ঘনীভূত হয়, যা স্টোরেজে জমা হয়। স্টোরেজ থেকে তরল অ্যামোনিয়া হিট এক্সচেঞ্জার হয়ে থ্রটল ভালভের মাধ্যমে নিম্নচাপে ইভাপোরেটরে পৌঁছে। এখানে নিম্নচাপের তরল বাষ্পীভূত হওয়ার সময় প্রচুর তাপ শোষণ করে। ইভাপোরেটরের এ বাষ্পকে অ্যাবজর্ভারে আগত দুর্বল মিশ্রণ শোষণ করে। অ্যামোনিয়া ও পানির মিশ্রণ নিচে অবস্থিত স্টোরেজে অবস্থান নেয় এবং সেখান থেকে পাম্পের সাহায্যে অন্য একটি চক্র শুরু করার জন্য জেনারেটরে দেয়া হয়।



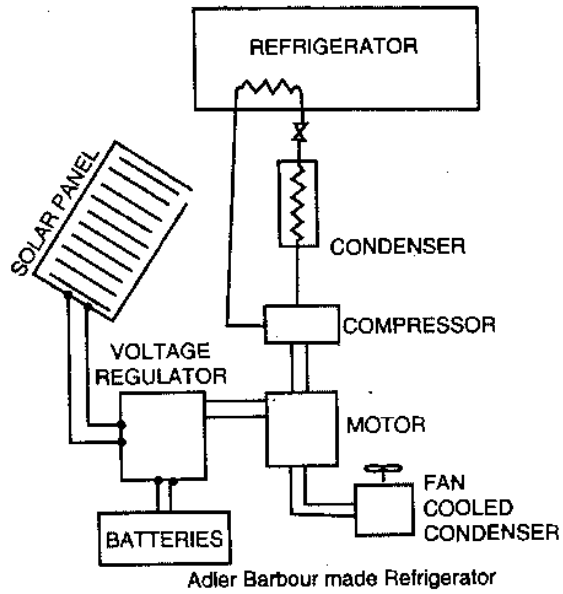
চিত্র ঃ ৫.৪ সৌরশক্তির সাহায্যে অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির চালনা

চিত্র নং ঃ ৫.৪ অ্যাডলার বারবার টাইপ রেফ্রিজারেটরে যখন পর্যাপ্ত সৌর পাওয়ার থাকে তখন ব্যাটারি চার্জ হয়। যখন সৌর পাওয়ার কমে যায় তখন 12 ভোল্ট ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয় এবং রেফ্রিজারেটর চালু রাখা হয়। 12 ভোল্ট ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য 300 ওয়াটের সৌর প্যানেল দরকার হয়। 43° সেঃ পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রায় এ ধরনের একটি রেফ্রিজারেটর প্রতিদিনে 500 whr বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে।

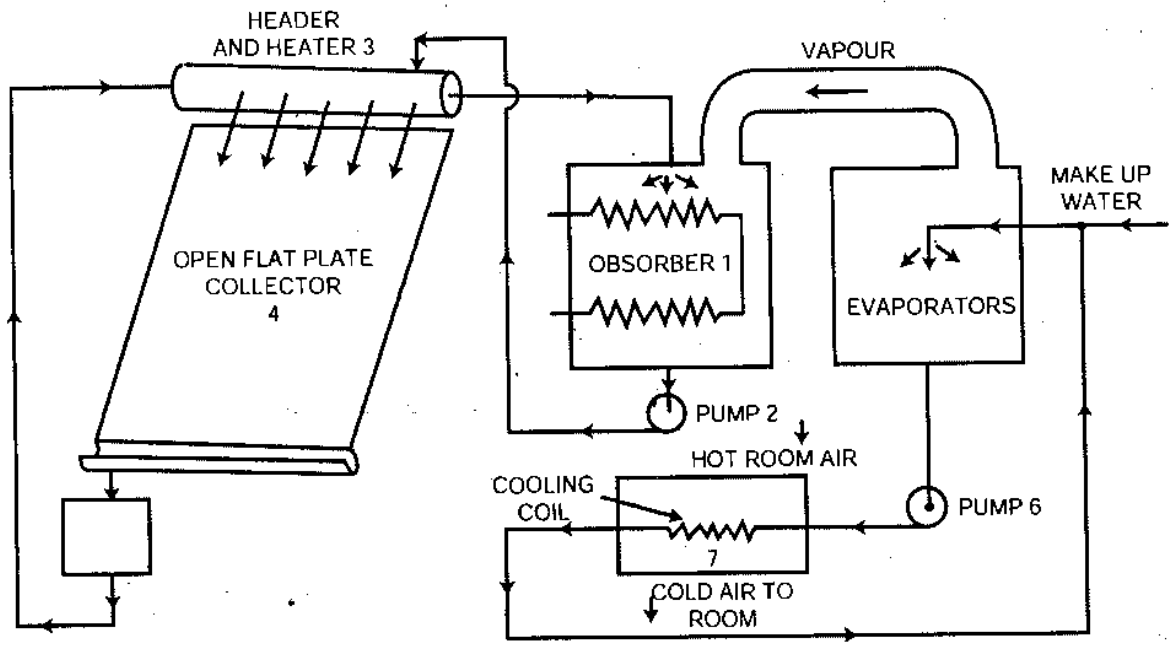


চিত্র ঃ ৫.৫ অ্যাডলার বারবার টাইপ রেফ্রিজারেটর

মারবেলের তৈরি রেফ্রিজারেটর অ্যাডলার বারবার তৈরি রেফ্রিজারেটরের মতই। শুধু পার্থক্য রেফ্রিজারেটরের দেয়ালে ইউটেক্‌টিক্ ফ্লুইড (Eutectic fluid) বসানো থাকে, যাতে সোলার পাওয়ার কমে গেলেও রেফ্রিজারেটর দ্রুত উত্তপ্ত না হয়।

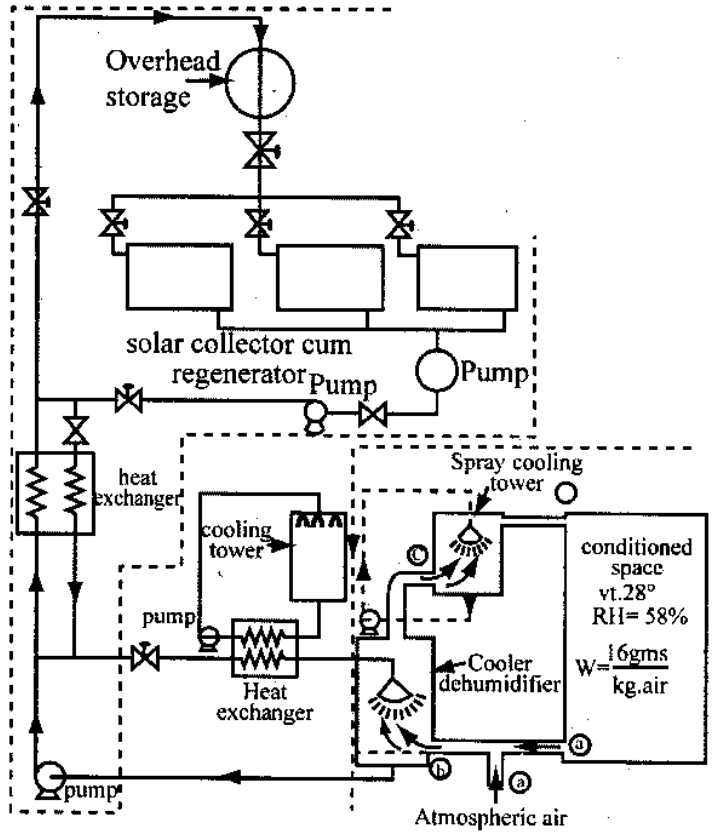


চিত্র ঃ ৫.৬ মারবেল নির্মিত সৌর শক্তি পরিচালিত রেফ্রিজারেটর



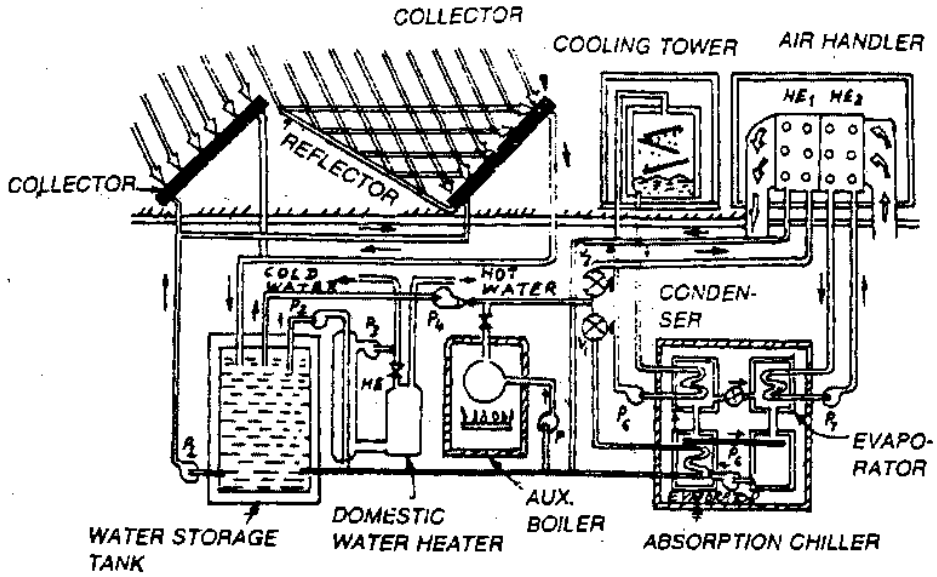
চিত্র ঃ ৫.৭ লিথিয়াম ব্রোমাইড ও পানি ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা

যুক্তরাষ্ট্রের এরিজোনা মরুভূমিতে স্থাপিত লিথিয়াম ব্রোমাইড (Lithium Bromide) ও পানি ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন টাইপ হিমায়ন যন্ত্র বা শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের কাজে লাগানো হয়েছে। এ ছাড়াও জাপানের ইয়াজাকি করপোরেশন (Yazaki corporation) এবং রাশিয়ার দক্ষিণাঞ্চলে স্থাপিত এয়ারকন্ডিশন প্ল্যান্ট বহুদিন যাবৎ গোলাযোগবিহীন কাজ করছে।



চিত্র ঃ ৫.৮ সৌরশক্তিচালিত শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা

৫.৪ সৌরশক্তি ব্যবহার করে বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার বর্ণনা (Describe the solar heat operated year round airconditioning system) ঃ



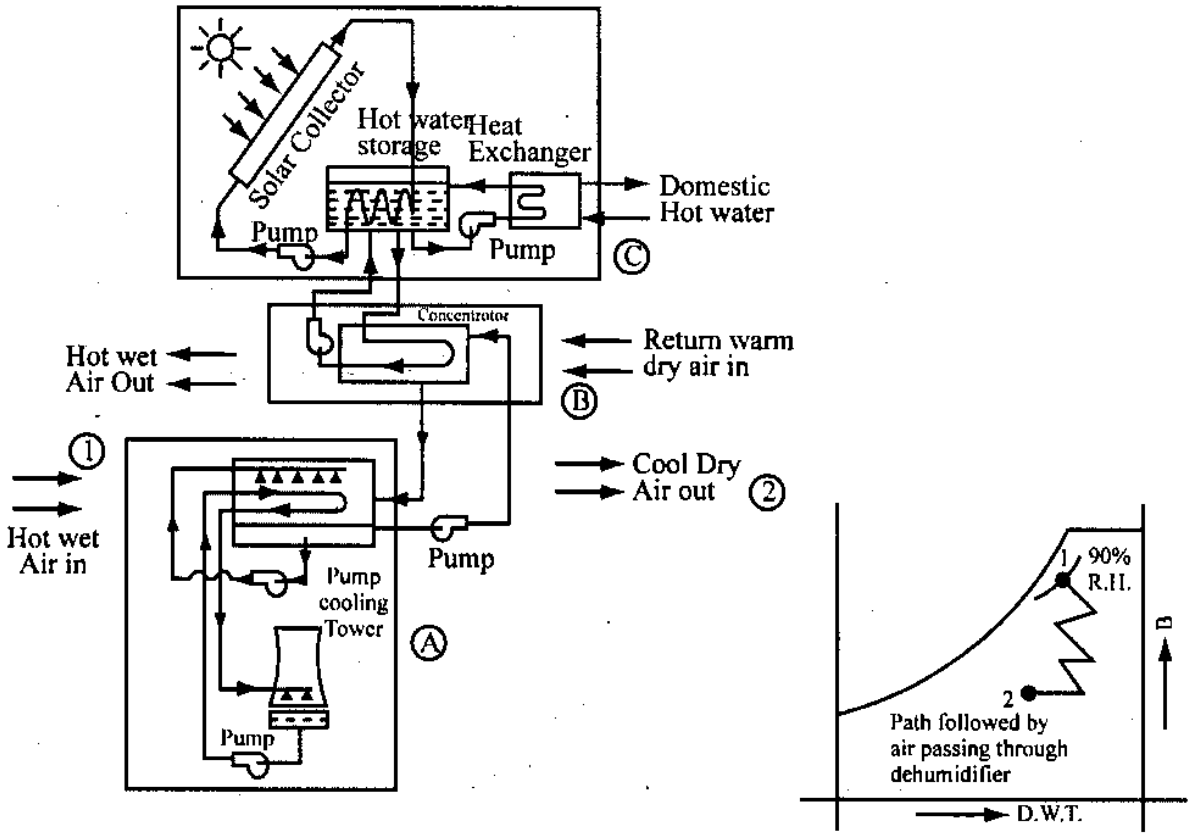
চিত্র ঃ ৫.৯ সৌরতাপ ব্যবহৃত বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ প্রণালী (Solar assisted year-round air-conditioning system)

চিত্র ঃ ৫.৯ সৌরশক্তি ব্যবহার করে বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা। শীতকালে বায়ু গরম ও গ্রীষ্মকালে ঠাণ্ডা করার ব্যবস্থা সম্বলিত উভয় ঋতুতে চলার উপযোগী বলে এটাকে Year round air conditioning বলে। অ্যামোনিয়া ও পানি ব্যবহৃত অ্যাবজার্পশন পদ্ধতির জেনারেটরে গরম পানি তাপে অ্যামোনিয়া বাষ্প কন্ডেন্সারে ঘনীভূত হয়। গ্রীষ্মকালে ঘনীভূত অ্যামোনিয়া সম্প্রসারিত হয়ে ইভাপোরেটরে বাষ্পীভূত হওয়ার সময় চিল্ড ওয়াটারের তাপ গ্রহণ করে ঠাণ্ডা পানি এয়ার হ্যান্ডেলিং ইউনিটে যায় এবং চিল্ড ওয়াটার কয়েলের উপর দিয়ে, ফলে প্রবাহের বায়ু ঠাণ্ডা হয়। শীতকালে এয়ার হ্যান্ডেলিং ইউনিট গরম পানিপ্রবাহের ফলে বায়ু উত্তপ্ত হয়।

৫.৫ সৌরশক্তি ব্যবহৃত ডিহিউমিডিফায়ারের বর্ণনা (Describe the operation of a sloar heat operated dehumidifier) ঃ

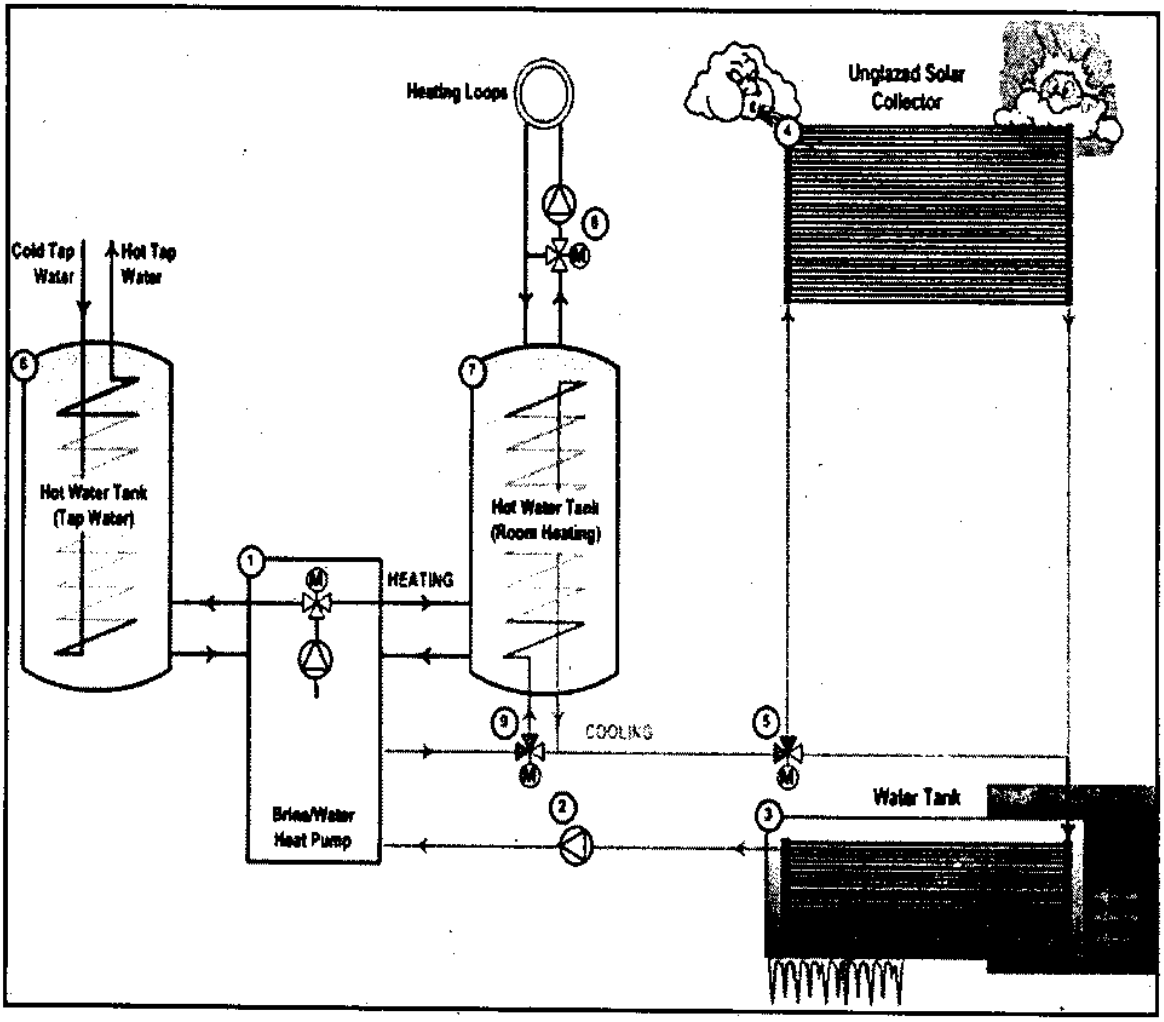
যখন বাইরের বাতাসের তাপমাত্রা ৪২° সে. (ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা বা DBT) এবং রিলেটিভ হিউমিডিটি ৮৫%, তখন সৌরশক্তি ব্যবহৃত ডিহিউমিডিফায়ারের সাহায্যে বাতাসের তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কমানো হয়।

কক্ষের গরম এবং ভিজা (আর্দ্র) বাতাসকে ঠাণ্ডা ও শুষ্ক করার জন্য ডিহিউমিডিফায়ারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত করা হয়। কক্ষের বাতাস ডিহিউমিডিফায়ারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় প্রবহমান বাতাসের তাপ শোষণ করার জন্য ঠাণ্ডা পানির কয়েল এবং বাতাসের আর্দ্রতা শোষণ করার জন্য ডেসিকেন্ট (Tri Ethylene glycol) ব্যবহার করা হয়। ডেসিকেন্ট হতে আর্দ্রতামুক্ত করার জন্য একে পাম্পের সাহায্যে কনসেনট্রেটরে (Concentrator) পাঠানো হয়। কনসেনট্রেটরে Hot water storage tank হতে প্রাপ্ত গরম পানি দ্বারা ডেসিকেন্টকে উত্তপ্ত করে এর আর্দ্রতা মুক্ত করে পুনরায় ডিহিউমিডিফায়ারে ফিরে আসে।



চিত্র ঃ ৫.১০ সৌরশক্তির মাধ্যমে পরিচালিত ডিহিউমিডিফায়ার

৫.৬ সৌরশক্তি ব্যবহৃত হিট পাম্পের বর্ণনা (Describe the operation of soler operated heat pump system) ঃ



চিত্র ঃ ৫.১১ সৌরশক্তি ব্যবহৃত হিট পাম্প

এটি একটি একক বদ্ধ চক্র ঃ

হিট পাম্প→ সোলার কালেক্টর → ট্যাংক → হিট পাম্প

ট্যাংক এবং কালেক্টর একত্রে হিট পাম্পের প্রধান উৎস, প্রাকৃতিক বাতাস এবং ট্যাংকের তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্যের উপর নির্ভর করবে বিল্ডিং এর তাপমাত্রার চাহিদা, দুটি ভিন্ন ভিন্ন পানির ট্যাংক ব্যবহার করা হচ্ছে। হিট পাম্পের সাহায্যে দুটি ট্যাংক পানি গরম করার জন্য এবং অপরটি রুমের জন্য।

একটি হিট পাম্প থেকে ক্রমাগত ভিন্ন ভিন্ন আউটপুট পাওয়া সম্ভব না। এটি পুর্ণ ক্ষমতায় আউটপুট দেয় অথবা বন্ধ থাকে।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **সোলার কুলিং পদ্ধতি বলতে কী বুঝ?**

উত্তর : সূর্য থেকে বা সৌরশক্তি ব্যবহার করে হিমায়ন চক্রকে চালু করে কুলিং বা ঠাণ্ডা করার পদ্ধতিকে সোলার কুলিং সিস্টেম বা সৌর কুলিং পদ্ধতি বলে।

২। **সৌরশক্তিচালিত বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির যন্ত্রাংশগুলোর নাম লিখ।**

উত্তর : সৌরশক্তির সাহায্যে বাষ্প সংকোচন এবং বাষ্প শোষণ উভয় পদ্ধতিই ব্যবহার করা যায়। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতিতে সনাতন পদ্ধতির মোটরের পরিবর্তে কম্প্রেসর চালানোর জন্য স্টিম টারবাইন ব্যবহার করা হয়। কম্প্রেসর চালানো গেলে বাকি উপাংশগুলো স্বাভাবিক কাজ করে। সৌর তাপে পানি বাষ্প তৈরি হয়। আর সে বাষ্পের চাপে টারবাইন চলে যা কম্প্রেসরকে চালনা করা হয়। টারবাইন থেকে নির্গত পানি বাষ্প কন্ডেন্সারে ঘনীভূত হয়। আর পাম্প সেই তরল আবার বয়লারে পাঠায়। এক্ষেত্রে খুব শক্তিশালী প্যারাবোলিক কনসেনট্রেটর ব্যবহার করা হয়। যাতে প্রচুর তরল পানিকে বাষ্পে পরিণত করা যায়। যখন সৌর তাপ পাওয়া না যায় তখন একই বয়লারে জ্বালানির সাহায্যে বাষ্প তৈরি করে অথবা একটি স্ট্যান্ডবাই বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে কম্প্রেসরকে চালানো হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **সোলার এনার্জির প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।**

উত্তর : বর্তমান সময়ে সৌরশক্তি বহুবিধ ব্যবহার করা হয়। সৌরশক্তি ব্যবহার করে ছোট ও মাঝারি পাওয়ার প্লান্ট তৈরি, সৌরশক্তি সঞ্চিত করে ব্যাটারি চার্জ করে উক্ত ব্যাটারি হতে কনভার্টার এর মাধ্যমে শক্তি বৃদ্ধি করে A/C ফ্রিজসহ অন্যান্য শীতলকর মিশিনারিজ পরিচালনা বর্তমান সময়ে সোলার এনার্জি ব্যবহার করে উড়োজাহাজ ও চালনা করা হয়।

২। **সৌরশক্তি ব্যবহৃত সৌর কুলিং পদ্ধতিগুলো লিখ।**

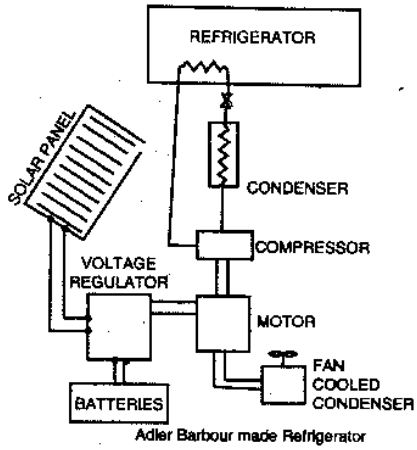
উত্তর : সৌরশক্তির মাধ্যমে হিমায়ন সম্ভব। বেশ কয়েকটি পদ্ধতিতে এ কাজ করা হয়। তবে প্রধানত যে পদ্ধতিগুলো ব্যবহার করা হয় তা হল–

১। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি (Vapor Compressor System)
   (ক) পানি বাষ্পের মাধ্যমে কম্প্রেসর চালনা; (খ) হিমায়ক চালনা (র‍্যাংকিন সাইকেল)

২। শোষণ পদ্ধতি (Absorption System)
   (ক) অনবরত শোষণ পদ্ধতি (Continuous absorption system)
   (খ) কঠিন শোষকের মাধ্যম (Solid absorption system)।

৩। **অ্যাডলার বারবার টাইপ রেফ্রিজারেটরের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর :

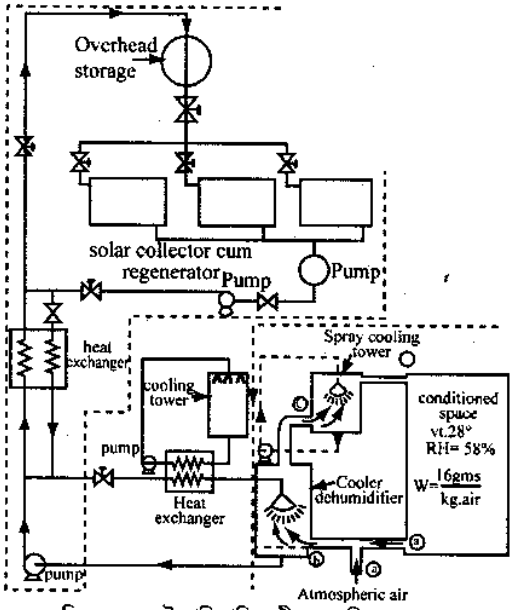


চিত্র : অ্যাডলার বারবার টাইপ রেফ্রিজারেটর

৪। **সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।** [বাকশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬]

অথবা, সোলার এনার্জি চালিত একটি রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ৫.৮ সৌরশক্তিচালিত শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বাষ্প সংকোচন সোলার কুলিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **বাষ্প শোষণ সোলার কুলিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **সৌরশক্তি ব্যবহৃত হিউমিডিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **সৌরশক্তি ব্যবহৃত বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, এর সচিত্র বর্ণনা কর।** [বাকশিবো-২০০৪, ০৭, ১২, ১৫(পরি)]

অথবা, শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সোলার হীটকে কীভাবে ব্যবহার করা যায় তা চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, সৌরশক্তি কাজে লাগিয়ে কীভাবে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ করা যায়, বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১১ (পরি)]

অথবা, সৌরশক্তি ব্যবহার করে শীতলীকরণ পদ্ধতির সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **সোলার হীট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

[বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১০, ২০১০ (পরি), ২০১২, ২০১৪]

অথবা, সৌরশক্তির সাহায্যে চালিত ভ্যাপার অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রের কার্যপ্রণালি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর। [বাকশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **সৌরশক্তির মাধ্যমে চালিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৬

হিমায়ক
(Refrigerants)

৬.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট এমন এক ধরনের প্রবাহী যা কোন বস্তুর তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়। হিমায়ক নিম্ন চাপে তরল থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার সময় প্রচুর পারিপার্শ্বিক তাপ গ্রহণ করে এবং উচ্চ চাপে তরলায়ন এবং নিম্ন চাপে বাষ্পায়ন গুণসম্পন্ন প্রবাহী যা হিমায়ন আবর্তন চক্রে তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

পৃথিবীর প্রথম হিমায়ক হল "ইথার" (Ether), যা পারকিন্স (Perkins) এর হস্তচালিত বাষ্প সংকোচন হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। এর পরে ইথিলিন ক্লোরাইড ($C_2H_4Cl_2$) এবং ১৮৭৫ সালের প্রথম দিকে অ্যামোনিয়া হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। একই সময়ে হিমায়ক হিসেবে ১৮৭৪ সালে সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), ১৮৭৮ সালে মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) এবং ১৮৮১ সালে কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। ১৯১০ থেকে ১৯৩০ সাল পর্যন্ত বহু নতুন হিমায়ক যেমন– N_2C_3, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_3H_8 নিচু তাপমাত্রায় হিমায়নে ব্যবহৃত হয়। অন্যদিকে সে সময় সেন্ট্রিফিউগ্যাল কম্প্রেসরে ডাইক্লোরো ইথিলিন ($C_2H_2Cl_2$) এবং মনোব্রোমামিথেন (CH_3Br) ব্যবহৃত হয়।

পরবর্তী সময়ে যুক্তরাষ্ট্রেও ই. আই. ডুপন্ট "ফ্রেয়ন" ট্রেড নামে কিছু হিমায়ক উদ্ভাবন ও উন্নয়নে বিরাট অবদান রাখে। ফ্লুরিনেটেডে হাইড্রোকার্বনস বা ফ্লুরোকার্বনস যাতে প্রধান এবং উপাদান হিসেবে মিথেন, ইথেন ইত্যাদি রয়েছে।

বহু প্রবাহী আছে যেগুলো হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে তবে সুবিধা অসুবিধা বিবেচনা করে কতকগুলো হিমায়কের নাম নিম্নে দেয়া হল–

হিমায়কের নাম (Name of Refrigerant)	রাসায়নিক সংকেত	হিমায়কের নম্বর
১। অ্যামোনিয়া	NH_3	(R–717)
২। কার্বন ডাই-অক্সাইড	CO_2	(R–744)
৩। সালফার ডাই-অক্সাইড	SO_2	(R–764)
৪। মিথেল ক্লোরাইড বা মিথাইল ক্লোরাইড	CH_3Cl	(R–40)
৫। ট্রাইক্লোরো মনোফ্লুরো মিথেন	CCl_3F	(R–11)
৬। ডাইক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন	CCl_2F_2	(R–12)
৭। মনোক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন	$CHClF_2$	(R–22)
৮। রেফ্রিজারেন্ট 22/115	$CHC1F_2/CCIF_2$, CF_3	(R–502)

৬.১ একটি আদর্শ হিমায়কের ভৌত (Physical) গুণাবলি (Mention the physical properties of an ideal refrigerant) ঃ

যেসব গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য থাকলে কোন হিমায়ককে আদর্শ হিমায়ক হিসেবে গণ্য করা যায়, সেগুলো নিচে দেয়া হল–

১। ক্ষয়কারক নয় (Non-corrosive)।

২। সান্দ্রতা কম হওয়া উচিত (Low viscosity)।

৩। তাপ পরিবাহিতা বেশি হওয়া উচিত (High thermal conductivity)।

৪। লিকেজ টেন্ডেন্সি কম হওয়া উচিত (Low leakage tendency)।

৫। উচ্চ মাত্রায় ইলেকট্রিক্যাল রেজিস্ট্যান্স থাকা উচিত (Dielectric strength)।

৬। ব্যয় কম হওয়া উচিত (Low cost)।

৬.২ একটি আদর্শ হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলি (Mention the chemical properties of an ideal refrigerants) ঃ

১। রেফ্রিজারেন্ট দাহ্য না হওয়া/অদাহ্য (Non-flammable)।

২। বিষাক্ত হওয়া উচিত নয় (Non toxic)।

৩। পানির সাথে অদ্রবণীয় (Non soluble with water)।

৪। তেলের সাথে হিমায়ক সহজেই মিশে যাওয়া উচিত (Miscibility)।

৫। তেলের সাথে বিক্রিয়া ঘটবে না (Does not reaction with oil)।

৬.৩ একটি আদর্শ হিমায়কের থার্মোডাইনামিক্স গুণাবলি (Mention the thermodynamics properties of an ideal refrigerant) ঃ

১। নিচু ফুটন্ত তাপমাত্রা (Low boiling poit)।

২। নিচু ঘনীভবন চাপ (Low condensing pressure)।

৩। নিচু আপেক্ষিক আয়তন (Low specific volume)।

৪। উচ্চ সুপ্ততাপ (High latent heat)।

৫। উচ্চ সংকট তাপ ও চাপ (High critical pressure and temperature)।

৬। ফ্রিজিং তাপমাত্রা, কুলিং কয়েলের তাপমাত্রা থেকে অনেক কম হবে।

৭। বায়ুমণ্ডলের চাপ থেকে ইভাপোরেটর কন্ডেন্সার চাপ বেশি হওয়া উচিত।

৬.৪ হিমায়কের শ্রেণিবিভাগ (Mention the classification of the refrigerant) ঃ

হিমায়ককে বিভিন্নভাবে ভাগ করা হয়। তবে প্রধানত ২ প্রকার ঃ

(ক) প্রাইমারি রেফ্রিজারেন্ট (Primary refrigerant) ঃ

যদি কোন হিমায়ক সরাসরি নিম্নতাপ বা সুপ্ততাপের মাধ্যমে অন্য কোন বস্তু বা পদার্থকে ঠাণ্ডা করে তাহলে তাকে প্রাইমারি হিমায়ক বলে। যেমন– হিমায়ক-১২, হিমায়ক-২২ এবং অ্যামোনিয়া বাষ্পায়নের সময় অন্য কোন বস্তু থেকে তাপ নিয়ে নেয়।

(খ) সেকেন্ডারি হিমায়ক (Secondary refrigerant) ঃ

যদি কোন হিমায়ক অন্য কোন হিমায়ক কর্তৃক শীতল হয়ে নিজে অন্য কোন পদার্থকে অনুমেয় তাপের মাধ্যমে ঠাণ্ডা করে, তাহলে তাকে সেকেন্ডারি হিমায়ক বলে। যেমন– বাতাস, পানি, ব্রাইন ইত্যাদি।

বাতাস (Air) ঃ এটা একটা মিশ্র পদার্থ। হিমাঙ্কের (0°c) উর্ধ্বে এবং বায়ুমণ্ডলীয় উষ্ণতার নিম্ন তাপমাত্রায় সংরক্ষণের ক্ষেত্রে বাতাসকে সেকেন্ডারি হিমায়ক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণে হিমায়ক হিসেবে বাতাসের ব্যবহার রয়েছে।

পানি (Water) ঃ হিমায়ক 0° সেলসিয়াসের উর্ধ্বে এবং বায়ুমণ্ডলীয় উষ্ণতার নিম্ন তাপমাত্রার ক্ষেত্রে পানিকে মাধ্যমিক হিমায়ক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এয়ারকন্ডিশনিং এর পরিকল্পিত বাতাস হতে তাপ সংগ্রহ করার জন্য এটা Chilled water হিসেবে ব্যবহার করা হয়। যখন পানির উষ্ণতা সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় উষ্ণতা অপেক্ষা নিম্ন উষ্ণতায় আনয়ন করা হয়, তখন ঐ পানিকে Chilled water (শীতল পানি) বলে।

ব্রাইন দ্রবণ (Brine solution) ঃ নির্দিষ্ট অনুপাতে দ্রাবক (পানি) এবং দ্রাব্য (লবণ) এর দ্রবণকে ব্রাইন সলিউশন বলে। হিমাঙ্ক (0°c) এর নিম্ন উষ্ণতায় রূপান্তর ও সংরক্ষণের ক্ষেত্রে ব্রাইন ব্যবহার করা হয়। ব্রাইন Agent হিসেবে খাদ্য লবণ (Sodium chloride) (NaCl) এবং Calcium chloride ($CaCl_2$) ব্যবহার করা হয়। ব্রাইনে আ.গু, ১.২ হতে ১.৭ রাখা হয়। উৎকৃষ্ট ব্রাইনের ক্ষারত্ব ও অম্লত্ব মান (PH Value) ৯.০১। অর্থাৎ PH Value সাম্যাবস্থায় থাকে।

ব্রাইন প্রস্তুত ঃ ব্রাইন তৈরির সময় ট্যাঙ্কের অর্ধেক পানি দ্বারা পূর্ণ করে লবণের বস্তা ঝুলানো অবস্থায় ডুবিয়ে রাখা হয়। অতঃপর অ্যাজিটেটর (Agitator) দ্বারা পানিকে গতিশীল করা হয়। সমস্ত লবণ পানিতে দ্রবীভূত হলে বস্তা তুলে ফেলতে হয়।

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ব্রাইন ($CaCl_2$) ঃ এ লবণ ও পানি দ্রবণকে $CaCl_2$ Brine বলে। ওজন হিসেবে পানির সাথে 30% $CaCl_2$ দ্রবীভূত করলে এর Eutectic tempeature (সর্বনিম্ন জমাটাঙ্ক উষ্ণতা) –55°C হবে। সাধারণত এ ব্রাইন তৈরি করতে 1 গ্যালন পানির সাথে 2.5 পাউন্ড $CaCl_2$ মিশ্রিত করা হয়।

সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্রাইন ঃ পানির সাথে সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণকে NaCl Birne বলে। ওজন হিসেবে পানির সাথে 23% NaCl দ্রবীভূত করলে তার Eutectic Temperature–21°C হবে।

$CaCl_2$-এর ব্রাইন বেশি ক্ষমতাসম্পন্ন। – 20°C-এর বেশি নিম্ন উষ্ণতার ক্ষেত্রে Calcium cloride brine ব্যবহার করা হয়। যেসব ক্ষেত্রে $CaCl_2$ নিষিদ্ধ সেক্ষেত্রে মাছ, মাংস ফ্রিজিং এ NaCl Brine ব্যবহার করা হয়।

প্রাইমারি হিমায়কের শ্রেণিবিভাগ ঃ

(গ) হেলোকার্বন বা অর্গানিক রেফ্রিজারেন্ট (Halo carbon or organic refrigerant) ঃ

ক্লোরিন (Chlorine), ফ্লোরিন (Fluorine) এবং ব্রোমিন (Bromine) এ তিনটির যে কোন এক বা একাধিক মৌলের সমন্বয়ে গঠিত হেলোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট। হেলোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট ফ্রেয়ন, জেনেট্রন, আইসেট্রন, আর্কটন, ফ্রিজেন, ফরেন ইত্যাদি ট্রেড নামে বাজারজাত করা হয়।

হেলাইড বা হেলোকার্বন অর্গানিক হিমায়ক হিসেবে পরিচিত কয়েকটির নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং স্ফুটনাঙ্ক হল–

হিমায়কের নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (সেঃ)
R–11	ট্রাইক্লোরামনোফ্লোরো মিথেন (Trichloromonofluour methne	CCl_3F	26
R–12	ডাইক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন (Dichlorodifluoro methane)	CCl_2F_2	– 29.8
R–13	মনোক্লোরোট্রাইফ্লোরো মিথেন (Monochlorotrifluoromethane)	$CClF_3$	– 81.4
R–22	মনোক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন (Monochlorodifluoro methane)	$CHClF_2$	– 40.8
R–113	ট্রাইক্লোরোট্রাইফ্লোরো ইথেন (Trichlorotrifluoro ethane)	CCL_3CF_3	47.68
R–123	ডাইক্লোরোট্রাইফ্লোরো ইথেন (Dichlorotrifluoro ethane)	CCl_2HCF_3	23.80
R–134a	টেট্রাফ্লোরো ইথেন (Tetrafluoro ethane)	CF_3 CFH_2 CH_2FCF_2	-26.2

(ঘ) অ্যাজিওট্রপিক রেফ্রিজারেন্ট (Azeotropic refrigerant) ঃ একাধিক তরল জৈব যৌগের মিশ্রণে এ ধরনের হিমায়ক তৈরি হয়, যা সাধারণত কোন বিশেষ চাপ ও তাপমাত্রায় পৃথক হয়ে যায় না। নিচু তাপমাত্রায় হিমায়ক যন্ত্রে এ ধরনের হিমায়ক যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। অ্যাজিওট্রপিক রেফ্রিজারেন্টের নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক নিম্নে দেয়া হল–

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (°সেঃ)
R–500	হিমায়ক-12/152a 73.8/26.2 ওজনের %	CCl_2F_2/CH_3CHF_2	– 33.3
R–501	হিমায়ক 22/12 75/25 ওজনের %	$CHClF_2/CCl_2F_2$	– 41.1
R–502	হিমায়ক- 22/115 48.8/51,2 ওজনের %	$CHClF_2/CClF_2CF_3$	– 45.6

(ঙ) হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট (Hydrocarbon Refrigerant) ঃ

হাইড্রোজেন ও কার্বন নিয়ে গঠিত যে সমস্ত জৈব যৌগ দাহ্য অথচ হিমায়কের অন্যান্য বৈশিষ্ট সন্তোষজনক সেগুলোকে হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে গণ্য করা হয়। হাইড্রোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট এক কালে ব্যবহৃত হলেও বর্তমানে সীমিত সংখ্যক শিল্প ও বাণিজ্যিক হিমায়নে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের কিছু হিমায়নের নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক নিম্নে উল্লেখ করা হল–

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (°সেঃ)
R–50	মিথেন-(Methane)	CH_4	– 161.7
R–170	ইথেন (Ethane)	$CH_3\ CH_3$	– 88.6
R–290	প্রপেন (Propane)	$CH_3\ CH_2\ CH_3$	– 42.3

(চ) অজৈব যৌগ রেফ্রিজারেন্ট (Inorganic Compounds refrigerant) ঃ হেলোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট উদ্ভাবনের পূর্বে অজৈব যৌগ হিমায়ক বা ইনঅর্গানিক রেফ্রিজারেন্ট ব্যাপক ব্যবহৃত হত। এ ধরনের কতকগুলো হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত ও বিশেষ ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ করা হল–

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (০ সেঃ)	ব্যবহার ক্ষেত্র
R–717	অ্যামোনিয়া (Ammonia)	NH_3	-33.3	বরফ কল, হিমাগার, মৎস্য সংরক্ষণাগার ইত্যাদি স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন
R–718	পানি Water	H_2O	100	স্টিম জেট রেফ্রিজারেশন
R–727	বাতাস (Air)	–	– 194.4	উড়োজাহাজে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ
R–744	কার্বন ডাই-অক্সাইড (Carbon di-oxide)	CO_2	– 78.3	সমুদ্রগামী জাহাজে হিমায়ন, ড্রাই আইস উৎপাদনে এবং ট্রান্সপোর্ট হিমায়নে।
R–764	সালফার ডাই-অক্সাইড (Sulpher di-oxide)	SO_2	– 10	ঐ

(ছ) অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (Unsaturated Hydrocarbon) ঃ যে সমস্ত যৌগে কমপক্ষে একটি কার্বন দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট বন্ধনগুলো হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয় সেগুলোকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। এক্ষেত্রে হাইড্রোকার্বন ইথিলিন ও প্রপিলিন বেজ দলভুক্ত হয় এবং পরমাণু সংখ্যা একের অধিক থাকে।

রেফ্রিজারেন্ট নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত
R-1120	ট্রাইক্লোরো ইথিলিন (Trichloro ethylene	$C_2H_4Cl_3$
R-1150	ইথেলিন (Ethylene)	C_2H_4

অধিক ব্যবহৃত হিমায়ক

(ক) অ্যামোনিয়া (হিমায়ক 717)
(খ) **হিমায়ক-** 11
(গ) হিমায়ক- 12
(ঘ) হিমায়ক-22
(ঙ) হিমায়ক-123
(চ) হিমায়ক-502
(ছ) হিমায়ক- 134a

৬.৫ হাইড্রোকার্বন হিমায়ক (Hydrocarbon refrigerant) ঃ

(ক) ক্লোরোফ্লোরো কার্বন CFC হিমায়ক ঃ ক্লোরিন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত ক্লোরোফ্লোরো কার্বন CFC হিমায়ক। এগুলোর মধ্যে কয়েকটির নাম ও রাসায়নিক সংকেত নিম্নে দেয়া হল–

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
হিমায়ক– 11	CCl_3F
হিমায়ক–12	CCl_2F_2
হিমায়ক–113	$CCl_2F_3CClF_2/CCl_3CF_2$
হিমায়ক–114	$CClF_2CClF_2$
হিমায়ক–115	$CClF_2CF_3$

(খ) হাইড্রোক্লোরোফ্লোরো কার্বন HCFC হিমায়ক ঃ হাইড্রোজেন, ক্লোরিন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হয় হাইড্রোক্লো রাফ্লোরো কার্বন HCFC হিমায়ক। নিম্নে কয়েকটি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত দেয়া হল–

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
হিমায়ক–22	$CHCl_3F$
হিমায়ক–193	$CHCl_2CF_3$

(গ) হাইড্রোফ্লোরো কার্বন HFC হিমায়ক ঃ হাইড্রোজেন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হয় হাইড্রোফ্লোরো কার্বন HFC হিমায়ক। নিম্নে এরূপ কয়েকটির নাম ও রাসায়নিক সংকেত দেয়া হল ঃ

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
হিমায়ক–124	$CHClCF_3$
হিমায়ক–125	CHF_2CF_3
হিমায়ক– 134a	CH_2FCF_3

৬.৬ বিভিন্ন প্রকার হিমায়কের বৈশিষ্ট্য/গুণাবলি (Describe the properties of different type of refrigerant) ঃ

ফ্রেয়ন–12 ঃ এ হিমায়কই সর্বাধিক প্রচলিত। এটি বর্ণহীন, গন্ধহীন, অদাহ্য, বিষাক্ত নয় এবং ধাতুর কোন ক্ষতি করে না। স্বাভাবিক বায়ুর চাপে একে তরল করা যায় এবং ঐ চাপে ফ্রেয়ন 12 এর স্ফুটনাঙ্ক –21.7° ফারেনহাইট (–29°C)।

সবরকম সংকোচক ও সবরকম তরলকারকেই এ হিমায়ক ব্যবহার করা সুবিধাজনক। তাই বাড়ি এবং শিল্পক্ষেত্রে রেফ্রিজারেটর ও এয়ারকন্ডিশনিং ব্যবস্থায়, পানি ঠান্ডা করার মেশিনে, খাদ্যকে হিমশীতল অবস্থায় জমিয়ে রাখার ব্যবস্থায়, আইসক্রীম বাক্সে, ঘরের এবং জানালায় বসানো এয়ারকন্ডিশনারে এ হিমায়ক ব্যবহার করা হয়। এটি সব আকারের এবং সবরকম ক্ষমতাসম্পন্ন যাতায়াত সংকোচকে এবং ছোট আকারের ঘূর্ণায়মান সংকোচকে ব্যবহার করা হয়।

ফ্রেয়ন–22 ঃ এটার স্ফুটনাঙ্ক –41.4° ফারেনহাইট (–41°c)। যাতায়াতী সংকোচকযুক্ত সবরকম বাড়ির ও শিল্পক্ষেত্রের হিমায়ক যন্ত্র ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহার করা হয়। খুব কম তাপমাত্রায় (–90° সেন্ট্রিগ্রেড) প্রয়োজন হলে এ হিমায়ক ব্যবহার হয়। এর একটি বিশেষ সুবিধা এই যে, এর তাপমাত্রা খুব দ্রুত নামিয়ে আনা যায়। ফলে যেখানে যন্ত্রের আকার খুব ছোট, সেখানে ব্যবহারের উপযোগী।

ফ্রেয়ন – 12-এর তুলনায় ফ্রেয়ন – 22-এর কয়েকটি সুবিধা আছে–

১। ফ্রেয়ন–12-এর সংকোচনের সরণ, তুলনায় কম। তাই ফ্রেয়ন –22-এ পাইপ লাইন কম লাগে।

২। –30° সেন্ট্রিগ্রেড থেকে 40° সেন্ট্রিগ্রেড পর্যন্ত তাপমাত্রায় ফ্রেয়ন –22-এর বাষ্পায়কের চাপ বায়ুর চাপের চেয়ে বেশি কিন্তু ফ্রেয়ন – 12-এর বাষ্পায়কের চাপ বায়ুর চাপের চেয়ে কম।

কিন্তু ফ্রেয়ন –22-এর অসুবিধা এই যে সংকোচকের নির্গম তাপমাত্রা অনেক বেশি তাই সংকোচকে পানি দিয়ে ঠান্ডা করার ব্যবস্থা থাকে।

(ক) হিমায়ক – 134a ঃ হিমায়ক-12 এর স্থলাভিষিক্ত হল হিমায়ক 134a। ছোট হারমেটিক কম্প্রেসরের সাথে অধিক ব্যবহার উপযোগী। রাসায়নিক সংকেত CH_2FCF_3 যার স্ফুটনাঙ্ক (–26.2)° সেঃ এটা নন টক্সিক এবং অদাহ্য। তেলের সাথে কিছুটা মিশে কুলিং এর জন্য খুবই ভাল। এটা বাণিজ্যিক ও বড় এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্টের সাথে ব্যবহার করার জন্য ICI গবেষণা চালাচ্ছে এবং অনেক অগ্রগতিও হয়েছে। হিমায়ক–134a এর সবচেয়ে বড় সুবিধা হল যে, এটা হিমায়ক –12 ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্রের তেল পরিবর্তন করে ব্যবহার করা যায়। হিমায়ক 134a ইতোমধ্যে সারা বিশ্বে ব্যবহৃত হচ্ছে। রেফ্রিজারেটর, চেস্ট ফ্রিজার, ডিসপ্লে কেস, ডিসপ্লে ফ্রিজার এমনকি সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্টে ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। ইউরোপ ও আমেরিকায় ইতোমধ্যে কয়েক হাজার টন হিমায়ক 134a ব্যবহৃত হয়েছে।

ফ্রেয়ন – 502 ঃ 48.8% ওজনের ফ্রেয়ন– 22 এবং 51.2% ফ্রেয়ন–115 মিশিয়ে ফ্রেয়ন– 502 তৈরি হয়। স্ফুটনাঙ্ক– 50.1° ফারেনহাইট। এতে ফ্রেয়ন 12– এর তুল্য নির্গম তাপমাত্রায় ফ্রেয়ন– 22– এর তুল্য শীতল করার ক্ষমতা পাওয়া যায়, তাই কম তাপমাত্রায় সংরক্ষণ এবং খাদ্যদ্রব্য জমিয়ে রাখার কাজে ব্যবহৃত হয়।

হিমায়ক 123 ঃ হিমায়ক 11 এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক হল হিমায়ক 123। এটা HCFC কম্পাউন্ড যার রাসায়নিক সংকেত $CHCl_2CF_3$ এবং এটা SUVA নামে অধিক পরিচিত। পরবর্তী সময়ে এটাকে পরিবর্তনের দরকার হবে। হিমায়ক 123 স্ফুটনাঙ্ক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে 27.1° সেঃ এবং আণবিক ওজন 153। হিমায়ক 11 এর চেয়ে কম টক্সিক ODP = 0.02 এবং GWP অন্যান্য গুণাবলি হিমায়ক 11 এর মতই। সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং এর সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসরে ব্যবহার করা হয়।

(খ) হিমায়ক – 69S ঃ হিমায়ক – 22 এবং হিমায়ক 502 এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক হল R–69S, যা গুণাগুণ বৈশিষ্ট্যে প্রায় R – 502 এর মত কিন্তু এটা অদাহ্য, অবিষাক্ত এবং ঈষৎ টক্সিক, স্ফুটনাঙ্ক (–43)° সেঃ। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট প্রায় R-502 এর মত কিন্তু কম্প্রেসর চালাতে খরচ কম (Less power consumption)। সব দিক বিবেচনায় এটা প্রচলিত কম্প্রেসর তেলের সাথে মিশে।

ISCEON-69S নামে পরিচিত এ হিমায়কের সবচেয়ে বড় সুবিধা হল যে, হিমায়ক 502 ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রে সরাসরি ব্যবহার করা যায়। কোন কিছুই পরিবর্তন বা পরিবর্ধন করা লাগে না। হিমায়ক 69S হিমায়ক –22 এবং 502 এর সাথে নিম্নে ছকে দেখা যাবে–

Parameter	R-69S	R-22	R-502
Suction Pressure (bar) সাকশন চাপ	3.0	2.8	3.1
Discharge Pressure (bar) ডিসচার্জ চাপ	11.25	10.5	10.6
Pressure ratio	3.74	3.75	3.4
Discharge Temperature (°C)	73.0	77.6	61.6
Motor winding Temp (°C)	67.6	81.6	74.4
Power consumption (watts)	652	630	676
Refrigerating effect (watts)	1578	1270	1580
COP	2.42	2.02	2.34
ICE Production (kg/24-hrs)	420	400	419

অ্যামোনিয়া (NH_3) ঃ বর্ণহীন গ্যাসে বিশেষ রকমের ঝাঁঝালো গন্ধ আছে যার সাহায্যে অ্যামোনিয়াকে চেনা যায়। বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এর স্ফুটনাঙ্ক-28° ফারেনহাইট এবং হিমাঙ্ক-107.86° ফারেনহাইট জ্বলে প্রচুর পরিমাণে দ্রাব্য। বাতাসের সঙ্গে মিশলে হঠাৎ জ্বলে উঠার সম্ভাবনা থাকে। বাষ্পীভবনের লীন তাপ অনেক বেশি। 18° ফারেনহাইট উষ্ণতায় 555 বি.টি.ইউ/পাউন্ড। তাই অপেক্ষাকৃত ছোট মেশিনে বেশি শৈত্য সৃষ্টি করা যায়।

অ্যামোনিয়া গ্যাস বিষাক্ত, তাই যাতে লিক না করে, সেদিকে বেশি লক্ষ রাখতে হবে; বিশেষ করে কার্যকরী চাপ যেখানে 125 থেকে 200 পাউন্ড/ইঞ্চি^{2}।

তরলকারকে (Condenser) শীতল করার মাধ্যম হিসেবে ঠান্ডা পানি ব্যবহার করা হয়। শিল্পক্ষেত্রে, যেখানে অনেক বেশি পরিমাণ শীতলতা সৃষ্টি করতে হবে সেখানে প্রায়ই অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয়।

ফ্রিজল (Freezol) ঃ রাসায়নিক নাম আইসোবুটেন (Isobutane), রাসায়নিক সংকেত $(CH_3)_3CH$। এটি বাতাসের সংস্পর্শে জ্বলে উঠে এবং সংকোচকের পিচ্ছিলকারী তেলের সঙ্গে মিশে যায়। মিষ্টি গন্ধ, ধাতুর সঙ্গে রাসায়নিক ক্রিয়া করে না কিন্তু রাবারের সঙ্গে রাসায়নিক ক্রিয়া করে হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) ঃ প্রমাণ চাপে–10.6° ফারেনহাইট উষ্ণতায় ফুটে (Boil)। একে সহজেই তরলে পরিণত করা যায়। লীন তাপের পরিমাণ বেশি, 178 বি.টি.ইউ. প্রতি পাউন্ডে।

–10° ফারেনহাইট উষ্ণতা পর্যন্ত চাপ, বায়ুমণ্ডলীয় চাপের বেশি হয়। ফলে হিমায়কের যাত্রাপথে কোন লিক থাকলে, বাইরের বাতাস ভেতরে প্রবেশ করে না, হিমায়ক বাইরে বেরিয়ে আসে। তাই সাবান পানির বুদ্‌বুদ্ দিয়ে লিক পরীক্ষা করা যায়। মিথাইল ক্লোরাইডের গন্ধ বিরক্তিকর নয়, তাই অল্প লিক করলে বুঝা যায় না। তাই গন্ধ সৃষ্টির জন্য 1% এক্রোলিন (Acrolein) মেশানো হয়ে থাকে।

অতিসূক্ষ্ম ছিদ্র বের করার জন্য অ্যালকোহলকে জ্বালানি রূপে ব্যবহার করা বাতি ব্যবহার করা হয়। অ্যালকোহলের বর্ণহীন শিখা, সামান্য মিথাইল ক্লোরাইডের সংস্পর্শে এলে সবুজ রঙের হয় এবং বেশি মিথাইল ক্লোরাইডে উজ্জ্বল নীল রঙের শিখা হয়।

অধিক পরিমাণে মিথাইল ক্লোরাইড বাতাসে মিশলে তা হঠাৎ জ্বলে উঠার সম্ভাবনা থাকে। শুষ্ক অবস্থায় মিথাইল ক্লোরাইড ধাতুর সঙ্গে ক্রিয়া করে না কিন্তু আর্দ্র অবস্থায় জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের সঙ্গে রাসায়নিক ক্রিয়া করে। তাই মিথাইল ক্লোরাইডকে হিমায়ক রূপে ব্যবহার করলে এ তিনটি ধাতুকে ব্যবহার করা উচিত নয়। মিথাইল ক্লোরাইডে রাবার দ্রবীভূত হয়, তাই রাবারের গ্যাসকেট বা প্যাকিং ব্যবহার করা যায় না।

সব মিলিয়ে মিথাইল ক্লোরাইড হিমায়ক হিসেবে ব্যবহারের উপযুক্ত এবং বহুকাল ধরেই ব্যবহার হয়ে আসছে। কিন্তু এর দহন প্রবণতা ও বিষক্রিয়ার জন্য কিছু কিছু শহরে এর ব্যবহার নিষিদ্ধ।

ইথাইল ক্লোরাইড (C_2H_5Cl) ঃ এটি অনেক ক্ষেত্রে মিথাইল ক্লোরাইডের মত। বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এর স্ফুটনাঙ্ক 55.6° ফারেনহাইট এবং সঙ্কট 360.5° ফারেনহাইট 784 পাউন্ড/ইঞ্চি^{2} চাপে। বর্ণহীন তরল, গন্ধে ঝাঁঝ আছে এবং স্বাদে মিষ্টি। ধাতুর সঙ্গে রাসায়নিক ক্রিয়া করে না, ফলে সবরকম ধাতু ব্যবহার করা যায়। এতে রাবারের যৌগ গলে যায়, তাই সীসার গ্যাসকেট ব্যবহার করতে হয়।

খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণের জন্য যে নিম্নমানের তাপমাত্রা দরকার, তার জন্য ইথাইল ক্লোরাইডকে বায়ুমণ্ডলের চাপের চেয়ে কম চাপে বাষ্পীভূত করতে হয়। এতে অসুবিধা এই যে কম চাপের অংশে লিক করলে তা ধরা পড়ে না এবং বাতাস বা নজেল যন্ত্রের ভিতর প্রবেশ করে।

আবার বেশি চাপের অংশে অর্থাৎ তরলকারক অঞ্চলের চাপের পরিমাণ কম থাকে। বায়ুমণ্ডলের চাপের চেয়ে ৬ থেকে ২০ পাউন্ড/ইঞ্চি^{2} বেশি। এর ফলে যাতায়াতি সংকোচক ব্যবহার করা হয়। লিক ধরার জন্য সামান্য পরিমাণে গন্ধ দ্রব্য মেশানো হয়। লিকের জায়গা খুঁজে বের করার জন্য ভিতরের চাপ বাড়িয়ে সাবানের বুদ্‌বুদ্ ব্যবহার করা হয়। অ্যালকোহলের শিখাও ব্যবহার করা যেতে পারে। ইথাইল ক্লোরাইডের সংস্পর্শে এলে শিখা সবুজ রঙের হয়। বাষ্পীভবনের চাপ খুব কম হওয়ার জন্য, ইথাইল ক্লোরাইডকে বাড়ির হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার করা হয় না।

৬.৭ হিমায়ক নামকরণ (The designation system for refrigerants) ঃ

আন্তর্জাতিকভাবে হিমায়ককে 'R' অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়, যেমন– R–11, R–12, R–114 ইত্যাদি। সাধারণত মিথেন জাতীয় হিমায়ককে দুই ডিজিট দ্বারা এবং ইথেন জাতীয় হিমায়ককে তিন ডিজিটের অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। হাইড্রো-কার্বন ও হ্যালো-কার্বন হিমায়ককে যে সমস্ত নম্বর দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তার একটি বিশেষ অর্থ বহন করে। অর্থাৎ সর্বডানের সংখ্যাটি দ্বারা হিমায়কের ভিতর কতকগুলো ফ্লোরিন (F) আছে, তা বুঝায়। ডান দিক থেকে দ্বিতীয় অর্থাৎ দশমের ঘরের সংখ্যাটি হাইড্রোজেন (H) অপেক্ষা ১ বেশি হবে। ডান দিক থেকে তৃতীয় অর্থাৎ শতক ঘরের সংখ্যাটি শূন্য হবে, তখন এটিকে বাদ দেয়া হয়। মিথেন বা ইথেন টাইপ যাই হোক না কেন, একটি হিমায়কের সাধারণ রাসায়নিক সূত্র প্রকাশ করা হয় $C_m H_n Cl_P F_q$ যেখানে $n + p + q = 2m + 2$

এখানে,

m = কার্বন পরমাণুর সংখ্যা

n = হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা

p = ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা এবং

q = ফ্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা

উপরের বর্ণনা মতে একটি হিমায়কের নম্বর R (m–1) (N + 1) (q)

মনে করি, একটি ডাইক্লোরোটেট্রাফ্লুরো-ইথেন হিমায়কের রাসায়নিক সূত্র এবং নম্বর বের করতে হবে। আমরা দেখতে পাই, এই হিমায়কের মধ্যে

ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা $P = 2$

ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা, $q = 4$

এবং হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা $n = 0$

আমরা জানি, $n + p + q = 2m + 2$

বা, $0 + 2 + 4 = 2m + 2$

বা, $m = 2$

অর্থাৎ কার্বন পরমাণুর সংখ্যা = ২

সুতরাং ডাইক্লোরোটেট্রাফ্লোরো-ইথেন হিমায়কের রাসায়নিক ফর্মুলা হবে $C_2Cl_2F_4$ হিমায়কের নম্বর হবে R (2–1) (0 + 1) (4) অথবা R – 114।

৬.৮ হিমায়কের ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ (Mention the application of commonly used refrigerants) ঃ

হিমায়কের ব্যবহার ক্ষেত্র ঃ

হিমায়কের নম্বর	কম্প্রেসর	ব্যবহার ক্ষেত্র
হিমায়ক– 11	সেন্ট্রিফিউগাল	২০০ থেকে ২০০০ টন ক্ষমতাসম্পন্ন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্লান্ট।
R–12 হিমায়ক–12	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারি, সেন্ট্রিফিউগাল	আবাসিক শীতক, ফ্রোজেন ফুড স্টোরেজ, আইসক্রীম কেবিনেট, ওয়াটার কুলার, ডিহিউমিডিফায়ার, আইস মেকার, আইসক্রীম ফ্যাক্টরি, কোন আইসক্রীম মেকার, ওয়ার্ক-ইন-কুলার, ডিসপ্লে কেইসেস, অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনিং, এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
R–22 হিমায়ক–22	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারি	উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, কোল্ড স্টোরেজ ইত্যাদি।
R–123 হিমায়ক–123	সেন্ট্রিফিউগ্যাল কম্প্রেসর	সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট।
R–502 হিমায়ক–502	রেসিপ্রোকেটিং	হিমাগার, প্লেট ফ্রিজার, কন্ট্রাক্ট ফ্রিজার, ডেইরি রেফ্রিজারেশন ইত্যাদি।
R–717 হিমায়ক–717	রেসিপ্রোকেটিং	আইস প্ল্যান্ট, হিমাগার, ফিস প্রসেসিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
R–134a হিমায়ক–134a	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারি	আবাসিক, শীতক, চেস্ট ফ্রিজার, আইসক্রীম কেবিনেট।

৬.৯ ঘনীভূবন চাপ, বাষ্পীভূবন তাপমাত্রা, বয়লিং পয়েন্ট, ক্রিটিকেল তাপমাত্রা এবং S.P. আয়তন এর রেফ্রিজারেশন এর উপর প্রভাব ব্যাখ্যা কর (Explain the effects of condensing pressure, evaporating temparature, boiling point, critical temparature and specific volume on refrigeration cycle) ঃ

● **ঘনীভূবন চাপ (Condensing pressure) ঃ** কন্ডেন্সার এর চাপ যত কম হবে এনার্জি খরচ তত কমবে। এবং কম্প্রেসরে discharge. এ চাপ যত কম হবে কম্প্রেসর এর ক্যাপাসিটি তত বৃদ্ধি পাবে।

● **বাষ্পীভূবন তাপমাত্রা (Evaporating temparature) ঃ** নির্দিষ্ট ঘনীভূবন তাপমাত্রার সাথে যদি বাষ্পীভূবন তাপমাত্রা বাড়ানো হয়, তাহলে রেফ্রিজারেন্ট ইফেক্ট বৃদ্ধি পায় এবং যত বাষ্পীভূবন তাপমাত্রা কমানো হয় তাহলে রেফ্রিজারেন্ট ইফেক্ট কমে যায়। আবার যদি ঘনীভূবন তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় তাহলে রেফ্রিজারেন্ট ইফেক্ট কমে যায়।

● **বয়লিং পয়েন্ট (Boiling point) ঃ** হিমায়কের বয়লিং পয়েন্ট হিমায়ন চক্রের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়, বয়লিং পয়েন্ট হিমায়কের একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট যেটার উপর নির্ভর করে এটি কোন ধরনের হিমায়ন চক্রে ব্যবহার করা হবে। অধিক নিম্ন তাপমাত্রার জন্য যে হিমায়ন চক্র ব্যবহার করা হয় সেই চক্রে সাধারন অধিক নিম্ন বয়লিং পয়েন্টের হিমায়ন ব্যবহার করা হয়।

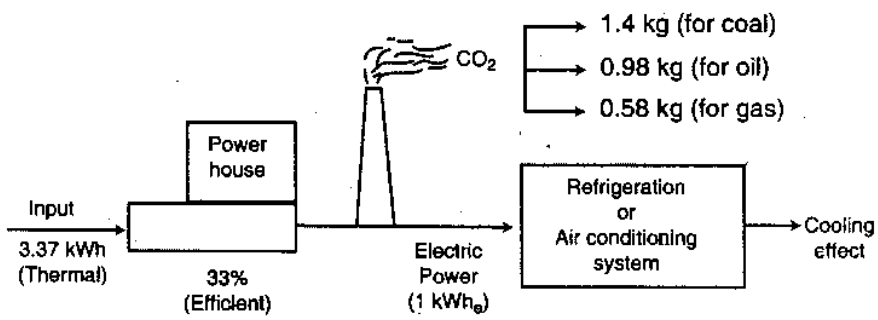
● **সঙ্কট তাপমাত্রা (Critical Temparature) ঃ** সাধারণত সঙ্কট তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে হিমায়কের আয়তনিক রেফ্রিজারেটিং ধারণ ক্ষমতা কমে যায়। এটা নির্ভর করে নির্দিষ্ট বাষ্পীভূবন তাপমাত্রায় বাষ্পীয় ঘনত্বের উপর।

● **নির্দিষ্ট আয়তন (Specific Volume) ঃ** হিমায়কের নির্দিষ্ট আয়তন চাপের উপর প্রভাব ফেলে। চাপের উপর প্রভাব পড়ার কারণে এটি কম্প্রেসরে ক্ষমতার উপর ও প্রভাব পড়ে। বাষ্পীয় ঘনত্ব যত কম হবে ইভাপোরেটরে প্রেসার ড্রপ তত বাড়বে। একটি নির্দিষ্ট কম্প্রেসর এর জন্য সাকশন (suction) ঘনত্ব যদি কমে যায় তাহলে মাসফ্লোরেট (Merss flowrate) এবং কুলিং ক্যাপাসিটিও কমে যায়।

৬.১০ বিভিন্ন ধরনের রেফ্রিজারেন্ট (হিমায়ক) সিলিন্ডারের কালার কোড (Mention the color code of different refrigerant cylinder) ঃ

রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারের কালার কোড (The color code of refrigerant cylinder) ঃ ASHRAE অর্থাৎ আমেরিকান সোসাইটি অব হিটিং রেফ্রিজারেটিং অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ইঞ্জিনিয়ার্স এর অনুমোদিত রেফ্রিজারেটিং সিলিন্ডার কালার কোড অনুসারে রেফ্রিজারেন্ট ভর্তি করা উচিত। এতে সিস্টেমে ভুলক্রমে অন্য গ্যাস চার্জ করার সম্ভাবনা কমে যায়। তবে গ্যাস চার্জ করার পূর্বে গ্যাস এর প্রেসার এবং অ্যাম্বিয়েন্ট তাপমাত্রা পরিমাপ করে চাপ তাপমাত্রা চার্টের সাথে মিলিয়ে গ্যাসের ধরন (নম্বর) সম্বন্ধে নিশ্চিত হওয়া যায়। নিম্নে ASHRAE এর কালার কোড দেয়া হল–

"ASHRAE" STANDARD COLOR CODE (USA)



চিত্র ঃ ৬.১ শীতল করণের প্রণালি

রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার কালার কোড

সিলিন্ডার	রঙ
সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)	কালো ও রুপালি
মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl)	কমলা
ফ্রেয়ন– 12 (Ccl_2F_2)	সাদা
ফ্রেয়ন– 22 ($CHclF_2$)	সবুজ
ফ্রেয়ন– 11 (Ccl_3F)	কমলা
ফ্রেয়ন– 502 (R–22 + R–115) মিশ্রণ	লাল
ফ্রেয়ন– 113 (Ccl_3CF_3)	নীল
ফ্রেয়ন– 114 ($CclF_2CclF_2$)	পার্পল
অ্যামোনিয়া (NH_3)	হালকা নীল
অক্সিজেন (O_2)	কালো

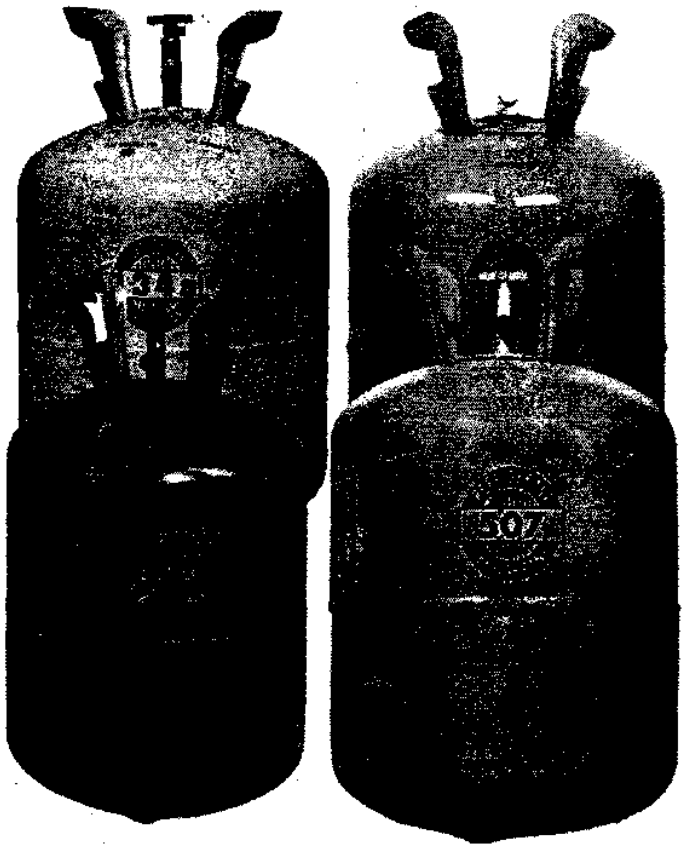
৬.১১ হিমায়ক ও হিমায়ক সিলিন্ডার স্থানান্তর (Handling), সংরক্ষণ (Storage) ও নিরাপত্তা নিয়মাবলি (Describe the handling and storage procedure of refrigerant and refrigerant cylinder) ঃ

রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার (Refrigerant's cylinder) ঃ মাপ অনুযায়ী উচ্চচাপ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও পরিমাণমত হিমায়ক তরল অবস্থায় ভর্তি করে স্টোরেজ বা তাৎক্ষণিক কাজে ব্যবহারের জন্য যে পাত্র ব্যবহার করা হয়, তাকে হিমায়ক সিলিন্ডার বলে। পাত্রটির আকার সিলিন্ডারাকৃতির অর্থাৎ সমগ্র লম্বা অংশটুকু প্রায় সমব্যাসের। তাই একে সিলিন্ডার বলা হয়। পাত্রটি ইস্পাত লৌহের দ্বারা মজবুতভাবে তৈরি। উপরিভাগের ভাল্‌ভ নিয়ন্ত্রণ করে হিমায়ক সরবরাহ বন্ধ ও চালু করা হয়। কাজের ও আকারের দিক দিয়ে বিচার করে একে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা–

(ক) স্টোরেজ সিলিন্ডার (Storage cylinder) ঃ এটা আকারে লম্বা, চিকেন ও বড় এবং অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী ও ভারী। দীর্ঘদিন অধিক হিমায়ক সংরক্ষণে এ জাতীয় সিলিন্ডার উপযোগী।

(খ) সার্ভিসিং সিলিন্ডার (Service cylinder) ঃ আকৃতিতে মোটা ও খাটো, ধারণক্ষমতা কম, অপেক্ষাকৃত হালকা। এর সাহায্যে সহজে হিমায়ক স্থানান্তর করা যায়। ছোট ইউনিটে রেফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে ব্যবহার করা হয়।

হিমায়ক সিলিন্ডার শুষ্ক, নিরাপদ, ভাল ভেন্টিলেশন যুক্ত স্থানে রাখতে হয়। যতদূর সম্ভব সিলিন্ডারগুলো উল্লম্ব (খাড়া) অবস্থায় রাখা ভাল। কোন অবস্থাতে বাঁকা করে বা ঘুরিয়ে স্থানান্তর গ্রহণযোগ্য নয়।



চিত্র ঃ ৬.২ হিমায়ক সিলিন্ডার

৬.১২ রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার হস্তান্তর ও নিরাপত্তার বিধিবিধান (Mention the safety requirement when handling and working with refrigerant) ঃ

নিম্নে বিধি অনুসারে সিলিন্ডার ব্যবহার করতে হবে।

(ক) কখনও সিলিন্ডার ড্রপ দেয়া যাবে না। এমনকি একটির সাথে অন্যটির আঘাতপ্রাপ্ত অবাঞ্ছিত।

(খ) লিফটিং ম্যাগনেট, দড়ি, চেইন দিয়ে সিলিন্ডার উত্তোলন করা যাবে না। ক্রেন ও প্লাটফরম সহযোগে উত্তোলন করতে হবে।

(গ) ভাল্‌ভকে রক্ষা করার জন্য ব্যবহারকালীন ব্যতীত সর্বদা ভাল্‌ভ ক্যাপ ব্যবহার করা দরকার।

(ঘ) সিলিন্ডারে অতিরিক্ত গ্যাস পূর্ণ করা নিষেধ। নির্মাতার নির্ধারিত পরিমাপ অনুযায়ী ওজনে পূর্ণ করতে হবে।

(ঙ) কোন অবস্থাতেই মিশ্রিত গ্যাস সিলিন্ডারে ভর্তি করা যাবে না। একাধিক গ্যাস সিলিন্ডারে মিশানো মারাত্মক অপরাধ।

(চ) রোলার বা সাপোর্ট হিসেবে সিলিন্ডার ব্যবহার করা অনিরাপদ।

(ছ) কোন কারণে ও অবস্থাতে সিলিন্ডার উত্তপ্ত করা যাবে না।

(জ) সিলিন্ডার ভাল্‌ভ ধীরে ধীরে খুলতে হবে। অনির্ধারিত রেঞ্জ বা চাবি দিয়ে সিলিন্ডার ভাল্‌ভ খোলা নিষেধ।

(ঝ) সিলিন্ডারের যে অংশে রেগুলেটর বা ইউনিয়ন সংযোজন করতে হবে সেই অংশের থ্রেড মিলিয়ে সংযোগগুলো স্থাপন করা উচিত।

(ঞ) ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের জন্য ভিন্ন রেগুলেটর ও গেইজ ব্যবহার করা অনুচিত। এক সিলিন্ডারে হিমায়ক অন্য সিলিন্ডারের প্রবেশ করানো আইনবিরোধী। কারণ এতে গ্যাস নির্বাচনী করা অসম্ভব হবে।

(ট) হিমায়ক সিলিন্ডার মেরামত করা যাবে না। সিলিন্ডার ও ভাল্‌ভসমূহ পরিবর্তনযোগ্য নয়।

(ঠ) অয়েল, গ্যাসোলিন প্রভৃতি দগ্ধকারী পদার্থের নিকট সিলিন্ডার রাখা যাবে না।

(ড) সিলিন্ডার একটানা অনেক দিন যাবৎ ভিজা জায়গায় রাখা যাবে না। এতে লবণ, পানি স্প্রে করা মারাত্মক।

(ঢ) পূর্ণ ও খালি সিলিন্ডার নির্বাচনে সন্দেহ পরিহার করার জন্য পৃথক করে রাখতে হবে এবং Name plate লাগাতে হবে।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। হিমায়ক কী?

উত্তর ঃ রেফ্রিজারেন্ট ইংরেজি শব্দ। এর বাংলা প্রতি শব্দ হিমায়ক। "হিমায়ন পদ্ধতিতে তাপ শোষণ, বহন এবং অন্যত্র নিয়ে তা বর্জন যার দ্বারা সম্পন্ন করা হয়, তাকে হিমায়ক বলে।" হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট এমন এক ধরনের প্রবাহী, যা কোন বস্তুর বা স্থান থেকে তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

২। বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখ।

উত্তর ঃ বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত নিম্নে দেয়া হল ঃ

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	
১। অ্যামোনিয়া	NH_3	(R-717)
২। কার্বন ডাই-অক্সাইড	CO_2	(R-744)
৩। সালফার ডাই-অক্সাইড	SO_2	(R-764)
৪। মিথাইল ক্লোরাইড	CH_3Cl	(R-40)
৫। ট্রাইক্লোরো মনোফ্লুরো ইথেন	CCl_3F	(R-11)
৬। ডাইক্লোরোডাইফ্লুরো মিথেন	CCl_2F_2	(R-12)
৭। মনোক্লোরোডাইফ্লুরো মিথেন	$CHClF_2$	(R-22)
৮। রেফ্রিজারেন্ট-২২/১১৫	$CHClF_2/CClF_2CF_3$	(R-502)

৩। হিমায়কের প্রয়োজনীয়তা লিখ।

উত্তর: রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের প্রধান উপাদান হিমায়ক। হিমায়ক ছাড়া এ সিস্টেম কল্পনাও করা যায় না। হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট এমন এক ধরনের প্রবাহী যা কোন বস্তুর বা স্থান থেকে তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ যে ঠাণ্ডা বা শীতলতার জন্য আমরা রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম ব্যবহার করি, সেই শীতলতা আনয়ন করে হিমায়ক। সুতরাং বলা যায়, হিমায়ক ছাড়া রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম অচল এবং হিমায়কের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য।

৪। হিমায়কের প্রধান দুটি শ্রেণিবিভাগ লিখ।

উত্তর: হিমায়ক প্রধানত ২ প্রকার। যথা–

(i) প্রাইমারি হিমায়ক। যেমন– R-11, R-12।

(ii) সেকেন্ডারি হিমায়ক। যেমন– পানি, ব্রাইন।

৫। পৃথিবীর প্রথম হিমায়কের নাম কী এবং কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: পৃথিবীর প্রথম হিমায়কের নাম "ইথার" (ETHAR)। এটা আমেরিকার ইঞ্জিনিয়ার জ্যাকব পারকিন্স (JACOB PERKINS) এর হস্তচালিত বাষ্প সংকোচন হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।

৬। শিল্প ও বাণিজ্যিক হিমায়নে কী কী হিমায়ক ব্যবহৃত হতে পারে?

উত্তর: শিল্প ও বাণিজ্যিক হিমায়নে সাধারণত নিম্নলিখিত হিমায়কগুলো ব্যবহৃত হতে পারে–

(i) R-50 (মিথেন) – ব্যবহার সীমিত।

(ii) R-170 (ইথেন) – ব্যবহার সীমিত।

(iii) R-290 (প্রপেন)– ব্যবহার সীমিত।

(iv) R-502

(v) R-123

(vi) R-717 (অ্যামোনিয়া)

(vii) R-11

(viii) R-69S (NON CFC) ইত্যাদি।

৭। রেসিপ্রোকেটিং কম্প্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হতে পারে এমন পাঁচটি হিমায়কের নাম লিখ।

উত্তর: রেসিপ্রোকেটিং কম্প্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হতে পারে এমন পাঁচটি হিমায়কের নাম হল– R-12, R-22, R-502, R-134a, R-69S

৮। ট্রাইক্লোরো মনোফ্লুরো মিথেন (Trichloromonofluoro methane) এর হিমায়ক নম্বর, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর:

হিমায়ক নম্বর	R-11
রাসায়নিক সংকেত	CCl_3F
স্ফুটনাঙ্ক সে.	26°C

৯। প্রাইমারি হিমায়ক কী?

উত্তর: যদি কোন হিমায়ক সরাসরি লীন তাপ বা সুপ্ততাপের মাধ্যমে অন্য কোন বস্তু বা পদার্থকে ঠাণ্ডা করে, তাহলে তাকে প্রাইমারি হিমায়ক বলে। যেমন– হিমায়ক R-22, হিমায়ক R-22 অ্যামোনিয়া ইত্যাদি।

১০। হিমায়নের স্ফুটনাঙ্ক ও সুপ্ততাপ কিরূপ হওয়া উচিত?
অথবা, হিমায়কের সুপ্ততাপ কীরূপ হওয়া উচিত? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর: হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বে হওয়া উচিত। কারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বের চাপের স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট হিমায়ক দ্বারা পরিচালিত সিস্টেমে বেশি কার্যদক্ষতা পাওয়া যাবে এবং পরিচালনা ব্যয় কম হবে।

হিমায়কের সুপ্ততাপ গ্রহণ এবং বর্জনের ক্ষমতা বেশি হওয়া বাঞ্ছনীয়। কারণ এর তাপ শোষণ বা বর্জন ক্ষমতা প্রতি কেজি হিসেবে হিসাব করা হয়। যদি তার সুপ্ততাপ ক্ষমতা বেশি হয়, তবে কম গ্যাস ব্যবহার করা যায়। এতে হিমায়কের ব্যয় বাবদ খরচ কম হবে।

১১। নতুন উদ্ভাবিত তিনটি হিমায়কের নাম লিখ।

উত্তর: নতুন উদ্ভাবিত তিনটি হিমায়কের নাম হল–

(i) SUVA, HCFC-123
(ii) Forane-134a
(iii) R-69S

১২। ২টি পুরাতন হিমায়ক এবং এদের স্থলাভিষিক্ত হিমায়কের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর: ২টি পুরাতন হিমায়ক এবং এদের স্থলাভিষিক্ত হিমায়কের নাম নিম্নে দেয়া হল–

পুরাতন হিমায়ক	স্থলাভিষিক্ত হিমায়কের নাম
R-11	R-123
R-12 and R-22	R-134a

১৩। চারটি তেলের নাম লিখ।

উত্তর: চারটি তেলের নাম নিম্নরূপ–

(i) Mineral Oil – মিনারেল অয়েল
(ii) Polyolester –পলিস্টার
(iii) Alkyl-Benzene – অ্যালকাইল-বেনজিন।
(iv) POE – পিওই ইত্যাদি।

১৪। ২টি হিমায়কের নাম এবং তেলের নাম লিখ। নতুন উদ্ভাবিত ২টি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখ।

উত্তর: ২টি হিমায়কের নাম এবং তেলের নাম–

সনাতন হিমায়ক	আধুনিক হিমায়ক	তেলের নাম
R-12	R-134a	Polyolester, Alkyl-Benzene
R-22	R-134a, SUVA	Polyolester Polyolester

নতুন উদ্ভাবিত ২টি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত এবং যে হিমায়কের পরিবর্তে তার নাম–

উদ্ভাবিত হিমায়ক	রাসায়নিক সংকেত	যে হিমায়কের পরিবর্তে
R-134a	CF_3CH_2F	R-12 and R-22
R-123	$CHCl_2CF_3$	R-11

১৫। R-11 ও R-12-এর রাসায়নিক নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর:

R– 11 → ট্রাইক্লোরো মনোফ্লোরো মিথেন (Ccl_3F)

R– 12 → ডাইক্লোরোডাইফ্লু মিথেন (Ccl_2F_2)

১৬। **হিমায়ক–134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তৈলের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-০৩,০৫,০৬]
অথবা, আধুনিক হিমায়কের সঙ্গে ব্যবহৃত তৈলের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ তেলের নাম, Polyolester, Alkyl, – Benzene.

১৭। **পৃথিবীর প্রথম হিমায়ন যন্ত্রের নাম কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ পৃথিবীর প্রথম হিমায়ক হল "ইথার" (Ether), যা পারকিন্স (Perkins) এর হস্তচালিত বাষ্প সংকোচন হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।

১৮। **R–22 হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় না কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ এটার স্ফুটনাঙ্ক –41.4° ফারেনহাইট (–41°c)। যাতায়াতী সংকোচকযুক্ত সবরকম বাড়ির ও শিল্পক্ষেত্রের হিমায়ক যন্ত্র ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহার করা হয়। খুব কম তাপমাত্রায় (–90° সেন্ট্রিগ্রেড) প্রয়োজন হলে এ হিমায়ক ব্যবহার হয়। এর একটি বিশেষ সুবিধা এই যে, এর তাপমাত্রা খুব দ্রুত নামিয়ে আনা যায়। ফলে যেখানে যন্ত্রের আকার খুব ছোট, সেখানে ব্যবহারের উপযোগী।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিমায়কের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর ঃ প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিমায়কের মধ্যে তিনটি পার্থক্য নিম্নরূপ–

প্রাইমারি হিমায়ক	সেকেন্ডারি হিমায়ক
যদি কোন হিমায়ক সরাসরি লীন তাপ বা সুপ্ততাপের মাধ্যমে অন্য কোন বস্তু বা পদার্থকে ঠাণ্ডা করে, তাহলে তাকে প্রাইমারি হিমায়ক বলে।	যদি কোন হিমায়ক অন্য কোন হিমায়ক কর্তৃক শীতল হয়ে নিজে অন্য কোন পদার্থকে অনুমেয় তাপের মাধ্যমে ঠাণ্ডা করে, তাহলে তাকে সেকেন্ডারি হিমায়ক বলে।
প্রাইমারি হিমায়ক হিসেবে সাধারণত R-12, R-22 ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।	সেকেন্ডারি হিমায়ক হিসেবে সাধারণত পানি, ব্রাইন ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।
সাধারণত ডাইরেক্ট এক্সপানশন সিস্টেমে এ হিমায়ক ব্যবহার করা হয়। যেমন– উইন্ডো এসি, স্প্লিট টাইপ এসি ইত্যাদি।	সাধারণত ইনডাইরেক্ট এক্সপানশন সিস্টেমে এ হিমায়ক ব্যবহৃত হয় যেমন– সেন্ট্রাল এসি সিস্টেম, হিমাগার, বরফ কল ইত্যাদি।

২। **পাঁচটি হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং প্রতিটির ব্যবহার ক্ষেত্র লিখ।**

উত্তর ঃ পাঁচটি হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং প্রতিটির ব্যবহার ক্ষেত্র নিম্নরূপ–

নং	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	ব্যবহার ক্ষেত্র
১।	Forane-11 (ফ্রেয়ন-11)	CCl_3F	২০০ থেকে ২০০০ টন ক্ষমতাসম্পন্ন সেন্ট্রাল এসি প্ল্যান্ট
২।	Forane-12 (ফ্রেয়ন-12)	CCl_2F_2	রেফ্রিজারেটর, ওয়াটার কুলার, আইসক্রিম মেকার, ডিসপ্লে কেস, অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনিং ইত্যাদি।
৩।	Forane-22 (ফ্রেয়ন-22)	$CClF_2$	উইন্ডো এসি, স্প্লিট টাইপ এসি, প্যাকেজ টাইপ এসি, কম ক্ষমতাসম্পন্ন এসিপ্ল্যান্ট ইত্যাদি।
৪।	Forane-123 or SUVA HCFC-123	$CHCl_2CF_3$	বেশি ক্ষমতাসম্পন্ন সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট।
৫।	Forane-134a or SUVA HFC-134a	CF_3CH_2F	রেফ্রিজারেটর চেস্ট ফ্রিজার, আইসক্রিম মেকার, উইন্ডো এসি ইত্যাদি।

৩। **অর্গানিক ও ইনঅর্গানিক হিমায়কের মধ্যে পার্থক্য লিখ।**

উত্তর অর্গানিক ও ইনঅর্গানিক হিমায়কের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ–

অর্গানিক হিমায়ক	ইনঅর্গানিক হিমায়ক
ক্লোরিন, ফ্লোরিন এবং ব্রোমিন এ তিনটির যে কোন এক বা একাধিক মৌলের সমন্বয়ে গঠিত হয় হ্যালোকার্বন বা অর্গানিক হিমায়ক।	ক্লোরিন, ফ্লোরিন এবং ব্রোমিন ব্যতীত যে সমস্ত অজৈব যৌগে হিমায়কের গুণাগুণ বিদ্যমান আছে তাদেরকে বলে ইনঅর্গানিক হিমায়ক।
অর্গানিক হিমায়ক কিছুদিন পূর্ব পর্যন্ত ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হত।	অর্গানিক হিমায়ক আবিষ্কারের পূর্বে এটা ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হত।
ফরেন-11, ফরেন-12, ফরেন- HCFC-123, ফরেন- HFC-134a ইত্যাদি অর্গানিক হিমায়কের উদাহরণ।	অ্যামোনিয়া, পানি বাতাস, কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) ইত্যাদি ইনঅর্গানিক হিমায়কের উদাহরণ।

৪। **বাষ্পীয় চাপ ও ঘনীভবন চাপের মধ্যে পার্থক্য বেশি হলে কী কী অসুবিধা হয়?**

উত্তর বাষ্পীভবন চাপ ও ঘনীভবন চাপের মধ্যে পার্থক্য বেশি হলে নিম্নলিখিত অসুবিধার সৃষ্টি হবে। যেমন–

(i) বাষ্পীভবন চাপ ও ঘনীভবন চাপের মধ্যে পার্থক্য বেশি হলে ইভাপোরেটরে সঠিক পরিমাণ ঠাণ্ডা পাওয়া যাবে না।

(ii) কম্প্রেসরের উপর চাপ কমবে বা বাড়বে।

(iii) কন্ডেন্সারে হিমায়কের ঘনীভবন সঠিক পরিমাণে হবে না।

(iv) ইভাপোরেটরে বা কুলিং কয়েলে হিমায়ক সঠিক পরিমাণে বাষ্পীভূত হবে না।

(v) কম্প্রেসরের উপর চাপ বেশি হলে তা নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

৫। **হিমায়ক 502 এবং এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক 69S এর মধ্যে চারটি পার্থক্য লিখ।**

উত্তর হিমায়ক 502 এবং এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক 69S এর মধ্যে চারটি পার্থক্য নিম্নরূপ–

নং	হিমায়ক 502	হিমায়ক 69S
১।	এ হিমায়ক CFC যুক্ত পুরাতন হিমায়ক।	এ হিমায়ক CFC মুক্ত আধুনিক হিমায়ক।
২।	এ হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক (–45.6)°C।	এ হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক (–43.3)°C।
৩।	এ হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেমের কম্প্রেসর চালাতে বিদ্যুৎ খরচ বেশি হয়।	এ হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেমের কম্প্রেসর চালাতে বিদ্যুৎ খরচ কম হয়।
৪।	এ হিমায়ক পরিবেশের শত্রু হিমায়ক।	এ হিমায়ক পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক।

৬। **হিমায়ক 69S এর পাঁচটি ভাল বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০, ২০১২ (পরি), ২০১০]

উত্তর হিমায়ক 69S এর পাঁচটি ভাল বৈশিষ্ট্য নিম্নে আলোচনা করা হল–

(i) এ হিমায়কের সবচেয়ে বড় বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এটা সিএফসি মুক্ত আধুনিক হিমায়ক, যা পরিবেশের কোন ক্ষতি করে না।

(ii) এ হিমায়কের আরেকটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এটা হিমায়ক-502 ব্যবহৃত হিমায়ক চক্রে সরাসরি ব্যবহার করা যায়। অর্থাৎ কোন কিছু পরিবর্তন বা পরিবর্ধন করার প্রয়োজন হয় না।

(iii) এ হিমায়ক ব্যবহৃত হিমায়ন সাইকেলের কম্প্রেসর চালাতে কম বিদ্যুৎ খরচ হয়। ফলে ব্যয় হ্রাস পায়।

(iv) এ হিমায়ক অদাহ্য, অবিষাক্ত এবং নন টক্সিক। অর্থাৎ হিমায়ক হওয়ার সবগুলো বৈশিষ্ট্য এর মধ্যে বিদ্যমান।

(v) এ হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক (– 43.3)°C সুপ্ততাপ 195 kJ/kg at 15°C, ODP = 0.042 এবং GWP = 1.26।

৭। **হিমায়কের ভৌত গুণাবলিসমূহ লিখ।**
অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের ভৌত গুণাবলি কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, আদর্শ রেফ্রিজারেন্টের ভৌত গুণাবলি কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ১২]

উত্তর ঃ যেসব গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য থাকলে কোন হিমায়ককে আদর্শ হিমায়ক হিসেবে গণ্য করা যায়, সেগুলো নিচে দেয়া হল–

১। ক্ষয়কারক নয় (Non-corrosive)।
২। সান্দ্রতা কম হওয়া উচিত (Low viscosity)।
৩। তাপ পরিবাহিতা বেশি হওয়া উচিত (High thermal conductivity)।
৪। লিকেজ টেন্ডেসি কম হওয়া উচিত (Low leakage tendency)।
৫। উচ্চ মাত্রায় ইলেকট্রিক্যাল রেজিস্ট্যান্স থাকা উচিত (Dielectric strength)।
৬। ব্যয় কম হওয়া উচিত (Low cost)।

৮। **হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলিসমূহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, একটি আধুনিক হিমায়কের রাসয়নিক গুনাবলির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর ঃ

১। রেফ্রিজারেন্ট দাহ্য না হওয়া/অদাহ্য (Non-flammable)।
২। বিষাক্ত হওয়া উচিত নয় (Non toxic)।
৩। পানির সাথে অদ্রবণীয় (Non soluble with water)।
৪। তেলের সাথে হিমায়ক সহজেই মিশে যাওয়া উচিত (Miscibility)।
৫। তেলের সাথে বিক্রিয়া ঘটবে না (Does not reaction with oil)।

৯। **হিমায়কের থার্মোডাইনামিক গুণাবলি কী কী লিখ।**

উত্তর ঃ

১। নিচু ফুটন্ত তাপমাত্রা (Low boiling poit)।
২। নিচু ঘনীভবন চাপ (Low condensing pressure)।
৩। নিচু আপেক্ষিক আয়তন (Low specific volume)।
৪। উচ্চ সুপ্ততাপ (High latent heat)।
৫। উচ্চ সংকট তাপ ও চাপ (High critical pressure and temperature)।
৬। ফ্রিজিং তাপমাত্রা, কুলিং কয়েলের তাপমাত্রা থেকে অনেক কম হবে।
৭। বায়ুমণ্ডলের চাপ থেকে ইভাপোরেটর কন্ডেন্সার চাপ বেশি হওয়া উচিত।

১০। **কোন কোন গুণের অধিকারী হলে একটি হিমায়ককে আদর্শ হিমায়ক বলা যায়?**
অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।
অথবা, আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত গুণের অধিকারী হলে একটি হিমায়ককে আদর্শ হিমায়ক বলা যায়। যথা–

১। **স্ফুটনাঙ্ক ঃ** হিমায়ক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ও সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হবে।
২। **হিমাঙ্ক ঃ** অতি নিম্ন তাপমাত্রায় হিমায়ক জমাট বাঁধবে।
৩। **ঘনীভবনের চাপ ঃ** স্বল্প চাপে ও সাধারণ উষ্ণতায় হিমায়ক ঘনীভূত হবে।
৪। **সঙ্কট উষ্ণতা ঃ** এর সঙ্কট উষ্ণতা কম হওয়া ভাল।
৫। **সুপ্ততাপ ঃ** সুপ্ততাপ শোষণের ক্ষমতা অনেক বেশি হওয়া দরকার।
৬। **আপেক্ষিক আয়তন ঃ** এর আপেক্ষিক আয়তন বেশি হওয়া দরকার।
৭। **আপেক্ষিক তাপ ঃ** তরল অবস্থায় হিমায়কের আপেক্ষিক তাপ কম এবং বাষ্পীয় অবস্থায় হিমায়কের আপেক্ষিক তাপ বেশি হবে।

৮। **তাপ পরিবাহিতা ঃ** এর তাপ পরিবাহী গুণ বেশি থাকা দরকার।

৯। **আঠালতা ঃ** এর আঠালতা কম হবে।

১০। **বিদ্যুৎ পরিবাহিতা ঃ** হিমায়ক বিদ্যুৎ পরিবাহী হবে না।

১১। **বিষাক্ততা ঃ** এর বিষাক্ত আচরণ থাকবে না।

১২। **শিখা উৎপাদন গুণ ঃ** এটা শিখা উৎপাদন করবে না।

১৩। **বিক্রিয়া ঃ** আদর্শ হিমায়ক বিক্রিয়াহীন হবে।

১৪। **স্থায়িত্ব ঃ** এটা কখনও বিশ্লিষ্ট ও বিনষ্ট হবে না।

১৫। **গন্ধ ঃ** হিমায়কের দুর্গন্ধ বা কটু গন্ধ থাকবে না।

১৬। **ছিদ্র নির্দেশ প্রবণতা ঃ** এর ছিদ্র নির্দেশ করার গুণ থাকবে।

১৭। **তেলের সাথে সম্পর্ক ঃ** এটা তেলের সাথে বিক্রিয়া করবে না এবং মিশ্রিত হবে না।

১৮। **COP ঃ** এর উন্নতমানের COP গুণ থাকবে।

১৯। **অবক্ষয়কারিতা ঃ** এটা Non-corrosiveness হবে।

২০। **দহন ও বিস্ফোরণ ঃ** ভাল হিমায়ক কখনো প্রজ্বলিত বা বিস্ফোরিত হবে না।

১১। **আধুনিক হিমায়কের ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকশিবো-২০০৮,২০০৯,২০১০, ২০১১ (পরি), ২০১২ (পরি), ২০১৪]

অথবা, আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন তা লেখ। [বাকশিবো-২০১১]

অথবা, আধুনিক রেফ্রিজারেন্টের চারটি সুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, তিনটি আধুনিক হিমায়কের গুণাবলি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, আধুনিক হিমায়কের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ

১। দামে কম হবে

২। সহজে পাওয়া যাবে

৩। বিষাক্ত হওয়া যাবে না

৪। কটু গন্ধ যুক্ত হবে না ইত্যাদি।

১২। **হ্যালো কার্বন রেফ্রিজারেন্টের নম্বর প্রদানের নিয়ম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪,২০০৮]

অথবা, হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেন্টের নাম্বারিং করার পদ্ধতি উদাহরণসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ **হেলোকার্বন বা অর্গানিক রেফ্রিজারেন্ট (Halo carbon or organic refrigerant) ঃ** ক্লোরিন (Chlorine), ফ্লোরিন (Fluorine) এবং ব্রোমিন (Bromine) এ তিনটির যে কোন এক বা একাধিক মৌলের সমন্বয়ে গঠিত হেলোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট। হেলোকার্বন রেফ্রিজারেন্ট ফ্রেয়ন, জেনেট্রন, আইস্ট্রেন, আর্কটন, ফ্রিজেন, ফরেন ইত্যাদি ট্রেড নামে বাজারজাত করা হয়।

হেলাইড বা হেলোকার্বন অর্গানিক হিমায়ক হিসেবে পরিচিত কয়েকটির নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং স্ফুটনাঙ্ক হল–

হিমায়কের নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (সেঃ)
R–11	ট্রাইক্লোরোমনোফ্লোরো মিথেন (Trichloromonofluoro methane	CCl_3F	26
R–12	ডাইক্লোরোডাইফ্লুরো মিথেন (Dichlorodifluoro methane)	CCl_2F_2	– 29.8
R–13	মনোক্লোরোট্রাইফ্লুরো মিথেন (Monochlorotrifluoro methane	$CClF_3$	– 81.4
R–22	মনোক্লোরোডাইফ্লুরো মিথেন (Monochlorodifluoro methane)	$CHClF_2$	– 40.8

হিমায়কের নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক (সেঃ)
R–113	ট্রাইক্লোরোট্রাইফ্লুরো ইথেন (Trichlorotrifluoro ethane)	CCL_3CF_3	47.68
R–123	ডাইক্লোরোট্রাইফ্লুরো ইথেন (Dichlorotrifluoro ethane)	CCl_2HCF_3	23.80
R–134a	টেট্রাফ্লুরো ইথেন (Tetrafluoro ethane)	$CF_3\ CFH_2$ CH_2FCF_2	– 26.2

১৩। চিকিৎসা ক্ষেত্রে হিমায়কের চারটি ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর

হিমায়কের নম্বর	কম্প্রেসর	ব্যবহার ক্ষেত্র
R–22	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারী	উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, কোল্ড স্টোরেজ ইত্যাদি।
R–123	সেন্ট্রিফিউগ্যাল কম্প্রেসর	সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট।
R–502	রেসিপ্রোকেটিং	হিমাগার, প্লেট ফ্রিজার, কন্ট্রাক্ট ফ্রিজার, ডেইরি রেফ্রিজারেশন ইত্যাদি।
R–717	রেসিপ্রোকেটিং	আইস প্ল্যান্ট, হিমাগার, ফিস প্রসেসিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।

১৪। হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় না কেন?

উত্তর হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর হিসাবে ব্যবহার করা হয় না কারণ এটি হাই প্রেসার রেফ্রিজারেন্ট।

১৫। হিমায়ক-১১ এর ব্যবহার বন্ধ করার বৈজ্ঞানিক যুক্তি কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর হিমায়ক 11 এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক হল হিমায়ক 123। এটা HCFC কম্পাউন্ড যার রাসায়নিক সংকেত $CHCl_2CF_3$ এবং এটা SUVA নামে অধিক পরিচিত। পরবর্তী সময়ে এটাকে পরিবর্তনের দরকার হবে। হিমায়ক 123 স্ফুটনাঙ্ক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে 27.1° সেঃ এবং আণবিক ওজন 153। হিমায়ক 11 এর চেয়ে কম উষ্ণিক ODP = 0.02 এবং GWP অন্যান্য গুণাবলি হিমায়ক 11 এর মতই। সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং এর সেন্ট্রিফিউগাল কম্প্রেসরে ব্যবহার করা হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। হিমায়কের নামকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
অথবা, R-12 এবং R–717 হিমায়কের বাণিজ্যিক নাম্বারের তাৎপর্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। বিভিন্ন ধরনের হিমায়কের কালার কোড লিখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হিমায়ক ও হিমায়ক সিলিন্ডার স্থানান্তর, সংরক্ষণ ও নিরাপত্তার নিয়মাবলি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৬.১০, ৬.১১ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৭

ক্লোরোফ্লোরো কার্বন ও পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক (CFCs and environmental friendly refrigerants)

৭.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

CFC এর সংক্ষিপ্ত রূপ হলো ক্লোরোফ্লোরো কার্বন বা ক্লোরিন (Cl_2), ফ্লোরিন (F) এবং কার্বন (C) এই তিনটির সমন্বয়ে গঠিত হিমায়ক। CFC যুক্ত হিমায়কের মধ্যে সবচেয়ে ক্ষতিকর উপাদানটি হলো ক্লোরিন (Cl_2) গ্যাস। আমরা সাধারণত জানি যে, কোহিয়েশন অ্যান্ড অ্যাডিয়েশন, কোহিয়েশন মূলত নিজেদের মধ্যে যুক্ত হবার প্রবণতা আর এ্যাডিয়েশন হলে অপরের সাথে যুক্ত হবার প্রবণতা। এক্ষেত্রে ক্লোরিন গ্যাসকে বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দিলে আশেপাশের কোন গ্যাসের সাথে যুক্ত না হয়ে সরাসরি উপরের দিকে উঠে যায়, অবশেষে ওজোনের (O_3) সাথে বিভিন্ন ঘটায়। যার ফলে ওজোন স্তরের ক্ষতি সাধন করে। যার ফলে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা ক্রমান্বয়ে বেড়ে যাচ্ছে। পৃথিবীর তাপমাত্রা যেন বৃদ্ধি না পায় সে জন্য পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক উদ্ভাবন করেছে। যাকে মূলত HFC বলে সম্বোধন করে থাকে, HFC হলো হাইড্রোফ্লোরো কার্বন, ক্লোরিনের পরিবর্তে হাইড্রোজেন যুক্ত করা হয়েছে। আলোচ্য অধ্যায়ে CFC, পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়ক, ODS, ODP, GWP, ওজোন স্তর, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট, মন্ট্রিল প্রোটকল, ক্লীন এয়ার অ্যাক্ট ইত্যাদি সম্পর্কে বিস্তারিত জানা যাবে।

৭.১ ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (State what is meant by the CFC) ঃ

ক্লোরিন, ক্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হিমায়ককে ক্লোরোফ্লোরো কার্বন হিমায়ক বা সংক্ষেপে CFC হিমায়ক বলে। এদের মধ্যে কয়েকটির নাম ও রাসায়নিক সংকেত নিম্নে দেয়া হল–

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
R – 11	CCl_3F
R – 12	CCl_2F_2
R – 113	$CCl_2F_3 CCl F_2$
R – 114	$CClF_2 CCl F_2$
R – 115	$CCl F_2 CF_3$

৭.২ পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়ক (State what is meant by environmental friendly refrigerant) ঃ

পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য যতগুলো কারণ বা সহায়ক আছে তাদের মধ্যে একটি হল কিছু সনাতন হিমায়ক। এ সমস্ত হিমায়কের কিছু ভাল বৈশিষ্ট্য থাকা সত্ত্বেও ওজোন স্তরের ক্ষতি করে বলে এদেরকে পরিবেশের শত্রু গ্যাস বলে। নতুন উদ্ভাবিত কোন হিমায়কের যদি প্রচলিত হিমায়কের ভাল বৈশিষ্ট্যগুলো এবং পরিবেশের জন্য হুমকি না হয়, তাহলে সেগুলোকে পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক বা Environmental friendly gas বলে।

আধুনিক হিমায়ক বলতে সাধারণত পরিবেশের জন্য ক্ষতিকারক নয় এমন নতুন উদ্ভাবিত হিমায়ককে বুঝানো হয়। CFC এবং HCFC গ্রুপের হিমায়কগুলো কমবেশি ওজোন স্তরের ক্ষতি করে, তাই বিজ্ঞানীরা কিছু পুরানো হিমায়কের পরিবর্তে নতুন হিমায়ক উদ্ভাবন করেন। এগুলোকে CFC's replacement refrigerant বলা হয়। আর যদি সম্পূর্ণ নতুন হিমায়ক আবিষ্কার ও ব্যবহৃত হয়, তাহলে সেগুলোকে নতুন হিমায়ক বা নিউ রেফ্রিজারেন্ট (New refrigerant) বলে। নতুন উদ্ভাবিত Replacement refrigerant এবং নতুন রেফ্রিজারেন্টকেই আধুনিক হিমায়ক বলা যায়। যেমন– R – 123 ($CHCl_2 CF_3$), R – 290, R – 134a ($CF_3 CH_2 F$), R – 600a ইত্যাদি।

আধুনিক হিমায়কের সুবিধা ঃ

যে সকল অসুবিধার কারণে পুরানো CFC হিমায়কগুলো বাদ দেয়া হচ্ছে তা থেকে নতুন উদ্ভাবিত হিমায়কগুলোর সুবিধা বুঝা যায়। সুবিধাগুলো হল–

১। সবচেয়ে বড় সুবিধা যে, এগুলো ওজোন স্তরের ক্ষতি করে না। পরিবেশের ক্ষতি করে না বলে এগুলোকে 'পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক' বলে।

২। বিস্ফোরক নয়।

৩। অদাহ্য।

৪। সমপরিমাণ শক্তি ব্যয়ে অধিক কাজ করা যায়। হিমায়ক 69S হিমায়ক 502 এর তুলনায় RE বেশি WD কম সুতরাং COP বেশি।

৫। ODP এবং GWP কম।

৬। আকাশে কম সময়ের অস্তিত্ব (Less atmospheric life time)

৭.৩ পরিবেশ বান্ধব/আধুনিক হিমায়কের তালিকা (List the environmental friendly refrigerant) ঃ

নিম্নে কয়েকটি পরিবেশ বান্ধব হিমায়কের তালিকা দেয়া হল–

১। R – 123 ($CH\ Cl_2\ CF_3$)

২। R – 134a ($CF_3\ CH_2\ F$)

৩। R – 600a ($C_4\ H_{10}$)

৪। R – 290 ($C_3\ H_3$)

৫। R – 404A (R – 125/R – 143a/R – 134a) ($CHF_2\ CF_3$/$CH_3\ CF_3$/$CF_3\ CH_2\ F$)

৭.৪ ODS, ODP এবং GWP কী (State what is meant by ODS, ODP and GWP) ঃ

ODS → ODS এর পূর্ণ অর্থ Ozone depletion substance. ওজোন স্তর হ্রাস বা ক্ষয়ের জন্য যে সমস্ত রাসায়নিক বস্তুসমূহ দায়ী তাদেরকে ওজোন ক্ষয়ের উপাদান (Ozone depletion substance) বলে।

ODP → ODP এর পূর্ণ অর্থ Ozone depletion potential, যার মাধ্যমে ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক প্রভাব নির্ণয় করা হয়।

GWP → GWP এর পূর্ণ অর্থ Global warming potential. CFC বা অন্যান্য বস্তু যা সরাসরি ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা বৃদ্ধিও জন্য দায়ী তার প্রভাব বা মেজারমেন্ট নির্ণয় করাকে GWP বলে।

৭.৫ ওজোন স্তর ক্ষয়, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট এবং গ্লোবাল ওয়ার্মিং (Explain ozone layered depleting, Green house effect and global warming)

ওজোন লেয়ার ডিপ্লেটিং (Ozone layered depleting) ঃ সূর্য থেকে পৃথিবীতে আসা অতিবেগুনি রশ্মির শতকরা ৯৯ ভাগই ওজোন স্তর শোষণ করে এবং বাকি মাত্র ১ শতাংশ পৃথিবীতে আসে। ওজোন স্তর না থাকলে এ রশ্মির শতকরা ১০০ ভাগই পৃথিবীতে চলে আসত। ওজোন স্তর যে কোন কারণে ক্ষয় বা হ্রাস পেলে তা পরিবেশের জন্য বিপর্যয় বয়ে আনে। কিন্তু ইদানীং বিজ্ঞানীরা লক্ষ করেছেন যে, ওজোন স্তরে ওজনের পরিমাণ হ্রাস পাচ্ছে। আর এ হ্রাস বা ক্ষয়ের জন্য যে সকল রাসায়নিক বস্তুসমূহ দায়ী তাদেরকে ওজোন ক্ষয়ের উপাদান (Ozone depleting substance) বা সংক্ষেপে ODS বলে। যে সমস্ত ODS দ্বারা ওজোন স্তর ক্ষয় হয় সেগুলো হল CFC, HCFC, HFC ইত্যাদি। CFC এবং HFC গ্রুপের হিমায়ক ওজোন স্তরের বড় ধরনের ক্ষতিসাধন করে। তবে সমীক্ষায় দেখা যায় যে, কার্বন ডাই-অক্সাইড ওজোন স্তরের যে পরিমাণ ক্ষতি করে CFC তার এক হাজার গুণ বেশি করে। CFC এর ক্লোরিন এটম ক্ষতিকারক প্রধান উপাদান।

গ্রীনহাউজ প্রতিক্রিয়া (Green house effect) ঃ পৃথিবীর বুকে গাছপালা, লতা ও ঘাস ইত্যাদি কারণে দেখতে অনেকটা সবুজ মনে হয়। এজন্য পৃথিবীকে গ্রীনহাউজ বলে। মানুষ তার চারপাশে প্রাকৃতিক যা কিছু পায় তার সবই পৃথিবীর ভারসাম্যতা রক্ষা করার জন্য। ভারসাম্যতা রক্ষা করার জন্য পৃথিবীর তাপমাত্রা ও অক্সিজেনের নিয়ন্ত্রণ ও রক্ষা করা দরকার। মানুষ ও অন্যান্য প্রাণী কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ত্যাগ করে এবং গাছপালা তা গ্রহণ করে। অন্যদিকে গাছপালা যা ত্যাগ করে মানুষ ও অন্যান্য প্রাণী তা গ্রহণ করে। এভাবে পরিবেশের একটা ভারসাম্য বজায় থাকার কথা।

কিন্তু বর্তমানে শিল্পকারখানা, থার্মাল পাওয়ার স্টেশন, গাড়ির ধোঁয়ায় CO_2 এর উৎপাদন বাড়ছে কিন্তু অন্যদিকে ব্যাপকহারে গাছপালা নিধনের ফলে অক্সিজেনের উৎপাদন কমছে। যার জন্য CO_2 এবং O_2 এর ভারসাম্যতা থাকছে না। উৎপাদিত CO_2 এর পরিমাপ অধিক বেশি কিন্তু গ্রহণের মাধ্যম কম থাকার কারণে উদ্বৃত্ত CO_2 ঊর্ধ্বাকাশের ওজোন স্তর O_3 এর ক্ষতিসাধন করে। ওজন স্তর সূর্যের অতিবেগুনি রশ্মি (Ultraviolet ray) প্রতিহত করে। ওজোন স্তর কার্বন ডাই-অক্সাইডের উপস্থিতির কারণে পাতলা এবং ফুটা হয়। ভূ-স্তরে অধিক সৌর রঞ্জনরশ্মি বা বেগুনি রশ্মির পতিত হয়, ফলে পৃথিবীর তাপমাত্রা প্রতি বছরই কিছুটা বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির দরুন সবুজ পৃথিবীর ক্ষতি সাধিত হয়। ফলে ওজোন স্তরের আরও অধিক ক্ষতিসাধন করে। বায়ুতে অধিক হারে কার্বন ডাই-অক্সাইড ছাড়া এবং অধিকহারে গাছপালা নিধন করায় পরিবেশের উপর যে প্রভাব পড়ে তাকেই গ্রীনহাউজ প্রতিক্রিয়া বা Green house effect বলে।

পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি (Globul warming) ঃ শিল্পকারখানা ও মটরযান থেকে যে পরিমাণ কালো ধোঁয়া CO_2 বের হয় তা সম্পূর্ণরূপে গাছপালা দ্বারা অক্সিজেনে পরিণত হতে পারে না। কারণ ব্যাপকহারে গাছপালা নিধন। যার ফলে বায়ুমণ্ডলে অধিক পরিমাণ CO_2 বিরাজ করে। এ অতিরিক্ত CO_2 বায়ুমণ্ডলের নির্দিষ্ট উচ্চতা পর্যন্ত একটি আবরণ হিসেবে থাকে, যা ভূপৃষ্ঠে প্রতিসৃত সূর্যালোকে ফিরে যেতে বাধা দেয়। ফলে পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। আবার ওজোন স্তরে CO_2 এর উপস্থিতির কারণে এটি পাতলা ও ছিদ্র হয়। যার ফলে সূর্য থেকে বেশি পরিমাণ বেগুনি রশ্মি পৃথিবীতে প্রবেশ করায় বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা প্রতি বছরই কিছুটা বৃদ্ধি পায়।

৭.৬ CFCs এর সাথে ওজোন (O_3) এর রাসায়নিক বিক্রিয়া (Mention the chemical reaction of CFC with ozone) ঃ

CFC ওজোন স্তরের সাথে কীভাবে বিক্রিয়া করে তা নিম্নে দেখনো হল–

স্বাভাবিক বিক্রিয়া	ক্লোরিন বিক্রিয়া
(Normal reaction)	(Chlorine reaction)
O_3 + UV rediation = O_2 + O	$O_3 + Cl = O_2 + ClO$
$O_2 + O = O_3$	$ClO + O = Cl + O_2$
	uet resulting
	$O_3 + O = 2O_2$

৭.৭ CFC হিমায়ক ও নন CFC হিমায়কের ODP, GWP এর পরিমাণ এবং বায়ুমণ্ডলে হিমায়কের অস্তিত্বের সময়ের তুলনা (Compare commonly used CFC refrigerants with non CFC refrigerants regarding on ODP, GWP and atmospheric life) ঃ

ODP (Ozone depleting substance) ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক প্রভাবক নির্ণায়ক এবং GWP (Global warming potential) কার্বন ডাই-অক্সাইড বা গ্রীনহাউজ ইফেক্ট নির্ণায়ক। CFC হিমায়ক ও নন CFC হিমায়ক বায়ুমণ্ডলে কত সময়কাল এদের অস্তিত্ব বজায় থাকে এবং ODP ও GWP এর মাত্রা নিম্নের চার্টে দেয়া হল–

Ozone Depleting (ODP) and Global Warming (GWP) Potentials.

Chemical	Chemical formula	ODP	GDP	Estimated atmospheric life of refrigerants (years)
Chlorofluoro-carbons				
R – 11	$CC1_3F$	1.00	1300	59
R – 12	CCl_2F_2	0.95	3700	122
R – 113	$CCl_2FCCl.F_2$	0.83	1900	98
R – 114	$CCl_2F_2CClF_2$	0.71	6400	244
R – 115	$CClF_2CF_3$	0.36	13800	539
Hydrocholorofluoro carbons				
F-22	$CHClF_2$	0.05	510	18
F-123	$CHCl_2CF_3$	0.02	28	2
Hydrofluoro-carbons				
F-134a	CF_3CH_2F CF_3CHF_2	0	400	18
F-152a		0	46	2

Chemical	Chemical formula	ODP	GDP	Estimated atmospheric life of refrigerants (years)
Refrigerants Mixtures	73.8% F_{-12}			
CFC-500 CFC-502	+ 26.2% F_{-1529a} 51.2% F_{-115} + 48.8% F_{-22}	0.74 0.22	2700 7300	
Other Refrigerants				
Water-LiBr Ammonia	7% H_{20} × LiBr NH_3	0 0	0 0	- -
Combustion Products Carbon-dixide	CO_2	0	1.0	230

৭.৮ মনট্রিল প্রোটকল এবং ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট (Mention the montreal protocols and the clean air acts on substance) ঃ

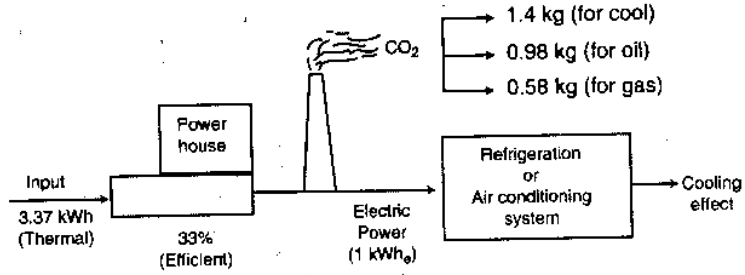
1987 সালে বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞানী ও সরকারি প্রতিনিধি মনট্রিলে CFC ব্যবহার সম্পর্কে কিছু সিদ্ধান্ত নেন। তাতে CFC উৎপাদন হ্রাস ও হিমায়কের অবমুক্তি নিষিদ্ধ এবং নতুন হিমায়ক উদ্ভাবনের ব্যাপারে সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। মনট্রিল নিষিদ্ধ এবং নতুন হিমায়ক প্রোটকল ও 1900 সালের ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট (Clean air act) ২০০০ সালের মধ্যে কীভাবে বেশি ক্ষতিকারক হিমায়কগুলো উৎপাদন হ্রাস ও ফেইজ করা হবে এবং কীভাবে উৎপাদনের উপর খাজনা বা ট্যাক্স প্রয়োগ করা হবে তা দেখানো হল–

Chlorofluorocarbon (CFC) phase out and tax Schedules

Year	Percentage of 1986 Production		U.S.Tax on CFCs
1991	100%	85%	3.015
1992	100%	80%	3.674
1993	85%	75%	5.830
1994	85%	65%	5.830
1995	50%	50%	6.820
1996	50%	40%	7.810
1997	15%	15%	8.800
1998	15%	15%	9.790
1999	15%	15%	10.780
2000	0%	0%	-

২০০০ সালের পরে বেশি ক্ষতিকারক CFC উৎপাদন বন্ধ রাখার সিদ্ধান্ত হয় কিন্তু পুরানো ইউনিটগুলো চালু রাখার সাথে হিমায়কের পুনঃ ব্যবহার বা রিইউজ (Reuse) করা হবে। বিকল ইউনিটের হিমায়ক না ছেড়ে সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করতে হবে। পরিশোধন করে পুনরায় ব্যবহার করতে হবে। এর মধ্যে ক্ষতিকারক হিমায়কের বিকল্প তৈরি করতে হবে।

CFC সরাসরি ওজোন স্তরের ক্ষতিসাধন করে। আবার হিমায়ন যন্ত্র চালাতে যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হয় তা উৎপাদন করতে CO_2 তৈরি হয়। তাই হিমায়নের ব্যবহার মানে দু'ভাবে পরিবেশের ক্ষতি করা। নিম্নে চিত্র থেকে বুঝা যায় হিমায়ন যন্ত্র চালাতে 1kwhr বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য কী পরিমাণ CO_2 উৎপাদিত হয়। তাই হিমায়নের ব্যবহার মানে দু'ভাবে পরিবেশের ক্ষতি করা।



চিত্র ঃ ৭.১ শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ও হিমায়নের প্রতি কিলোওয়াট বিদ্যুৎ ব্যবহারের জন্য নির্গত CO_2

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **CFC কী?** [বাকাশিবো-০৪, ০৭, ১২]

অথবা, CFC বলতে কী ধরনের হিমায়ককে বোঝায় লেখ। [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]

অথবা, CFC বলতে কী বুঝায় লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০ (পরি)]

অথবা, সিএফসি ফ্রি হিমায়ক কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

উত্তর ক্লোরিন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হিমায়ককে ক্লোরোফ্লোরো কার্বন হিমায়ক বা সংক্ষেপে CFC হিমায়ক বলে।

২। **R–134 এর রাসায়নিক সংকেত লিখ।**

অথবা, হিমায়ক R-134a-এর রাসায়নিক সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর R–134 এর রাসায়নিক সংকেত CF_3CH_2F।

৩। **গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২]

অথবা, গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ১০, ২০১২(পরি)]

অথবা, গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]

অথবা, GWP বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর GWP → GWP এর পূর্ণ অর্থ Global warming potential. CFC বা অন্যান্য বস্তু যা সরাসরি ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা বৃদ্ধিও জন্য দায়ী তার প্রভাব বা মেজারমেন্ট নির্ণয় করাকে GWP বলে।

৪। **হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭, ২০১২]

অথবা, হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০১১, ২০১০]

অথবা, হিমায়ক 134a এর রাসয়ানিক নাম ও সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর

হিমায়কের নাম্বার	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক সেঃ
134a	টেট্রাফ্লুরো ইথেন	CF_3CH_3F	– 26.2

৫। **গ্রিনহাউজ ইফেকট কী?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর বায়ুতে অধিক হারে কার্বন ডাই-অক্সাইড ছাড়া এবং অধিকহারে গাছপালা নিধন করায় পরিবেশের উপর যে প্রভাব তাকেই গ্রিনহাইজ ইফেক্ট বলে।

৬। **পরিবেশ বান্ধব রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৯]

উত্তর পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য যতগুলো কারণ বা সহায়ক আছে তাদের মধ্যে একটি হল কিছু সনাতন হিমায়ক। এ সমস্ত হিমায়কের কিছু ভাল বৈশিষ্ট্য থাকা সত্ত্বেও ওজোন স্তরের ক্ষতি করে বলে এদেরকে পরিবেশের শত্রু গ্যাস বলে। নতুন উদ্ভাবিত কোন হিমায়কের যদি প্রচলিত হিমায়কের ভাল বৈশিষ্ট্যগুলো এবং পরিবেশের জন্য হুমকি না হয়, তাহলে সেগুলোকে পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক বা Environmental friendly gas বলে।

৭। **CO_2 এবং O_2 এর ভারসাম্যতা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর CO_2 ও O_2 এর ভারসাম্যতা বলতে উৎপাদিত CO_2 ও O_2-এর পরিমাণকে বুঝায়। কিন্তু বর্তমানে শিল্পকারখানা, থার্মাল পাওয়ার স্টেশন, গাড়ির ধোয়ার CO_2 এর উৎপাদন বাড়ছে। অন্যদিকে ব্যাপকভাবে গাছপালা নিধনের ফলে অক্সিজেন উৎপাদন কমছে। যার জন্য CO_2 ও O_2 এর ভারসাম্য থাকছে না।

৮। **গ্রীনহাউস প্রতিক্রিয়ার ফলে পরিবেশের কী পরিবর্তন হচ্ছে?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ গ্রীনহাউস প্রতিক্রিয়ার ফলে পরিবেশের ব্যাপক পরিবর্তন ঘটছে–

- ওজনস্তর কার্বনডাই অক্সাইড (CO_2) এর উপস্থিতির কারণে পাতলা এবং ফুটো হয়।
- ভূস্তরে অধিক সৌর রঞ্জন রশ্মি বা বেগুনি রশ্মি পতিত হয় ফলে পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধির দরুন সবুজ পৃথিবীর ক্ষতি হয়। ফলে ওজনস্তরে আরও অধিক ক্ষতিসাধন হয়।

৯। **ODS-কী?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ ODS → ODS এর পূর্ণ অর্থ Ozone depletion substance. ওজোন স্তর হ্রাস বা ক্ষয়ের জন্য যে সমস্ত রাসায়নিক বস্তুসমূহ দায়ী তাদেরকে ওজোন ক্ষয়ের উপাদান (Ozone depletion substance)।

১০। **ওজোন (O_3) ডিপ্লেশন বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ গ্রীনহাউস প্রতিক্রিয়ার ফলে ওজোন স্তরের যে ক্ষতি সাধান হয় তাকে O_3 ডিপ্লেশন বুঝায়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক বলতে কী বুঝ?**

উত্তর ঃ পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য যতগুলো কারণ বা সহায়ক আছে তাদের মধ্যে একটি হল কিছু সনাতন হিমায়ক। এ সমস্ত হিমায়কের কিছু ভাল বৈশিষ্ট্য থাকা সত্ত্বেও ওজোন স্তরের ক্ষতি করে বলে এদেরকে পরিবেশের শত্রু গ্যাস বলে। নতুন উদ্ভাবিত কোন হিমায়কের যদি প্রচলিত হিমায়কের ভাল বৈশিষ্ট্যগুলো এবং পরিবেশের জন্য হুমকি না হয়, তাহলে সেগুলোকে পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক বা Environmental friendly gas বলে।

আধুনিক হিমায়ক বলতে সাধারণত পরিবেশের জন্য ক্ষতিকারক নয় এমন নতুন উদ্ভাবিত হিমায়ককে বুঝানো হয়। CFC এবং HCFC গ্রুপের হিমায়কগুলো কমবেশি ওজোন স্তরের ক্ষতি করে, তাই বিজ্ঞানীরা কিছু পুরানো হিমায়কের পরিবর্তে নতুন হিমায়ক উদ্ভাবন করেন। এগুলোকে CFC's replacement refrigerant বলা হয়। আর যদি সম্পূর্ণ নতুন হিমায়ক আবিষ্কার ও ব্যবহৃত হয়, তাহলে সেগুলোকে নতুন হিমায়ক বা নিউ রেফ্রিজারেন্ট (New refrigerant) বলে। নতুন উদ্ভাবিত Replacement refrigerant এবং নতুন রেফ্রিজারেন্টকেই আধুনিক হিমায়ক বলা যায়। যেমন– R – 123 ($CHCl_2 CF_3$), R – 290, R – 134a ($CF_3 CH_2 F$), R – 600a ইত্যাদি।

২। **আধুনিক হিমায়কের সুবিধাসমূহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ সুবিধাগুলো হল–

১। সবচেয়ে বড় সুবিধা যে, এগুলো ওজোন স্তরের ক্ষতি করে না। পরিবেশের ক্ষতি করে না বলে এগুলোকে 'পরিবেশের বন্ধু হিমায়ক' বলে।

২। বিস্ফোরক নয়।

৩। অদাহ্য।

৪। সমপরিমাণ শক্তি ব্যয়ে অধিক কাজ করা যায়। হিমায়ক 69S হিমায়ক 502 এর তুলনায় RE বেশি WD কম সুতরাং COP বেশি।

৫। ODP এবং GWP কম।

৬। আকাশে কম সময়ের অস্তিত্ব (Less atmospheric life time)।

৩। **চারটি পরিবেশ বান্ধব হিমায়কের রাসায়নিক সংকেতসহ নাম লিখ।**

উত্তর ঃ

১। R – 123 ($CH Cl_2 CF_3$)

২। R – 134a ($CF_3 CH_2 F$)

৩। R – 600a ($C_4 H_{10}$)

৪। R – 290 ($C_3 H_3$)

৫। R – 404A (R – 125/R – 143a/R – 134a) ($CHF_2 CF_3/CH_3 CF_3/CF_3 CH_2 F$)

৪। **ODS ও ODP ও GWP বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১৪]

উত্তর ঃ ODS → ODS এর পূর্ণ অর্থ Ozone depletion substance. ওজোন স্তর হ্রাস বা ক্ষয়ের জন্য যে সমস্ত রাসায়নিক বস্তুসমূহ দায়ী তাদেরকে ওজোন ক্ষয়ের উপাদান (Ozone deplection substance) বলে।

ODP → ODP এর পূর্ণ অর্থ Ozone depletion potential, যার মাধ্যমে ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক প্রভাব নির্ণয় করা হয়।

GWP → GWP এর পূর্ণ অর্থ Global warming potential. CFC বা অন্যান্য বস্তু যা সরাসরি ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা বৃদ্ধিও জন্য দায়ী তার প্রভাব বা মেজারমেন্ট নির্ণয় করাকে GWP বলে।

৫। **CFC এর সাথে ওজোন এর বিক্রিয়াটি লিখ।**

উত্তর ঃ CFC ওজন স্তরের সাথে কীভাবে বিক্রিয়া করে তা নিম্নে দেখনো হল–

স্বাভাবিক বিক্রিয়া	ক্লোরিন বিক্রিয়া
(Normal reaction)	(Chlorine reaction)
O_3 + UV rediation = O_2 + O	$O_3 + Cl = O_2 + ClO$
$O_2 + O = O_3$	$ClO + O = Cl + O_2$
uet resulting	
$O_3 + O = 2O_2$	

৬। **গ্রীনহাইজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭,২০১২, ২০১৪]

উত্তর ঃ গ্রীনহাউজ ইফেক্ট কমানোর উপায় নিম্নরূপ ঃ

১। জ্বালানি শক্তি সংরক্ষণের মাধ্যমে বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের উত্তোরত্তর পরিমাণ বৃদ্ধি ও হ্রাস করা।

২। জমিতে রাসায়নিক সারের ব্যবহার কমিয়ে জৈবসারের ব্যবহারের প্রচলন করা।

৩। কৃষি জমিতে পোকামাকড় মারার জন্য কীটনাশক ব্যবহার না করে যান্ত্রিক উপায়ে পোকামাকড় নিধন করা।

৪। কিলোমিটার প্রতি বর্তমানের চেয়ে অনেক কম জ্বালানি তেলের প্রয়োজন হয় এমন মোটরযান ইঞ্জিন উদ্ভাবন করা।

৫। কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপাদনকারী জীবাশ্ম জ্বালানি ব্যবহার যথাসম্ভব কম করা এবং তার বিকল্প আবিষ্কার ও ব্যবহার করা।

৭। **গ্রীনহাইস প্রতিক্রিয়া ব্যক্ত কর।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট কী?

উত্তর ঃ **গ্রীনহাউজ প্রতিক্রিয়া (Green house effect) ঃ** পৃথিবীর বুকে গাছপালা, লতা ও ঘাস ইত্যাদি কারণে দেখতে অনেকটা সবুজ মনে হয়। এজন্য পৃথিবীকে গ্রীনহাউজ বলে। মানুষ তার চারপাশে প্রাকৃতিক যা কিছু পায় তার সবই পৃথিবীর ভারসাম্যতা রক্ষা করার জন্য। ভারসাম্যতা রক্ষা করার জন্য পৃথিবীর তাপমাত্রা ও অক্সিজেনের নিয়ন্ত্রণ ও রক্ষা করা দরকার। মানুষ ও অন্যান্য প্রাণী কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ত্যাগ করে এবং গাছপালা তা গ্রহণ করে। অন্যদিকে গাছপালা যা ত্যাগ করে মানুষ ও অন্যান্য প্রাণী তা গ্রহণ করে। এভাবে পরিবেশের একটা ভারসাম্য বজায় থাকার কথা।

৮। **পরিবেশ বন্ধু হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকা প্রয়োজন লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১১]

উত্তর ঃ

- এগুলো ওজন স্তরের ক্ষতি করবে না।
- বিস্ফোরক নয়।
- অদাহ্য।
- সমপরিমান শক্তি ব্যায়ে অধিক কাজ করা যায়।
- ODP এবং GWP কম।
- আকাশে কম সময়ের অস্তিত্ব।

৯। **CFC হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫,২০০৬, ২০০৭, ২০১১ (পরি)]
অথবা, সিএফসি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশকে ক্ষতি করে, লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ CFC সরাসরি ওজোন স্তরের ক্ষতিসাধন করে। আবার হিমায়ন যন্ত্র চালাতে যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হয় তা উৎপাদন করতে CO_2 তৈরি হয়। তাই হিমায়নের ব্যবহার মানে দু'ভাবে পরিবেশের ক্ষতি করা। নিম্নে চিত্র থেকে বুঝা যায় হিমায়ন যন্ত্র চালাতে 1kwhr বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য কী পরিমাণ CO_2 উৎপাদিত হয়। তাই হিমায়নের ব্যবহার মানে দু'ভাবে পরিবেশের ক্ষতি করা।

১০। **ODP এবং GWP এর মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪

উত্তর ঃ

ODP	GWP
১। ODP এর পূর্ণ অর্থ OZone depletion potential.	১। GWP এর পূর্ণ অর্থ Global Warming Potential.
২। ওজন স্তরের ক্ষতিকারক প্রভাব নির্ণয় করা হয়।	২। সরাসরি ভূ-পৃষ্ঠের তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য দায়ী তার প্রভাব বা মেজারমেন্ট নির্ণয় করাকে GWP বলে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **গ্রীনহাউজ ইফেক্ট বলতে কী বুঝ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। **মনট্রিল প্রোটকল বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক এর উপর মনট্রিল প্রোটকল (Montreal Protocols) এবং ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট (Clean are ac কী, তা লিখ।** [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **৫টি হিমায়কের নাম এবং রাসায়নিক সংকেতসমূহ চার্টের মাধ্যমে প্রকাশ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়ক বলতে কি বুঝ বিস্তারিতভাবে উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **০৫টি পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়কের নাম সংকেতসহ উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **ODS, ODP, GWP, CFC এবং HFC, HCFC বলতে কী বুঝায়।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **ওজোন স্তর ক্ষয়, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট এবং গ্লোবাল ওয়ার্মিং বলতে কী বুঝ?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **ওজোন স্তরের সাথে ক্লোরিনের রাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণসহ উল্লেখ করে দেখাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৮ রেফ্রিজারেন্ট অয়েল/কম্প্রেসর অয়েল (Refrigerant Oil Compressor Oil)

৮.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

রেফ্রিজারেন্ট অয়েল বা কম্প্রেসর অয়েল মূলত একই জিনিস। অয়েল (Oil) সাধারণত কোন ঘূর্ণায়মান অংশসমূহকে পিচ্ছিল ও নিরাপদে চলতে সাহায্যে করে। অনেকক্ষেত্রে অয়েল পরিষ্কারক ও কুলিং এজেন্ট হিসেবে কাজ করে থাকে। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে সাধারণত [illegible] ধরনের অয়েল ব্যবহৃত হয়, যেমন– মিনারেল অয়েল এবং সিনথেটিক অয়েল। মিনারেল অয়েল ক্রুড অয়েল হতে পরিশোধিত [illegible] আর সিনথেটিক অয়েল প্রাকৃতিক গ্যাস হতে পরিশোধিত।

[illegible] টাইপ হারমেটিক কম্প্রেসর মোটর জ্বলে প্রচুর পরিমাণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) উৎপন্ন হয় ফলে তেলের গুণাগুণ নষ্ট হয়। তেলের মধ্যে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যত কম থাকে তেলের রাসায়নিক দৃঢ়তা তত বেড়ে যায়। ভাল তেল খুব হালকা দেখতে অনেকটা পরিষ্কার পানির মত। আলোচ্য অধ্যায়ে রেফ্রিজারেন্ট তেলের গুরুত্ব, প্রকারভেদ, গুণাবলি, স্পেসিফিকেশন, অয়েলের নাম এবং সিনথেটিক অয়েল স্থানান্তর এবং সংরক্ষণ করার জন্য নিরাপত্তা বিধান সম্পর্কে বিস্তারিত জানা যাবে।

৮.১ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুরুত্ব (Outline the importance of refrigerant oil) ঃ

রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। অয়েল ছাড়া কোনভাবেই কম্প্রেসর চালানো উচিত নয়। অয়েল কম্প্রেসরের ঘূর্ণায়মান অংশকে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। সহজে ঘুরতে সহায়তা এবং ঘূর্ণনজনিত ঘর্ষণ হ্রাস করে।

বড় বড় কম্প্রেসর চালু করার পূর্বেই তেলের প্রতি গুরুত্ব দেয়া হয়। নির্মাতা কর্তৃক ব্যবস্থা ও নিয়ম মেনেই কম্প্রেসর চালু করা হয়, যাতে কোন দুর্ঘটনা ঘটতে না পারে। তাই চালু অবস্থায় তেলজনিত কারণে যাতে দুর্ঘটনা না ঘটে সেজন্য অয়েল প্রেসার কাটআউট, অয়েল লেভেল কাটআউট, অয়েল পাম্প ফেইলুর কাটআউট এবং অয়েল টেম্পারেচার কাটআউট থাকে। কিন্তু এত কিছু নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা নেয়ার পরও যদি সঠিক তেল নির্বাচন না করা হয়, তাহলে কম্প্রেসর নির্দিষ্ট সময়ের পূর্বেই খারাপ হয়ে যাবে। তাই সকল নিরাপত্তা ব্যবস্থা ঠিক রেখে নির্মাতা কর্তৃক নির্দেশিত, অনুমোদিত ও পরিমাণ তেল ব্যবহার করেই কম্প্রেসর চালানো যাবে।

নিম্নে রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুরুত্ব দেয়া হল–

১। ক্ষয় কমানোর জন্য,

২। গতিশীল অংশসমূহ লুব্রিকেটিং করার জন্য,

৩। তাপ কমানোর জন্য,

৪। ছোট আকৃতির লিকেজ রোধ করার জন্য,

৫। মুভিং অংশের ধাক্কা রোধ করার জন্য,

৬। মরিচা রোধ করে।

৭। মুভিং অংশসমূহ পরিষ্কার রাখে।

৮.২ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রকারভেদ (Classification of refrigerant oil) ঃ

রেফ্রিজারেশন কম্প্রেসরে ব্যবহৃত অয়েল প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। মিনারেল অয়েল (Mineral oils)।

২। সিনথেটিক অয়েল (Synthetic oils)।

ক্রুড অয়েলকে পরিশোধিত করে মিনারেল অয়েল পাওয়া যায় এবং লুব্রিকেশনের জন্য প্যারাফিনিক (Paraffinic) অথবা ন্যাপথেনিক (Naphthenic) বেস ব্যবহার করা হয়।

মিনারেল অয়েলকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। প্যারাফিন বেস (Paraffin base)।

২। ন্যাপথেনিক বেস (Naphthenic base)।

প্রাকৃতিক গ্যাসকে (Natural gas) পরিশোধিত করে সিনথেটিক অয়েল পাওয়া যায়। সিনথেটিক অয়েলকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। Dialkylated Benzine / পলিস্টার (Polyolester)।

২। পলিইথিলিন গ্লাইক.(Polyethylene glycol)।

৮.৩ একটি ভাল রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুণাবলি (Mentions the properties of a good refrigerant oil) ঃ

নিম্নে Refrigerant oil এর গুণাবলি দেয়া হল–

১। রাসায়নিক দৃঢ়তা (Chemical stability)।

২। সান্দ্রতা (Viscosity)।

৩। প্রবহমানতা (Pour point)।

৪। ক্লাউড পয়েন্ট (Cloud point)।

৫। ফ্লক পয়েন্ট (Floc point)

৬। বিদ্যুতের প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা (Dielectric strength)।

৭। হাই প্লাস পয়েন্ট ,

৮। নন-অক্সিডাইজেশন,

৯। ভাল তাপীয় স্থায়িত্বতা,

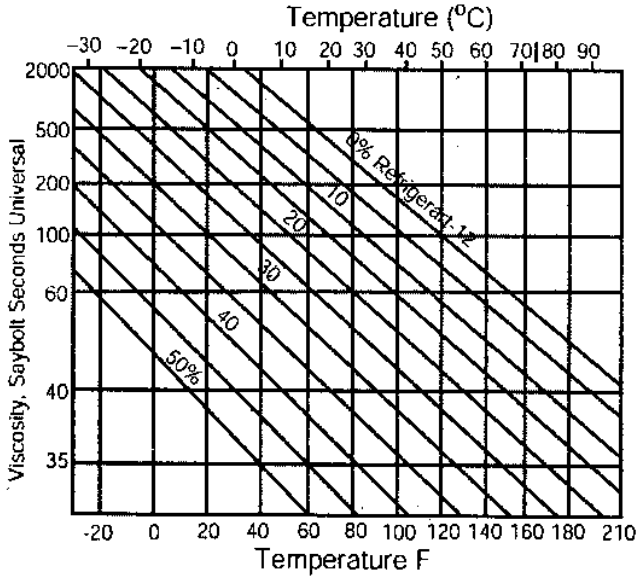
১০। সর্বনিম্ন পরিমাণ আর্দ্রতা ধারণ ইত্যাদি।

৮.৪ রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের গুণাবলির বর্ণনা (Explain the properties of refrigerant oil) ঃ

১। রাসায়নিক দৃঢ়তা (Chemical stabitity) ঃ তেলের রাসায়নিক দৃঢ়তা বলতে কোন তেলের দীর্ঘদিন অনবরত পিচ্ছিলকরণসহ প্রচণ্ড গরমেও তার গুণাগুণের পরিবর্তন না হওয়াকে বুঝানো হয়। হারমেটিক্যালী সিলড্ কম্প্রেসর চলাকালীন তার অভ্যন্তরের তাপমাত্রা প্রচণ্ড বৃদ্ধি পায় (আমেরিকায় টেকুমশাহ উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের কম্প্রেসর গায়ে লেখা থাকে–"কম্প্রেসর হাউজিং" (Compressor housing) তাপমাত্রা 302° ফাঃ বা 165° সেঃ পর্যন্ত বৃদ্ধি পেতে পারে) তাহলে দেখা যায় যে, প্রচণ্ড গরমে কম্প্রেসর অয়েলের অস্তিত্ব বজায় থাকে। তেল তার কাজ দীর্ঘদিন দক্ষতার সাথে করে যায়। অন্যদিকে ইভাপোরেটরে প্রচণ্ড ঠাণ্ডায়ও সে তার কার্য ক্ষমতা হারায় না। আবদ্ধ কম্প্রেসর মোটর খারাপ হওয়ার পূর্ব মুহূর্তেও তেলের গুণাগুণ ভাল থাকতে হয়। একটি হারমেটিক মোটর কয়েক দশক/বছর পর্যন্ত কাজ করতে পারে। কিন্তু মোটরের তারের ইনসুলেশন (Insulation) জ্বলে প্রচুর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড তৈরি হয়, ফলে তেলের গুণাগুণ নষ্ট হয়। দীর্ঘদিন দক্ষতার সাথে কাজ করার জন্য একটি উন্নত তেলে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের হার সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যত কম থাকে তেলের রাসায়নিক দৃঢ়তা তত বৃদ্ধি পায়। ভাল তেল খুব হালকা দেখতে অনেকটা পরিষ্কার পানির মত।

২। সান্দ্রতা (Viscosity) ঃ 60 ঘন সেন্টিমিটার তেল একটি সরু অরিফিসের মাধ্যমে প্রবাহ করতে যে কয়েক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সে তেলের সান্দ্রতা নম্বর বা ভিসকোসিটি নম্বর বলে। এটা সেবোল্ট ভিসকোমিটারের (Saybolt Viscosimeter) অরিফিসের মাধ্যমে 100° ফাঃ বা 380° সেঃ তাপমাত্রায় তেল প্রবাহের সময় নির্ণয় করা হয়। তেল কত ঘন বা পাতলা তা সান্দ্রতা নম্বরের সাহায্যে বোঝা যায়। তেল বেশি পাতলা বা ভিসকোসিটি বেশি হলে ঘূর্ণায়মান অংশগুলোর মাঝে জায়গা দখল করবে না সুতরাং মাঝামাঝি সান্দ্রতা অনেক কম্প্রেসরের জন্য উপযোগী হতে পারে। তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে সান্দ্রতার পরিবর্তন ঘটে।

ঘূর্ণায়মান অংশগুলো পিচ্ছিল করা ছাড়াও পিস্টন সিলিন্ডারের মাঝে প্রতিবন্ধকতা বা সিল তৈরি করে। ফলে তেল উচ্চ চাপ ও নিম্ন চাপের মাঝে কৃত্রিম দেয়াল সৃষ্টি করে। সান্দ্রতা কম হলে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করতে পারে না। আবার সান্দ্রতা বেশি হলে ঘর্ষণ বেশি হয়, ফলে কম্প্রেসর চালাতে অধিক শক্তি ব্যয় হয়।



চিত্র ঃ ৮.১ তেল মিশ্রণের সান্দ্রতা তাপমাত্রা সম্পর্ক।

সান্দ্রতা Saybolt Second Universal (S. S. U) তে মাপা হয়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সান্দ্রতা পরিবর্তন ৮.১ চিত্রে দেখানো হল।

৩। প্রবহমানতা (Pour Point) ঃ আমরা জানি, তাপমাত্রা বাড়লে তেল (Oil) পাতলা হয় এবং তাপমাত্রা কমলে ঘন হয়, তাপমাত্রা আরও কমালে কোন এক তেল আর প্রবাহী থাকবে না। তাহলে সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় পর্যন্ত কোন তেল প্রবাহ করে তাকে সে তেলের প্রবহমানতা বা পোর পয়েন্ট বলে। নিম্ন তাপমাত্রায় ব্যবহৃত হিমায়নের কম্প্রেসরের জন্য তেল নির্বাচনে প্রবহমানতা বিবেচনায় রাখতে হয়। ক্র্যাঙ্ক কেইস ও ইভাপোরেটরে তেল ঠাণ্ডা হলে যাতে প্রবাহ বন্ধ না হয় সেজন্য প্রবহমানতার গুরুত্ব দেয়া হয়। ইভাপোরেটরে তেল ঘন হয়ে দেয়ালে লেগে থাকলে তা হিট ইনসুলেশন হিসেবে কাজ করে। তাই প্রবহমানতা বা পোর পয়েন্ট ইভাপোরেটরের তাপমাত্রা থেকে অনেক নিচে থাকা উচিত।

৪। ক্লাউড পয়েন্ট (Cloud Point) ঃ তেলের মধ্যে কমবেশি মোমজাতীয় শ্বেত পদার্থ থাকে। তেল ঠাণ্ডা করলে এগুলো কোন এক সময় তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে। সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় তেলে অবস্থিত মোমজাতীয় পদার্থ তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে, তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বলে। ঠাণ্ডার কারণে তলানি আকারে জমতে থাকলে ইভাপোরেটরের কার্যক্ষমতা হ্রাস পায় এবং এক সময় কম্প্রেসরে প্রয়োজনীয় তেলের অভাব দেখা যায়। সেজন্য তেল নির্বাচনে ক্লাউড পয়েন্ট একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

৫। ফ্লক পয়েন্ট (Floc Point) ঃ হিমায়ন চক্রে তেল ও হিমায়ক একত্রে মিশে যায়। আয়তন অনুপাতে 90 শতাংশ হিমায়ক ও 10 শতাংশ তেলের মিশ্রণে অবস্থিত মোমজাতীয় পদার্থ সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় তলানি আকারে পাত্রের তলায় জমা হতে শুরু করে তাকে ফ্লক পয়েন্ট বলে। তেল উৎপাদনকারী প্রতিষ্ঠানকে এ ধরনের পরীক্ষা করার দরকার হয়। বাস্তবে হিমায়ন চক্রে গ্যাস ও তেলের মিশ্রণ প্রভাবিত হলে ইভাপোরেটরের কার্যক্ষমতা হ্রাস পায়। তেল নির্বাচনে ফ্লক পয়েন্ট যথেষ্ট গুরুত্ব বহন করে। তেলের সাথে মিশে এমন হিমায়কের ক্ষেত্রে ক্লাউড পয়েন্ট ও পোর পয়েন্টের চেয়ে অধিক গুরুত্বপূর্ণ হল ফ্লক পয়েন্ট। হিমায়কের সাথে তেলের উপস্থিতি যত বাড়ে মোমজাতীয় পদার্থ তত পৃথক হওয়ার সম্ভাবনা বাড়ে। সুতরাং তেল-গ্যাস মিশ্রণের বেলায় (–18°) সেঃ নিচের তাপমাত্রায় ব্যবহার করলে ফ্লক পয়েন্টের গুরুত্ব খুবই বেশি। তবে যে সব গ্যাস তেলের সাথে মিশে না সে ক্ষেত্রে ফ্লক পয়েন্টের কোন গুরুত্ব নেই।

(চ) বিদ্যুতের প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা (Dielectric strength) ঃ

তেলে কী পরিমাণ অপদ্রব্য আছে তার পরিমাপ হল বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা। হারমেটিক ও সেমিহারমেটিক কম্প্রেসর মোটরের বেলায় তেলে বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ করার ক্ষমতা প্রশ্ন জড়িত হয়। এ ক্ষমতার মাধ্যমে যাচাই করা হয় তেলের মধ্যে পানি, ময়লা এবং অন্যান্য অপদ্রব্যের পরিমাণ।

৮.৫ রেফ্রিজারেশন অয়েলের স্পেসিফিকেশন (Specification of refrigeration oil) ঃ

Property of oil	Reciprocating compressors	Centrifugal compressors
Viscosity At 40°C At 100°C	 (150 ± 10) SSU 40 to 45 SSU	 (300 ± 25) SSU 50 to 55 SSU
Dielectric strength (min)	25 KV	25 KV
Pour point (max)	–46°C	–6.5°C
Flash point (min)	160° C	200°C
Neutralization number (max)	0.05	0.1
Floc point (max)	–55°C	–

৮.৬ রেফ্রিজারেশন ক্ষেত্রে ন্যাপথেন বেস অয়েল বেশি ব্যবহার করা হয় কেন (Explain the causes of more use of napthene base oils for refrigeration purpose) ঃ

ন্যাপথেন বেস অয়েল রেফ্রিজারেন্টের সাথে সহজে মিশে যায় রেফ্রিজারেন্টের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না। এটা কন্ডেন্সারে হাইপ্রেসার এবং হাই টেম্পারেচার আবার লো সাইডে ইভাপোরেটরে নিম্ন তাপমাত্রায় এ তেলের বৈশিষ্ট্যের কোন পরিবর্তন হয় না। সহজে কম্প্রেসরে ফিরে আসে। তাই রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে ন্যাপথেন বেস অয়েল বেশি ব্যবহৃত হয়।

৮.৭ তেলের বাড়তি উপদানগুলো ব্যাখ্যা কর (Explain the contains additives of oil) ঃ

লুব্রিকেটর তেল এর ধাতুর এর সাথে আসক্ত হওয়ার এক ধরনের প্রবনতা আছে, যা টিউব এর কয়েলকে দুষিত করে। ইহাকে ওয়েল ফাউলি ও (Oil Fouling) বলে। ইহা টিউবের উপরে এক ধরনের আস্তরণ তৈরি করে যা হিট ট্রান্সফারে প্রতিবন্ধকতা তৈরি করে এবং, টিউবের লাইফটাইম কমাই এসকল সমস্যা কমানোর জন্য ওয়েল অ্যাডিটিভস ব্যবহার করা হয়। নিম্নে কয়েকটি অ্যাডিটিভস এর নাম লিখা হল–

PROA– Polarized Refrigerent oil Additives.
SRA–Sythetic Refrigerent Additives.
NMR–Nucleo Molecullor Regenarative.
PROA এবং SRA বাড়তি উপাদান হিসাবে হিমায়ক তেলের সাথে মিশ্রিত করা হয়, বাড়তি উপদানগুলো তেলের থেকে বেশি ওজন থাকার কারণে তেল এবং পৃষ্ঠের মাঝে অবস্থান করে এবং ইউনিট এর কর্মক্ষমতা উন্নয়নে অস্থায়ীভাবে কাজ করে।

৮.৮ HFC রেফ্রিজারেন্টে ব্যবহৃত বিভিন্ন অয়েলের নাম (Name the different oils used with HFC refrigerants) ঃ

১। Polyolester (রেফ্রিজারেন্ট প্ল্যান্টের জন্য)
২। Polyethylene (কার এয়ারকন্ডিশনিং এর জন্য)

৮.৯ HFC হিমায়কের সাথে ব্যবহৃত বিভিন্ন তেল এর নাম (Name the different oil used with the HFC Refrigerent) ঃ

Refrigeration oils ঃ

হিমায়ন তেল (Refrigeration oils)	HFC সাথে মিশ্রণের অবস্থা (Miscibility with HFC)	ব্যবহার (Application)
খনিজ তেল (Mineral Oil)	নিম্ন মিশ্রনীয় (Low Mixible)	HFC হিমায়নের সাথে ব্যবহার করা হয়।
Ester তেল (Ester oil) Ether তেল (Ether oil)	মিশ্রনীয় (Miscible) মিশ্রনী (Miscible)	HFC হিমায়নের সাথে ব্যবহার করা হয়।
অ্যালকাইল বেনজিন	নিম্ন মিশ্রণীয় (Low Mixible)	HFC সাথে আংশিক ভাবে ব্যবহার করা হয়।

HFC রেফ্রিজারেন্ট এর সাথে ব্যসহারের বৈশিষ্ট (Mention the Features of synthetic oil used in HFC Refrigeration) ঃ

→ সিনথেটিক রেফ্রিজারেশন তেল প্রচলিত হিমায়নের সাথে পুরাতন (Older)

→ অধিক তাপমাত্রায় স্থায়ি।

→ চমৎকার আমানত (deposite) নিয়ন্ত্রণ।

৮.১০ সিনথেটিক অয়েল স্থানান্তর এবং সংরক্ষণ করার জন্য নিরাপত্তা বিধান (Mention the Precution & safety Mesure in handling & staring of synthetic oil) ঃ

১। সিনথেটিক অয়েলের ড্রাম, ক্যান বা কৌটা খুলে বেশি সময় বাতাসের সংস্পর্শে রাখা যাবে না। কারণ এটা বাতাস থেকে জলীয়বাষ্প গ্রহণ করে। জলীয়বাষ্প গ্রহণ করলে এর গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য নষ্ট হয়ে যায়। ফলে ব্যবহারের অনুপযোগী হয়ে যায়।

২। সিস্টেমে অয়েল চার্জ করার সময় হতে হ্যান্ড গ্লোভস ব্যবহার করতে হবে, যাতে হাতে তেল স্পর্শ না করে। হাতে লাগলে হাত পুড়ে যেতে পারে। তাই ব্যবহারের সময় সাবধান থাকতে হবে, যাতে শরীরের কোন জায়গায় এ তেল যেন স্পর্শ না করে।

৩। প্লাস্টিকের পাত্রে তেল পরিবহন করা উচিত নয়।

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সান্দ্রতা কী?**

উত্তর ঃ 60 ঘন সেন্টিমিটার তেল একটি সরু অরিফিসের মাধ্যমে প্রবাহ করতে যে কয়েক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সে তেলের সান্দ্রতা নম্বর বা ভিসকোসিটি নম্বর বলে। এটা সেবোল্ট ভিসকোমিটারের (Saybolt Viscometer) অরিফিসের মাধ্যমে 100° ফাঃ বা 380° সেঃ তাপমাত্রায় তেল প্রবাহের সময় নির্ণয় করা হয়।

২। **বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা বলতে কী বুঝান হয়?**

উত্তর ঃ তেলে কী পরিমাণ অপদ্রব্য আছে তার পরিমাপ হল বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা। হারমেটিক ও সেমিহারমেটিক কম্প্রেসর মোটরের বেলায় তেলে বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ করার ক্ষমতা প্রশ্ন জড়িত হয়। এ ক্ষমতার মাধ্যমে যাচাই করা হয় তেলের মধ্যে পানি, ময়লা এবং অন্যান্য অপদ্রব্যের পরিমাণ।

৩। **দুটি কম্প্রেসার অয়েলের নাম লিখ।**

উত্তর ঃ **দুটি কম্প্রেসার অয়েলের নাম–**

১। Polyolester (রেফ্রিজারেন্ট প্ল্যান্টের জন্য)।

২। Polyethylene (কার এয়ারকন্ডিশনিং এর জন্য)।

৪। **বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধী ক্ষমতার সাহায্যে তেলের কোন অবস্থা জানা যায়?**

উত্তর ঃ তেলে কী পরিমাণ অপদ্রব্য আছে তার পরিমাপ হল বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা। হারমেটিক ও সেমিহারমেটিক কম্প্রেসর মোটরের বেলায় তেলে বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রতিরোধ করার ক্ষমতা প্রশ্ন জড়িত হয়। এ ক্ষমতার মাধ্যমে যাচাই করা হয় তেলের মধ্যে পানি, ময়লা এবং অন্যান্য অপদ্রব্যের পরিমাণ।

৫। **ফ্লক পয়েন্ট কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৮, ২০০৯]

উত্তর ঃ হিমায়ন চক্রে তেল ও হিমায়ক একত্রে মিশে যায়। আয়তন অনুপাতে 90 শতাংশ হিমায়ক ও 10 শতাংশ তেলের মিশ্রণে অবস্থিত মোমজাতীয় পদার্থ সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় তলানি আকারে পাত্রের তলায় জমা হতে শুরু করে তাকে ফ্লক পয়েন্ট বলে।

৬। **তেল নির্বাচনে প্রবহমানতার গুরুত্ব লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর: আমরা জানি, তাপমাত্রা বাড়লে তেল পাতলা হয় এবং তাপমাত্রা কমলে ঘন হয়, তাপমাত্রা আরও কমালে কোন এক তেল আর প্রবাহী থাকবে না। তাহলে সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় পর্যন্ত কোন তেল প্রবাহ করে তাকে সে তেলের প্রবহমানতা বা পোর পয়েন্ট বলে। নিম্ন তাপমাত্রায় ব্যবহৃত হিমায়নের কম্প্রেসরের জন্য তেল নির্বাচনে প্রবহমানতা বিবেচনায় রাখতে হয়। ক্র্যাঙ্ক কেইস ও ইভাপোরেটরে তেল ঠাণ্ডা হলে যাতে প্রবাহ বন্ধ না হয় সেজন্য প্রবহমানতার গুরুত্ব দেয়া হয়। ইভাপোরেটরে তেল ঘন হয়ে দেয়ালে লেগে থাকলে তা হীট ইনসুলেশন হিসেবে কাজ করে। তাই প্রবহমানতা বা পোর পয়েন্ট ইভাপোরেটরের তাপমাত্রা থেকে অনেক নিচে থাকা উচিত।

৭। **ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৯, ২০১০,২০১২ (পরি), ২০১২, ২০১৪]
অথবা, ক্লাউড পয়েন্ট কী? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]

উত্তর: তেলের মধ্যে কমবেশি মোমজাতীয় শ্বেত পদার্থ থাকে। তেল ঠাণ্ডা করলে এগুলো কোন এক সময় তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে। সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় তেলে অবস্থিত মোমজাতীয় পদার্থ তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বলে।

৮। **HFC রেফ্রিজারেন্টে কী তেল ব্যবহৃত হয় তার নাম লিখ।**
অথবা, HFC হিমায়কে যে তেল ব্যবহৃত হয় এটির নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর:
১। Polyolester (রেফ্রিজারেন্ট প্ল্যান্টের জন্য)।
২। Polyethylene (কার এয়ারকন্ডিশনিং এর জন্য)।

৯। **কম্প্রেসর ওয়েল কী কাজ করে লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, কম্প্রেসর অয়েল কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫(পরি)]

উত্তর: নিম্নে রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের কাজ দেয়া হল–
১। ক্ষয় কমানোর জন্য,
২। গতিশীল অংশসমূহ লুব্রিকেটিং করার জন্য,
৩। তাপ কমানোর জন্য,
৪। ছোট আকৃতির লিকেজ রোধ করার জন্য,
৫। মুভিং অংশের ধাক্কা রোধ করার জন্য,
৬। মরিচা রোধ করে।
৭। মুভিং অংশসমূহ পরিষ্কার রাখে।

১০। **সান্দ্রতার উপর তাপের প্রভাব লিখ।**
অথবা, সান্দ্রতা (Viscosity) এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: যে কোন ফ্লুইডের তাপমাত্রা বাড়লে সান্দ্রতা কমে এবং তাপমাত্রা কমলে সান্দ্রতা বাড়ে।

১১। **ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১২, ১৪]

উত্তর: ইউটেকটিক প্লেটের সর্বচ্চ দক্ষতা নিশ্চিত করার জন্য ইউটেকটিক ফ্লুইড ব্যবহার করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **ক্লাউড পয়েন্ট ও পোরপয়েন্ট তেল নির্বাচনে কীভাবে প্রভাবিত করে?**

উত্তর: তেলের মধ্যে কমবেশি মোমজাতীয় শ্বেত পদার্থ থাকে। তেল ঠাণ্ডা করলে এগুলো কোন এক সময় তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে। সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় তেলে অবস্থিত মোমজাতীয় পদার্থ তলানিতে পরিণত হতে শুরু করে তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বলে। ঠাণ্ডার কারণে তলানি আকারে জমতে থাকলে ইভাপোরেটরের কার্যক্ষমতা হ্রাস পায় এবং এক সময় কম্প্রেসরে প্রয়োজনীয় তেলের অভাব দেখা যায়। সেজন্য তেল নির্বাচনে ক্লাউড পয়েন্ট একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

২। তেল নির্বাচনে সান্দ্রতার প্রভাব কী?

উত্তর ঃ 60 ঘন সেন্টিমিটার তেল একটি সরু অরিফিসের মাধ্যমে প্রবাহ করতে যে কয়েক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সে তেলের সান্দ্রতা নম্বর বা ভিসকোসিটি নম্বর বলে। এটা সেবোল্ট ভিসকোসিমিটারের (Saybolt Viscosimeter) অরিফিসের মাধ্যমে 100° ফাঃ বা 380° সেঃ তাপমাত্রায় তেল প্রবাহের সময় নির্ণয় করা হয়। তেল কত ঘন বা পাতলা তা সান্দ্রতা নম্বরের সাহায্যে বোঝা যায়। তেল বেশি পাতলা বা ভিসকোসিটি বেশি হলে ঘূর্ণায়মান অংশগুলোর মাঝে জায়গা দখল করবে না সুতরাং মাঝামাঝি সান্দ্রতা অনেক কম্প্রেসরের জন্য উপযোগী হতে পারে। তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে সান্দ্রতার পরিবর্তন ঘটে। ঘূর্ণায়মান অংশগুলো পিচ্ছিল করা ছাড়াও পিস্টন সিলিন্ডারের মাঝে প্রতিবন্ধকতা বা সিল তৈরি করে। ফলে তেল উচ্চ চাপ ও নিম্ন চাপের মাঝে কৃত্রিম দেওয়াল সৃষ্টি করে। সান্দ্রতা কম হলে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করতে পারে না। আবার সান্দ্রতা বেশি হলে ঘর্ষণ বেশি হয়, ফলে কম্প্রেসর চালাতে অধিক শক্তি ব্যয় হয়।

৩। কম্প্রেসর অয়েলের ৪টি বৈশিষ্ট্য লিখ এবং যে কোন একটির ব্যাখ্যা কর।

উত্তর ঃ নিম্নে Refrigerant oil এর গুণাবলি দেয়া হল–

১। রাসায়নিক দৃঢ়তা (Chemical stability)।

২। সান্দ্রতা (Viscosity)।

৩। প্রবহমানতা (Pour point)।

৪। ক্লাউড পয়েন্ট (Cloud point)।

১। রাসায়নিক দৃঢ়তা (Chemical stabitity) ঃ তেলের রাসায়নিক দৃঢ়তা বলতে কোন তেলের দীর্ঘদিন অনবরত পিচ্ছিলকরণসহ প্রচণ্ড গরমেও তার গুণাগুণের পরিবর্তন না হওয়াকে বুঝানো হয়। হারমেটিক্যালী সিলড্ কম্প্রেসর চলাকালীন তার অভ্যন্তরের তাপমাত্রা প্রচণ্ড বৃদ্ধি পায় (আমেরিকায় টেকুমশাহ উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের কম্প্রেসর গায়ে লেখা থাকে–"কম্প্রেসর হাউজিং" (Compressor housing) তাপমাত্রা 302° ফাঃ বা 165° সেঃ পর্যন্ত বৃদ্ধি পেতে পারে) তাহলে দেখা যায় যে, প্রচণ্ড গরমে কম্প্রেসর অয়েলের অস্তিত্ব বজায় থাকে। তেল তার কাজ দীর্ঘদিন দক্ষতার সাথে করে যায়। অন্যদিকে ইভাপোরেটরে প্রচণ্ড ঠাণ্ডায়ও সে তার কার্য ক্ষমতা হারায় না। আবদ্ধ কম্প্রেসর মোটর খারাপ হওয়ার পূর্ব মুহূর্তেও তেলের গুণাগুণ ভাল থাকতে হয়। একটি হারমেটিক মোটর কয়েক দশক/বছর পর্যন্ত কাজ করতে পারে। কিন্তু মোটরের তারের ইনসুলেশন (Insulation) জ্বলে প্রচুর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড তৈরি হয়, ফলে তেলের গুণাগুণ নষ্ট হয়। দীর্ঘদিন দক্ষতার সাথে কাজ করার জন্য একটি উন্নত তেলে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের হার সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যত কম থাকে তেলের রাসায়নিক দৃঢ়তা তত বৃদ্ধি পায়। ভাল তেল খুব হালকা দেখতে অনেকটা পরিষ্কার পানির মত।

৪। রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর ঃ রেফ্রিজারেশন কম্প্রেসরে ব্যবহৃত অয়েল প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। মিনারেল অয়েল (Mineral oils)।

২। সিনথেটিক অয়েল (Synthetic oils)।

ক্রুড অয়েলকে পরিশোধিত করে মিনারেল অয়েল পাওয়া যায় এবং লুব্রিকেশনের জন্য প্যারাফিনিক (Paraffinic) অথবা ন্যাপথেনিক (Nepthenic) বেস ব্যবহার করা হয়। মিনারেল অয়েলকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। প্যারাফিন বেস (Paraffin base)।

২। ন্যাপথেনিক বেস (Npathenic base)।

প্রাকৃতিক গ্যাসকে (Natural gas) পরিশোধিত করে সিনথেটিক অয়েল পাওয়া যায়। সিনথেটিক অয়েলকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

১। Dialkylated Benzine / Polyolester।

২। Polyethylene glycol।

৫। ন্যাপথেন বেস অয়েল কেন বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর ঃ ন্যাপথেন বেস অয়েল রেফ্রিজারেন্টের সাথে সহজে মিশে যায় রেফ্রিজারেন্টের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না। এটা কন্ডেন্সারে হাইপ্রেসার এবং হাই টেম্পারেচার আবার লো সাইডে ইভাপোরেটরে নিম্ন তাপমাত্রায় এ তেলের বৈশিষ্ট্যের কোন পরিবর্তন হয় না। সহজে কম্প্রেসরে ফিরে আসে। তাই রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে ন্যাপথেন বেস অয়েল বেশি ব্যবহৃত হয়।

৬। আধুনিক হিমায়কের জন্য ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, একটি ভাল কম্প্রেসর অয়েলের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১১ (পরি)]

অথবা, রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭, ২০১০]

অথবা, কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনে যে চারটি বিষয়ে গুরুত্ব দিতে হয়, তা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ নিম্নে Refrigerant oil এর গুণাবলি দেয়া হল–

১। রাসায়নিক দৃঢ়তা (Chemical stability)।
২। সান্দ্রতা (Viscosity)।
৩। প্রবহমানতা (Pour point)।
৪। ক্লাউড পয়েন্ট (Cloud point)।
৫। ফ্লক পয়েন্ট (Floc point)
৬। বিদ্যুতের প্রবাহে প্রতিরোধ ক্ষমতা (Dielectric strength)।
৭। হাই প্লাস পয়েন্ট ,
৮। নন-অক্সিডাইজেশন,
৯। ভাল তাপীয় স্থায়িত্বতা,
১০। সর্বনিম্ন পরিমাণ আর্দ্রতা ধারণ ইত্যাদি।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। তেল নির্বাচন করতে যে সকল বৈশিষ্ট্য গুরুত্বপূর্ণ তাদের সম্বন্ধে লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। তেল নির্বাচনের ক্লাউড পয়েন্ট, পোর পয়েন্ট এবং ফ্লক পয়েন্টের গুরুত্ব আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কম্প্রেসর ওয়েলের গুণাবলি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, কম্প্রেসর ওয়েলের কী কী গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন তা ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রেফ্রিজারেশন তেলে স্পেসিফিকেশনগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রেফ্রিজারেশন ক্ষেত্রে ন্যাপথেন বেস অয়েল বেশি ব্যবহার করা হয় কেন।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৯

রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী, রিসাইকেলিং এবং রিক্লেইম (Refrigerant recovery, recycling and reclaim)

৯.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী, রিসাইকেলিং এবং রিক্লেইম মূলত সিস্টেমের গ্যাস বায়ুমণ্ডলে না ছেড়ে পুনরায় সংগ্রাহক পাত্রে সংরক্ষণ করে সিস্টেমে ব্যবহার করা। যেহেতু CFC গ্যাস ওজোন (O_3) স্তরের জন্য মারাত্মক ক্ষতি সাধন করে। হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অন্যত্র সংগ্রহকরণ করাকে হিমায়ক পুনঃলাভ বা রিকোভারী বলে। তেল পৃথকীকরণ, জলীয়কণা ও অম্লত্ব হ্রাসকরণ এবং অন্যান্য অপদ্রব্য অপসারণের জন্য হিমায়ন আবর্তন চক্রে রেখেই যদি কোন হিমায়ক চক্রায়িত করা হয়, তাহলে তাকেই হিমায়ক পুনঃ চক্রায়ন বা রিসাইকেলিং বলে।

অপরদিকে রিক্লেইম হল– হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়, তাহলে তাকে রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলে। নতুন হিমায়ক উৎপাদন করতে ট্যাক্স বা খাজনা দিতে হয় কিন্তু ব্যবহৃত হিমায়ক প্রক্রিয়াজাত করতে কোন ধরনের খাজনা বা ট্যাক্স দিতে হয় না।

আলোচ্য অধ্যায়ে হিমায়ক পুনঃলাভ, পুনঃচক্রায়ন, পুনরুদ্ধার এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, লিকুইড হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি, বাষ্পীয় হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি, সিস্টেম হতে হিমায়ক বের করার নিয়মনীতি, রেট্রোফিট, R-12 এর পরিবর্তে R-134a চার্জ করার পদ্ধতি, ড্রপ-ইন-রেফ্রিজারেন্ট, হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড এবং পার্থক্যসমূহ সম্পর্কে বিস্তারিতভাবে জানতে পারব।

৯.১ হিমায়ক পুনঃলাভ, পুনঃচক্রায়ন ও পুনরুদ্ধার করা বলতে কী বুঝায় (Refrigerant recovery, recycling and reclaim) ঃ

হিমায়ক পুনঃলাভ (Refrigerant Recovery) ঃ

CFC হিমায়ক ওজোন স্তরের জন্য ক্ষতিকারক বিধায় হিমায়ন চক্রের সিএফসি এবং এইচসিএফসি (CFC and HCFC) হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহকরণকে হিমায়ক পুনঃলাভ বা রিকোভারী বলে।

কোন হিমায়ন চক্র মেরামত, কম্প্রেসর পরিবর্তন বা অপসারণকালে হিমায়ক বাতাস না ছেড়ে সিলিন্ডারে আহরণ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

সার্ভিস টেকনিশিয়ানরা নিম্নলিখিত সমস্যার সম্মুখীন হতে পারে ঃ

১। কম্প্রেসর মোটর চলে না এবং এতে কোন সার্ভিস ভালভ নেই। যেমন– আবাসিক শীতকের হিমায়ন চক্র ও কম্প্রেসর।

২। কম্প্রেসর মোটর চলে না এবং এতে কোন প্রবেশ পোর্ট নেই। যেমন– উইন্ডো কুলার।

৩। কম্প্রেসর চলে না এবং এতে সার্ভিস পোর্ট আছে। যেমন– সেন্ট্রাল প্লান্ট।

৪। কম্প্রেসর চলে না এবং এতে সার্ভিস পোর্ট আছে।

৫। কম্প্রেসর চলে। এতে সার্ভিস ভালভ এবং সাকশন ও লিকুউড লাইন আইসোলেশন ভালভ আছে।

৬। কম্প্রেসর চলে না। এতে সার্ভিস ভালভ এবং সাকশন ও লিকুইড লাইন আইসোলেশন ভালভ আছে।

৭। কম্প্রেসর চলে না এবং এতে সকল সার্ভিস ভালভ সেট রয়েছে।

৮। কম্প্রেসর চলে এবং এতে সকল সার্ভিস ভালভ সেট রয়েছে।

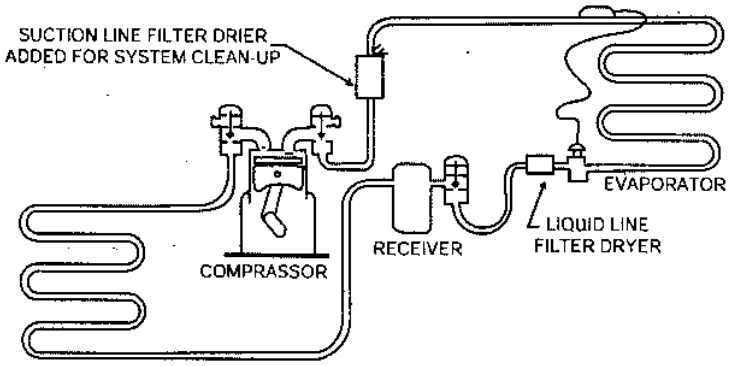
৯। হীট পাম্প যাতে উল্লিখিত সুযোগ সুবিধা আছে বা নেই।

কোন প্লান্ট থেকে হিমায়ক পুনঃলাভ করতে হলে অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ানের দরকার। প্রথমে কোন্ ধরনের হিমায়ক আছে তা নিশ্চিত হতে হবে। পরে প্লান্টে কী কী আনুষঙ্গিক ব্যবস্থা আছে তা জানতে হবে। তা ছাড়া হিমায়কের অবস্থাও জানা দরকার আছে। হিমায়কের সাথে বাতাস, জলীয়বাষ্প, নাইট্রোজেন, অম্লত্ব, অন্য কোন হিমায়ক বা মোটর জ্বলা গ্যাস ইত্যাদি থাকতে পারে। খারাপ হিমায়ক এক প্লান্ট থেকে অন্য প্লান্টে স্থানান্তর করা ঠিক নয়। স্থানান্তর করা হলে অন্য প্লান্টের ক্ষতি হতে পারে। তাতে অর্থ ও সময় নষ্ট হয়। সেন্ট্রাল প্লান্ট বন্ধ হলে ব্যবসায়িক ক্ষতি হতে পারে, কাজের ব্যাঘাত ঘটে। এ ধরনের ক্ষতির পরিমাণ খুবই ক্ষীণ এবং অনেক দিন পর্যন্ত চলতে পারে। এমনকি বছর পরেও ক্ষতির প্রভাব দেখা দিতে পারে। সবচেয়ে বেশি ক্ষতি হয় হারমেটিক বা সেমিহারমেটিক কম্প্রেসরের বেলায়। সকল টেকনিশিয়ানই Recovery, Recycling এবং Reclaim Refrigerant সম্পর্কে একটি স্বচ্ছ ধারণা থাকা দরকার। Recovery সম্পর্কে বলা হয়েছে যে, কোন হিমায়ন চক্র থেকে হিমায়ক বের করে অন্যত্র সংরক্ষণ করা। এটা অন্য কোন চক্রে সরাসরি ব্যবহার করা উচিত নয়। এ সমস্ত হিমায়ক পরিশোধন করে ব্যবহার করা উচিত। উন্নত দেশে CF এবং HCFC হিমায়ক পুনঃলাভ করার পরে পরিশোধনের জন্য আলাদা সিলিন্ডার সংরক্ষণ করে এবং নির্দিষ্ট সময়ে কোম্পানি পরিশোধনের জন্য নেয় এবং পরিশোধ করে প্রায় সম পরিমাণ হিমায়ক ফেরত পায়।

কোন হিমায়ন চক্রের হিমায়ক পুনরায় সে চক্রে ব্যবহার করা যেতে পারে। যেমন– কোন চক্রে ছিদ্র দেখা দিলে প্রথমে হিমায়ক কোন পরিষ্কার সিলিন্ডারে অপসারণ করা হল এবং ছিদ্র মেরামত ও বায়ুশূন্যকরণের পর পুনরায় চার্জ করা যেতে পারে।

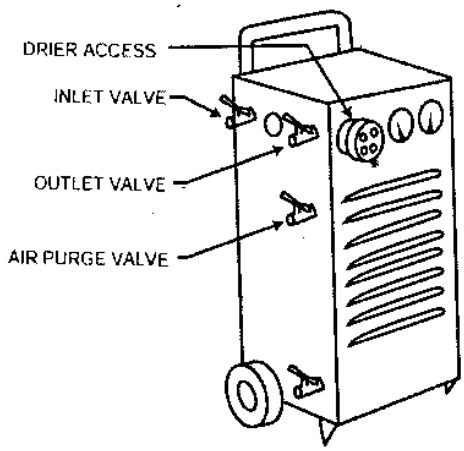
হিমায়ক পুনঃচক্রায়ন (Recycling Refrigerant) ঃ

তেল পৃথকীকরণ (Oil seperation), জলীয়কণা ও অম্লত্ব হ্রাসকরণ (Reducing Moisture acidity) এবং অন্যান্য অপদ্রব্য অপসারণের জন্য হিমায়ন আবর্তন চক্রে রেখেই যদি কোন হিমায়ক চক্রায়িত করা হয় তাহলে তাকে হিমায়ক পুনঃচক্রায়ন (Refrigerant Recycling) বলা হয়। অপসারণযোগ্য কোর ফিল্টার-ড্রায়ার বসানো হিমায়ন চক্রে হিমায়ক একাধিক বার চক্রায়িত করা হলে অপদ্রব্য ফিল্টার ড্রায়ারে আটকে যায় এবং হিমায়ক পরিশোধিত হয়। যদি সন্দেহ করা হয় যে, হিমায়কের সাথে ময়লা বা অন্য কোন অপদ্রব্য আছে তাহলে এভাবে পুনঃচক্রায়িত করা হলে ভাল ফল পাওয়া যায়। এ কাজে এক বা একাধিক ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করা যায়। অবশ্যই হিমায়ন চক্রে হিমায়ক রেখেই এ কাজ করার সুবন্দোবস্ত থাকতে হয়। রিসিভার আউটলেট ভালভ থাকলে তা বন্ধ রেখে কম্প্রেসর চালালে লিকুইড লাইন ও ইভাপোরেটরের হিমায়ক কন্ডেন্সার রিসিভারে জমা করা হয়। এ সময় ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তন করে নতুন ফিল্টার বসায়ে বায়ুশূন্য করতে হয়। রিসিভার ভালভ খুলে ইউনিট চালাতে হয়। এতে অপদ্রব্য ফিল্টার ড্রায়ারে আটকে যায়। প্লান্ট খুব বড় হলে ফিল্টার ড্রায়ার একাধিক লাগাতে হয়।



চিত্র ঃ ৯.১ হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত ফিল্টার ড্রায়ারের সাহায্যে পুনঃচক্রায়ন

সার্ভিস ভালভযুক্ত হারমেটিক কম্প্রেসর মোটর জ্বলে গেলে সার্ভিস ভালভ ফ্রন্ট সিটে রেখে জ্বলা কম্প্রেসর মোটর সরানো হয়। এ মোটর খুব বেশি জ্বলে থাকলে নতুন কম্প্রেসরের সাকশন লাইনে ফিল্টার ড্রায়ার (যুক্তরাষ্ট্রের ক্যাচ অল ড্রায়ার Catch all drier) স্থাপন করে হিমায়ক চক্রায়িত করে অপদ্রব্য দূরীভূত করলে ভাল হয়। ছোট সিল্ড কম্প্রেসর ব্যবহৃত ইউনিটের হিমায়ক রিসাইকেল ইউনিটের মাধ্যমে পরিষ্কার করে পুনরায় হিমায়ন পদ্ধতিতে প্রদান করা যায়। এটা করার জন্য হিমায়ক আবর্তন চক্র থেকে বের করে রিকোভারী সিলিন্ডারে জমা করা হয়। সিলিন্ডারে দুটি ভাল্ব কাজে লাগায়ে রিসাইকেল ইউনিটের ফিল্ট্রেশন চক্রে কিছু সময় চক্রায়িত করা হয়। কোন কোন রিসাইকেল ইউনিটে বাতাস বের করারও ব্যবস্থা থাকে।



চিত্র ঃ ৯.২ রি-সাইকেল বা রিকোভারী ইউনিট

রিক্লেইম রেফ্রিজারেন্ট (Reclaim Refrigerant) ঃ কোন হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয় তাহলে তাকে রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলা হয়। ব্যবহৃত হিমায়ক পরিশোধন ও প্রক্রিয়াজাত করে নতুন হিমায়কের মত ব্যবহার করা যায়। নতুন হিমায়ক উৎপাদনের উপর যুক্তরাষ্ট্রে খাজনা বা ট্যাক্স দিতে হয় কিন্তু ব্যবহৃত হিমায়ক প্রক্রিয়াজাত করার জন্য কোন খাজনা দিতে হয় না। হিমায়ক উৎপাদনকারী প্রতিটি সংস্থায় রিক্লেইম করার ব্যবস্থা আছে।

৯.২ বিভিন্ন প্রকার হিমায়ক পুনঃলাভ এবং পুনঃ চক্রায়নের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Various types of refrigerant recovery and recycling equipments) ঃ

১। বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ ঃ
   (ক) গেজ মেনিফোল্ড।
   (খ) রেফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার।
   (গ) বরফ এবং পানি মিশ্রিত পাত্র।

২। বরফ এবং লবণ মিশ্রণের সাহায্যে ঃ
   (ক) গেজ মেনিফোল্ড (খ) হিমায়ক সিলিন্ডার (গ) বরফ ও লবণ মিশ্রিত পানির পাত্র।

৩। বরফ ও শুষ্ক রাসায়নিক দ্রব্য মিশ্রণ ঃ
   (ক) গেজ মেনিফোল্ড।
   (খ) হিমায়ক সিলিন্ডার।
   (গ) বরফ ও শুষ্ক রাসায়নিক দ্রব্য মিশ্রিত পানির দ্রবণ।

৪। ড্রাই আইস ব্যবহার করে ঃ
   (ক) গেজ মেনিফোল্ড।
   (খ) হিমায়ক সিলিন্ডার।
   (গ) ড্রাই আইস।

৫। হিমায়ন চক্র উত্তপ্ত করে ঃ
   (ক) গেজ মেনিফোল্ড।
   (খ) রিকোভারী ইউনিট।
   (গ) রিকোভারী সিলিন্ডার।
   (ঘ) কম্প্রেসর ক্র্যাংককেস হিটার।

এ ছাড়াও অপসারণযোগ্য কোর ফিল্টার ড্রায়ার বসানো হিমায়ন চক্রে হিমায়ক একাধিকবার চক্রায়িত করা হলে অপদ্রব্য ফিল্টার ড্রায়ারে আটকে যায়। এক্ষেত্রে এক বা একাধিক ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহৃত হতে পারে।

হিমায়ক পুনঃলাভের পদ্ধতি (Method of Recovery) ঃ কয়েক পদ্ধতিতে হিমায়ক চক্র থেকে হিমায়ক পুনঃলাভ করা যায় এখানে যে সমস্ত হিমায়কের পুনঃলাভের কথা আলোচনা করা হবে সেগুলো উচ্চ ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট। এগুলোর মধ্যে কিছু CFC হিমায়ক এবং কিছু HCFC হিমায়ক কীভাবে পুনঃলাভ করা যায় তা আলোচনা করা হয়েছে। তা ছাড়া হিমায়ক-11 স্ফুটনাঙ্ক বেশি এবং চাপ কম হওয়া সত্ত্বেও পরিবেশের জন্য অধিক ক্ষতিকারক। তাই এটা কীভাবে পুনঃলাভ করা যায় তাও আলাপ করা হয়েছে হিমায়ক-11 এর স্ফুটনাঙ্ক +23.3° সে. তাই এটা কোন সিস্টেম থেকে বের করা খুব কঠিন কাজ। হাই ভ্যাকুয়াম পাম্পের দরকার অধিক ব্যবহৃত হিমায়কগুলোর মধ্যে হিমায়ক-12 এর স্ফুটনাঙ্ক সবচেয়ে বেশি। এটা বায়ুমণ্ডলীয় চাপে (– 29.8)° সে. তাপমাত্রা বাষ্পীভূত হয়। স্ফুটনাঙ্ক যত নিচু হবে কোন চক্র থেকে হিমায়ক বের করা তত সহজ হবে। কোন হিমায়ন পদ্ধতি থেকে হিমায় পুনঃলাভের উপর স্ফুটনাঙ্কের যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে।

কয়েকটি হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক নিম্নে দেয়া হল ঃ

হিমায়ক	স্ফুটনাঙ্ক (0 সে.)
হিমায়ক-11	+ 23.3
হিমায়ক-12	– 29.8
হিমায়ক-13	– 97.8
হিমায়ক-22	– 41.3
হিমায়ক-113	+ 47.5
হিমায়ক-134a	– 26.2
হিমায়ক-500	– 33.3
হিমায়ক-502	– 45.6

সারণি ঃ ১ হিমায়ক ও হিমায়কের স্ফুটনাঙ্ক

যুক্তরাষ্ট্র, ইউরোপ ও অন্যান্য অনেক দেশে কেবল লাইসেন্সপ্রাপ্ত টেকনিশিয়ান হিমায়ক পুনঃলাভ করতে পারে। হিমায়ন প্র চারটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে এবং হিমায়ক পুনঃলাভে চার ধরনের লাইসেন্স প্রদান করা হয়। এগুলো হল–

১। রেফ্রিজারেটর, ডিপফ্রিজার, উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, ওয়াটার কুলার, ভেন্ডিং, মেশিন, ডিহিউমিডিফায়ার এবং অন্য অনেক ছোট হিমায়ক যন্ত্রের হিমায়ক পুনঃলাভ। এসব যন্ত্রে হিমায়ক খুব কম থাকে এবং আশি থেকেই নব্বই শতা সহজেই সংগ্রহ করা যায়। তবে সম্পূর্ণ হিমায়ক পুনঃলাভ উত্তম। এ হিমায়ক রিক্লেইম করার জন্য বিশেষ নিরা সিলিন্ডারে সংগ্রহ করা হয়।

২। 25 টন ক্ষমতাসম্পন্ন হিমায়ন আর একটি শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত। এ শ্রেণিতে উচ্চ চাপের হিমায়কের পরিমাণ 25 কেজি প হতে পারে। পুনঃলাভ করার সময় হিমায়কের চাপ 10 থেকে 20 ইঞ্চি মার্কারি হতে পারে।

৩। 25 টন ক্ষমতার উর্ধ্বে আর এক শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত। ছোট থেকে মাঝারি ধরনের অফিস বিল্ডিং শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র শ্রেণিভুক্ত করা হয়। পুনঃলাভ করার সময় ইউনিটের চাপ কমপক্ষে 20 ইঞ্চি মার্কারি পর্যন্ত নামাতে হয়।

৪। বড় বড় দালান ও শিল্প কারখানায় শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রে নিম্নচাপের হিমায়ক-11 এবং হিমায়ক-113 ব্যবহৃত প্লান্ট এক শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত। এ ধরনের হিমায়ক পুনঃলাভ খুব কঠিন কাজ। উচ্চ স্ফুটনাঙ্কের কারণে উচ্চ শূন্যতায় দীর্ঘ স রিকোভারী মেশিন চালাতে হয়। সুতরাং টেকনিশিয়ানের লাইসেন্স দেখেই জানা যায় যে সে কোন শ্রেণির হিমা রিকোভারী করতে পারে।

বাষ্পীয় বা তরল বা বাষ্প তরলের মিশ্রণ হিমায়ক পুনঃলাভ করা যায়। তবে খেয়াল রাখতে হয়, হিমায়কের সাথে সঞ্চালিত হয়। হিমায়ক বাষ্পীয় আকারে পুনঃলাভ করা হলে চক্রে তেল থেকে যায়। এ তেল ক্ষতিগ্রস্ত হলে তা বের করার বিপদসঙ্কুল আবর্জনা (Hazerdous Waste) লাইসেন্সপ্রাপ্ত টেকনিশিয়ানের সহায়তা নিতে হয়।

অনুমোদিত সিলিন্ডার ছাড়া হিমায়ক স্থানান্তর করা যাবে না। সিলিন্ডারের উপরের অংশ হলুদ রঙ করা থাকে। সিলিন্ডারের উ দু'টি ভাল্ব থাকে যাতে একটি ভালভের মাধ্যমে তরল এবং অন্যটির মাধ্যমে বাষ্প নির্গত করা যায়। পরিষ্কার সিলিন্ডারে হিমা পুনঃলাভের পূর্বে ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাহায্যে বায়ুশূন্য করে নিতে হয়। হিমায়ক পুনঃলাভের পূর্বেই সিলিন্ডার ও সংযোগ লাইনগুলো বায়ুশূন্য করা দরকার।

বিভিন্ন পদ্ধতিতে কোন হিমায়ন চক্র থেকে হিমায়ক অপসারণ করা যায়। এ পদ্ধতিগুলো দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। একটি কোন রকম রিকোভারী বা রিসাইকেল ইউনিট ব্যবহার না করে শুধু সিলিন্ডারকে ঠাণ্ডা করে। অন্যটি হল রিকোভারী বা রিসাই ইউনিটের মাধ্যমে।

৯.৩ লিকুইড হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি (Describe the procedure of liquid refrigerant recovery) ঃ

হিমায়ন যন্ত্র (Appliance) থেকে হিমায়ক পুনঃলাভ ঃ বড় ইউনিটের পরিবর্তে ছোট ইউনিট থেকে হিমায়ক পুনঃলাভ অনেক সহজ কাজ। কারণ ছোট ইউনিটে হিমায়কের পরিমাণ খুব কম থাকে। এগুলোতে সর্বাধিক 15 কেজি হিমায়ক থাকে। এটা বাষ্পীয় আকারে পুনঃলাভ করা হয় এবং 1000 মাইক্রোন শূন্যতা পর্যন্ত টানা উচিত। হিমায়ন যন্ত্রের চার্জিং লাইনে লাইন ভাল্ব বা পায়ার্চিং ভাল্ব সংযোগ করে তার সাথে চার্জিং হোজের মাধ্যমে রিকোভারী ইউনিটের সাকশন লাইন বা ডেপার কালেকশনের সাথে সংযোগ করতে হবে। চার্জিং লাইন সম্পূর্ণরূপে বায়ুশূন্য করার পর লাইন স্টাপ ভাল্ব যা পায়ারচিং খুলে হিমায়ক পুনঃলাভ করতে হবে।

হিমায়ক পুনঃলাভ করতে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করা যায়।

১। সিলিন্ডার 29.9 ইঞ্চি মার্কারি বা 1000 মাইক্রন পর্যন্ত শূন্যতা করতে হবে।

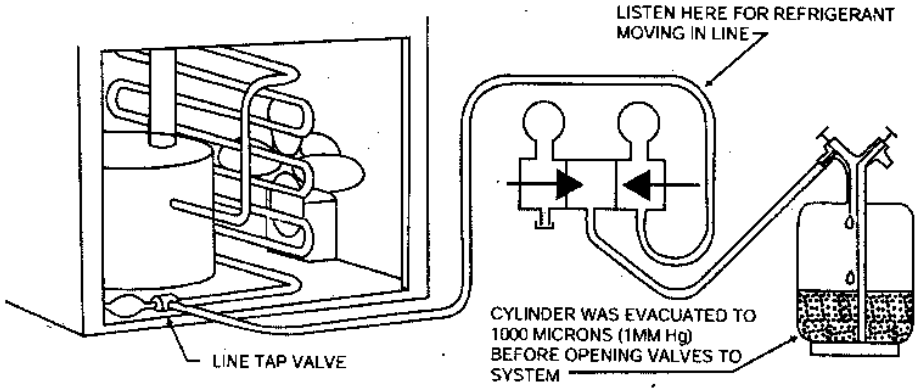
২। কন্ডেন্সারের শেষ মাথায় বা স্ট্রেনারের গোড়ায় ইট লাইন ট্যাপ ভাল্ব সংযোগ করতে হবে।

৩। লাইন ট্যাপ ভালভ ও সিলিন্ডারের সাথে লাইন সংযোগ করে চার্জ করতে হবে।

৪। চক্রের কম্প্রেসর চললে, তা চালু করে লাইন ভালভ খুলতে হবে।

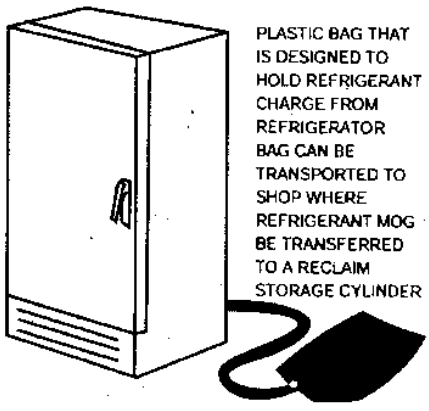
৫। সিলিন্ডার এবং চক্রের চাপ সমান হলে প্রবাহ বন্ধ হবে, প্রয়োজনে সিলিন্ডার ঠাণ্ডা করতে হবে।

৬। সিলিন্ডার ভালভ এবং লাইন ট্যাপ ভালভ বন্ধ করতে হবে, সিলিন্ডার ও গেজ মেনিফোল্ড সরিয়ে নিতে হবে।



চিত্র ঃ ৯.৩ লিকুইড লাইনে লাইন ট্যাপ ভালভ স্থাপন করে হিমায়ক সংগ্রহ করার পদ্ধতি

কম্প্রেসর চালালে হিমায়ক ইভাপোরেটর থেকে টেনে নেয় এবং কন্ডেন্সারে উচ্চ চাপ সৃষ্টি করে। ফলে রিকোভারী সিলিন্ডার হিমায়ক হস্তান্তর সহজ হয়। কম্প্রেসর মোটর ভাল থাকলে এ গ্যাস সরাসরি অন্য বা একই ইউনিটে চার্জ করা যাবে কিন্তু মোটর জ্বলে গেলে তা সরাসরি চার্জ করা উচিত নয়। ক্যাচ অল ড্রায়ারের মাধ্যমে পরিশোধন করা যায়, তবে খুব বেশি নষ্ট হলে তা রিক্লেইম করার জন্য রিক্লেইম কোম্পানিতে পাঠাতে হবে।



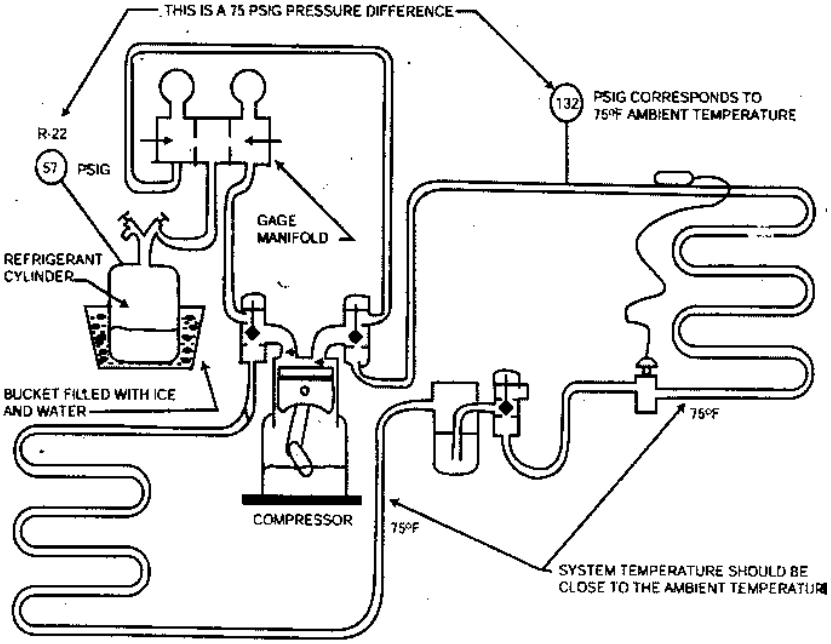
চিত্র ঃ ৯.৪ আবাসিক শীতকের হিমায়ক বিশেষ ধরনের প্লাস্টিকের বেগের মধ্যে সংগ্রহ

৯.৪ বাষ্পীয় হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি (Describe the procedure of vapour refrigerant recovery) ঃ

বাষ্পীয় হিমায়ক পুনঃলাভের কয়েকটি পদ্ধতি নিম্নে দেয়া হল ঃ

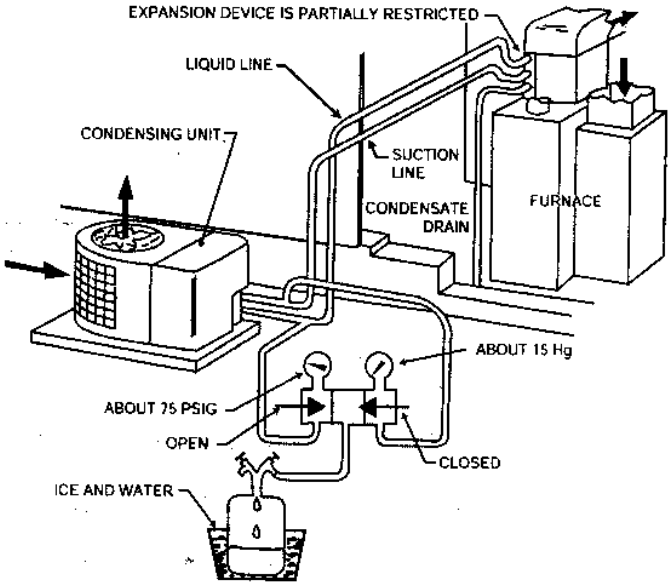
বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ ঃ

রিকোভারী সিলিন্ডার বরফের মাধ্যমে ঠাণ্ডা করে ইউনিট ও সিলিণ্ডারের মধ্যে চাপে পার্থক্য সৃষ্টি হয়। ফলে হিমায়কের কৃত্রিম প্রবাহ সৃষ্টি হয়। প্রথমে বাষ্পীয় হিমায়ক সিলিন্ডারে আসতে থাকে এবং পরে ইউনিটের তরল হিমায়ক বাষ্পীভূত হয়ে প্রবাহিত হয়। ইউনিটে তাপ এবং সিলিন্ডার অধিক ঠাণ্ডা করে এ কাজ ত্বরান্বিত করা যায়। এ কাজ অনেকভাবে করা যায়, তবে বড় প্লান্টে প্রয়োগ করা যায় এমন একটি ব্যবস্থা ৯.৫ নং চিত্রে দেখানো হল।

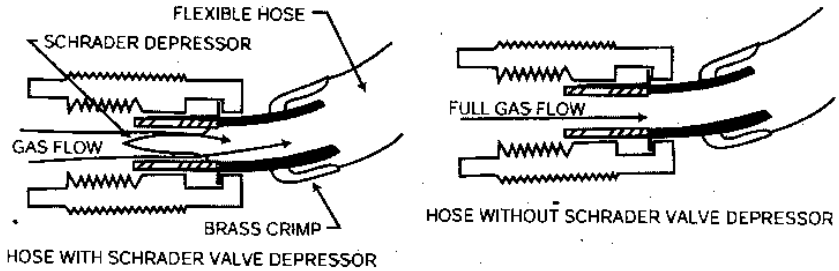


চিত্র ঃ ৯.৫ রিকোভারী সিলিণ্ডার বরফের সাহায্যে ঠাণ্ডা করে হিমায়ক পুনঃলাভ

সর্বোচ্চ হিমায়ক পুনঃলাভ করতে হলে ৯.৫ নং চিত্রের ন্যায় সংযোগপূর্বক ইউনিটের কম্প্রেসর চালাতে হবে। তাতে তরল হিমায়ক সিলিন্ডারে দ্রুত সংগৃহীত হবে। সিলিন্ডার নিমিত্তে বসায়ে/ঝুলিয়ে গ্যাসের পরিমাণ নিশ্চিত হতে হবে। সিলিন্ডার ভর্তি হলে হাইপ্রেসার গেজ ভালভ ও সিলিন্ডার ভাল্ব বন্ধ করতে হবে। ভর্তি সিলিন্ডার সরিয়ে নতুন খালি ও বায়ুশূন্য সিলিন্ডার সংযোগ ও ঠাণ্ডা করতে হবে। সিলিন্ডারের সংযোগ লাইন পার্জ করতে হবে। তারপর সিলিন্ডার ও গেজ ভালভ খুলতে হবে। খেয়াল রাখতে হবে যেন কম্প্রেসর অত্যধিক গরম না হয়। বেশি গরম হলে কিছু সময় বিশ্রাম দিতে হবে। এভাবে হিমায়ক পুনঃলাভ করার সময় হাতে গ্লোভ এবং চোখের নিরাপত্তার জন্য সেফ্ট গগলস পরিধান করা উচিত।

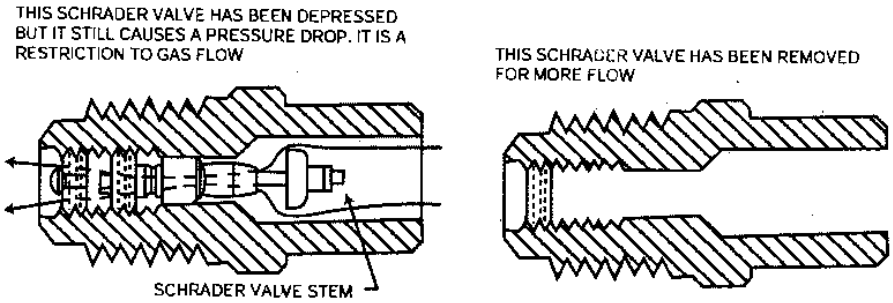


চিত্র ঃ ৯.৬ বড় প্লান্ট থেকে হিমায়ক উদ্ধার করার একটি কৌশল চিত্র



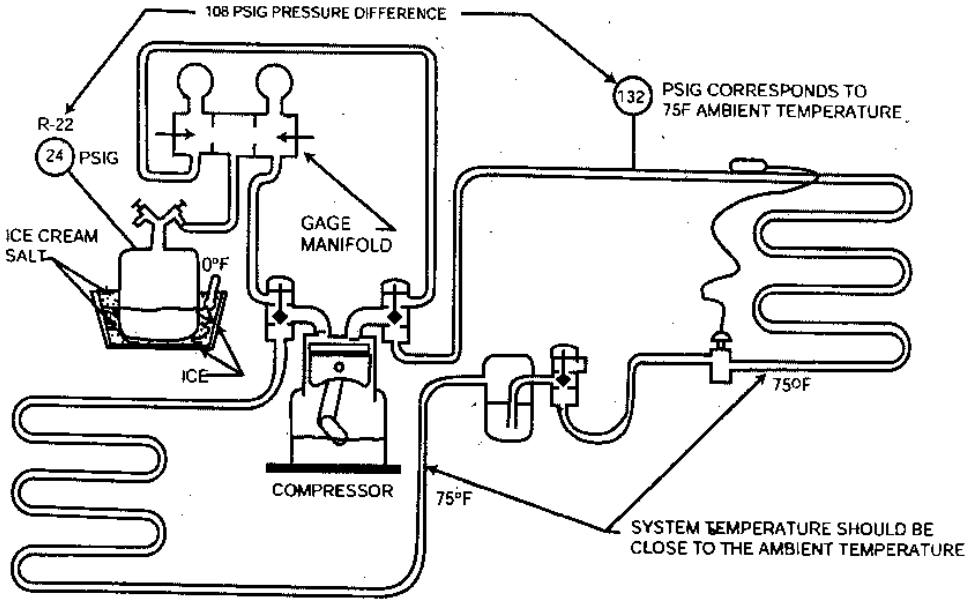
চিত্র ঃ ৯.৭ হিমায়ক দ্রুত অপসারণের জন্য চার্জিং হোজের স্রেডার ভালভ অপসারণ চিত্র

গেজের মধ্যে স্রেডার ডিপ্রেসর (Schrader Depressor) গড়ায়ে নিলে হিমায়কের প্রবাহ বাড়ে। লাইনের স্রেডার ভালভ স্টেম সরালে হিমায়কের প্রবাহ আরও সহজ হয়।



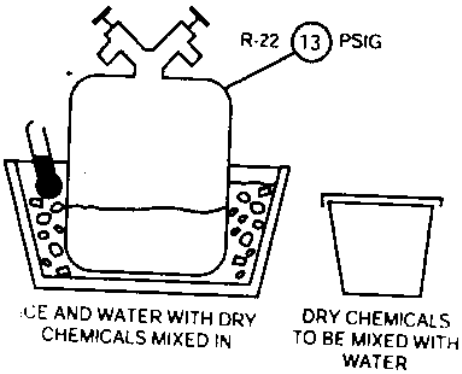
চিত্র ঃ ৯.৮ সম্পূর্ণ অপসারিত অবস্থায় চার্জিং হোজের স্রেডার ভাল্ব

বরফ ও লবণ মিশ্রণের সাহায্যে ঃ সিলিন্ডার ঠাণ্ডা করার জন্য বরফের গুঁড়ার সাথে লবণ মিশালে আরও অধিক ঠাণ্ডা পাওয়া যায়। তাতে ইউনিট থেকে হিমায়ক আহরণ দ্রুত করা সম্ভব। লবণ-বরফ চূর্ণ ব্যবহার করা হলে সিলিন্ডার ধৌত করা দরকার, যাতে লবণের প্রভাবে মরিচা না পড়ে। প্রতিবার ব্যবহারের পরে রিকোভারী সিলিন্ডার খুব ভালভাবে পরিষ্কার করা দরকার। লক্ষ রাখতে হবে সিলিন্ডারে মরিচা পড়ে কি না।



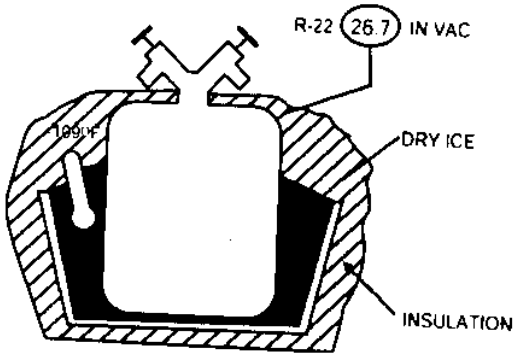
চিত্র ঃ ৯.৯ লবণ ও বরফ মিশ্রণ ব্যবহার করে হিমায়ক আহরণ

বরফ ও শুষ্ক রাসায়নিক দ্রব্য মিশ্রণের সাহায্যে ঃ বরফ ও পানির সাথে বিশেষ ধরনের শুকনো রাসায়নিক পাউডার মিশায়ে সিলিন্ডারের তাপমাত্রা (– 15)° সে. পর্যন্ত কমানো যায়। বরফ, পানি ও রাসায়নিক পাউডার একত্রে মিশালে তাপমাত্রা দ্রুত হ্রাস পায়, ফলে খুব অল্প সময়ের মধ্যেই হিমায়ক সিলিন্ডারে ভর্তি করা যায়।



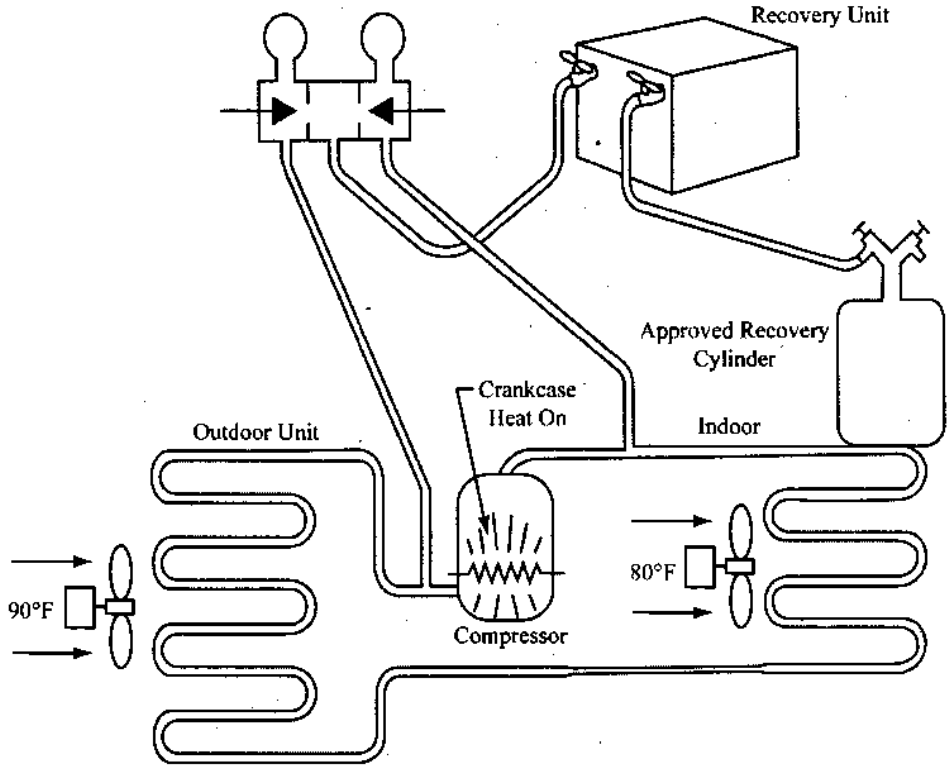
চিত্র ঃ ৯.১০ বরফের গুঁড়া, পানি ও বিশেষ শুষ্ক পাউডার মিশ্রণের মাধ্যমে মিশ্রণের তাপমাত্রা হ্রাস

ড্রাই আইস ব্যবহার করে ঃ ড্রাই আইস বা কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করে সিলিন্ডারের তাপমাত্রা অধিক হ্রাস করা যায়। ব্যয়সাপেক্ষ কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড (– 78)° সে. তাপমাত্রা সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়। ড্রাই আইস খালি হাতে স্পর্শ করলে হাত পুড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এজন্য ড্রাই আইসের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ করার সময় হাতে গ্লোভস্ পরা উচিত।

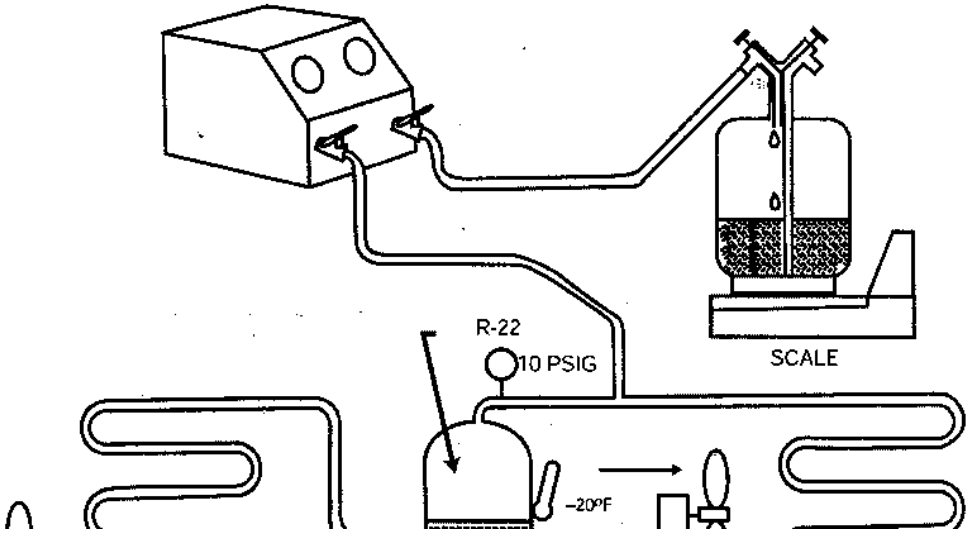


চিত্র ঃ ৯.১১ ড্রাই আইস ব্যবহার করে সিলিন্ডারের তাপমাত্রা হ্রাস করার চিত্র

হিমায়ন চক্র উত্তপ্ত করে ঃ সিলিন্ডারে হিমায়ক ফিরিয়ে নেয়ার পূর্বে হিমায়ন চক্র যতদূর সম্ভব গরম করে নেয়া হয়। প্লান্ট চালু থাকলে কম্প্রেসর বন্ধ করে প্রথমে ইভাপোরেটরের তাপমাত্রা দ্রুত বৃদ্ধির ব্যবস্থা করা। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে কম্প্রেসর বন্ধ করে ইভাপোরেটর চালু রাখা হয়। ইভাপোরেটরে বরফ থাকলে প্রয়োজনে গরম ব্যবহার করা। কম্প্রেসর মোটর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে ব্ল্যাঙ্ক কেস্ হিটার চালু রাখা। সিলিন্ডারে হিমায়ক পুনঃলাভের সময় প্রয়োজনে কৃত্রিম উপায়ে হিমায়ন চক্রের অন্যান্য অংশে তাপ প্রয়োগ করা। তাপ প্রয়োগের সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে যাতে অত্যধিক তাপে পুরনো টিউব বা পাইপের দুর্বল স্থানে ছিদ্রের সৃষ্টি না করে। টিউবের অবস্থা বুঝে তাপ প্রয়োগের মাত্রা নির্ধারণ করতে হবে। চক্রে তাপ প্রয়োগের ফলে হিমায়ক বাষ্পীভূত হয় এবং অধিক চাপের সৃষ্টি করে ফলে নিম্নচাপের দিকে প্রবাহিত হয়। তাপ প্রয়োগ না করা হলে হিমায়ক পুনঃলাভ করার সময় কোন অংশে তাপমাত্রা অনেক কমে যায়। তরল হিমায়ক বাষ্পীভূত হওয়ার ফলে এরূপ হয়ে থাকে। এভাবে বাষ্পীয় হিমায়ক স্থানান্তর সুবিধা হল যে, চক্রের তেল চক্রে থেকে যায়। হিমায়ক ভাল থাকলে অন্য কোন হিমায়ন চক্রে বা একই প্লান্ট নবায়নের পরে ব্যবহার করা যায়। অন্য কোন প্লান্টে হিমায়ক চার্জ করার সময় একটি ক্যাচ্ অল ড্রায়ারের (Catch all drier) মাধ্যমে করলে ভাল হয়। এতে হিমায়ক পরিশোধিত হয়।

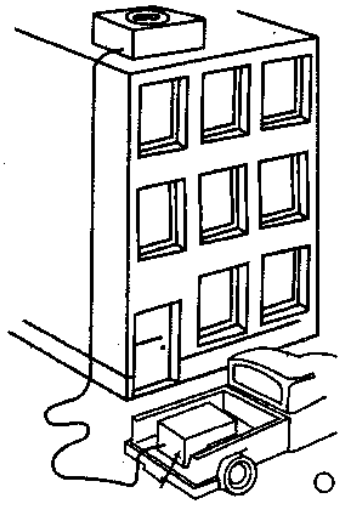


চিত্র ঃ ৯.১২ হিমায়ন চক্রে তাপ প্রয়োগ করে চাপ বাড়ানো এবং রিকোভারী দ্রুততর করা



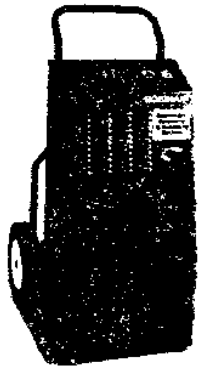
যান্ত্রিক পুনঃলাভ পদ্ধতি ঃ বিভিন্ন ধরনের হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি তৈরি ও ব্যবহৃত। এগুলোর মধ্যে কোনটা শুধু হিমায়ক পুনঃলাভের জন্য তৈরি করা হয় আবার কোনটা হিমায়ক পুনঃলাভ ও হিমায়ক পুনঃচক্রায়ন (Recycling) করার জন্য তৈরি করা হয়। আবার কোনটা বেশ জটিল এবং ভারী হয়, যা হিমায়ক পরিশোধন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। হিমায়ক নষ্ট হলে ব্যবহার স্থলেই পরিশোধন ও প্রক্রিয়াজাত করে পুনঃব্যবহার নিশ্চিত করার জন্য রিক্লেইম ইউনিট ব্যবহৃত হয়।

রিকোভারী বা রিক্লেইম ইউনিট তৈরি করার জন্য কতকগুলো বৈশিষ্ট্য লক্ষ রাখা দরকার। হালকা, শব্দ কম, বহনযোগ্য, দামে কম ইত্যাদির দিকে লক্ষ রাখাই প্রধান বিবেচ্য বিষয় হওয়া দরকার। সহজেই যাতে দালানের উপরে বা এদিক সেদিক বহন করা যায় তার জন্য ওজনকে প্রাধান্য দেয়া হয়। এটা যাতে সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠানো যায় সেজন্য খুব বড় করা যাবে না। আবার খুব বেশি ছোট করলে খুব বেশি হিমায়ক টানা সম্ভব নয় এবং হিমায়ক সংরক্ষণ সম্ভব নয়। ইউনিট আকারে বড় হলে কীভাবে হিমায়ক রিকোভারী করা হবে তার একটি নমুনা আগে এ দেখানো হয়েছে। ওজন যদি বড় সমস্যাই হয় তাহলে অনেক লম্বা হোজ (Hose) সাথে রাখতে হবে। চিত্রে দেখানো হয়েছে যে কন্ডেন্সিং ইউনিট দালানের ছাদে বসানো আছে। সেখান থেকেই গাড়িতে বসানো রিকোভারী ইউনিটের মাধ্যমে হিমায়ক সংগ্রহ করতে দেখা যাচ্ছে।



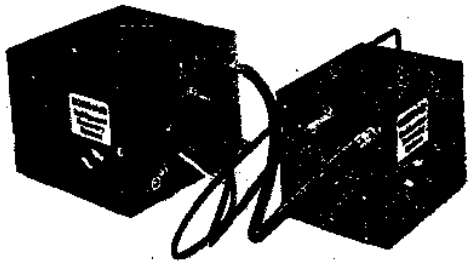
চিত্র ঃ ৯.১৪ ছাদের উপর বসানো ইউনিট থেকে হিমায়ক রিকোভারী

অনেক ইউনিটে চাকা লাগানো আছে। এগুলো সমতল জায়গায় এদিক সেদিক বহন করা সহজ। শুধু পুনঃলাভ বা রিকোভারী করার জন্য ইউনিট তৈরি করলে আকারে ছোট করা যায়, কিন্তু পুনঃচক্রায়ন (Recycling) করার জন্য ওয়ার্কশপে যাওয়ার দরকার। ছোট ইউনিট থেকে হিমায়ক পুনঃলাভ করে অন্যত্র রিসাইকেলিং করা সময় ও অর্থ নষ্ট হয়। তা ছাড়া একপাত্র থেকে অন্যপাত্রে হিমায়ক স্থানান্তর করার সময় কিছু হিমায়কের অপচয় ঘটে। সেজন্য রিকোভারী ও রিসাইকেলিং ইউনিট একত্রে থাকলে অধিক সুবিধাজনক। শপ থেকে দূরে কোন ইউনিট থেকে হিমায়ক সংগ্রহ করে চক্রায়নের পর ঐ স্থানেই আবার হিমায়ক চার্জ করা যায়। ইউনিট বহন সহজ করার জন্য দু'টি অংশে বিভক্ত করা হয়। কাজের সময় দুটি অংশ ৯.১৬ নং চিত্রের সংযোগ করে কাজ করা হয়।



চিত্র ঃ ৯.১৫ রিকোভারী বা রিসাইকেল ইউনিট

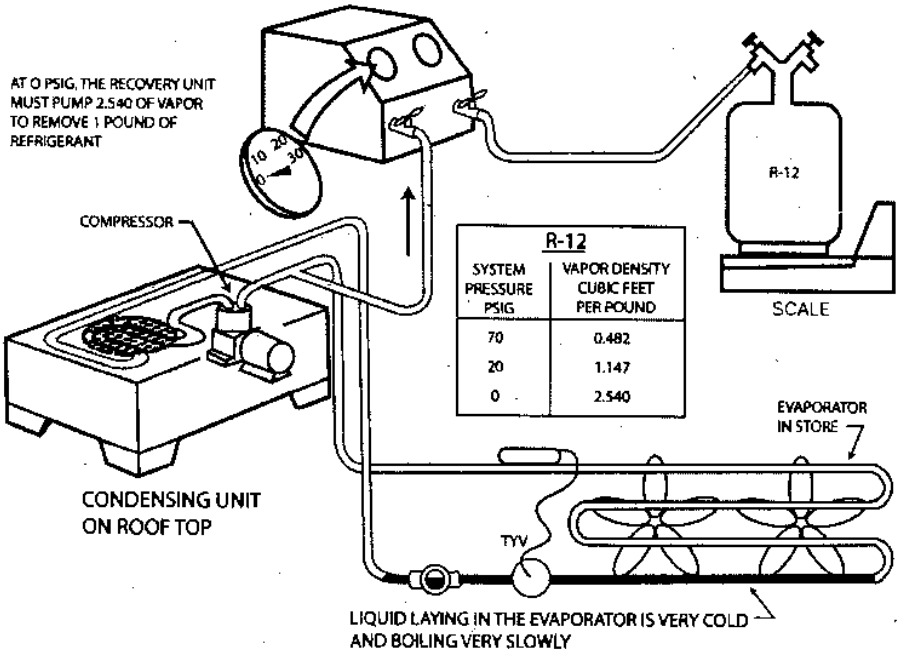
বাষ্প, তরল বা তরল ও বাষ্পীয় আকারে হিমায়ক রিকোভারী করা হয়। সরাসরি তরল হিমায়ক রিকোভারী সিলিন্ডারে নেয়া হলে হিমায়ন চক্রের তেল চলে আসে। সেজন্য রিকোভারী ইউনিটের কম্প্রেসরের মাধ্যমে হিমায়ক টানা হয়। একটি রেসিপ্রোকেটিং বা রোটারি কম্প্রেসর ব্যবহৃত হয়। রেসিপ্রোকেটিং কম্প্রেসরের ওজন বেশি, জায়গা বেশি দখল করে। কম্প্রেসর আকারে বড় হলে কন্ডেন্সার আকারে বড় হয়। তাই মোট ওজন বেশি হয় এবং জায়গাও বেশি লাগে। তবে রোটারি কম্প্রেসর ব্যবহৃত হলে জায়গা কম লাগে এবং ওজনে হালকা হয়। আর রোটারি কম্প্রেসরের শূন্যতা বা ভ্যাকুয়াম করার ক্ষমতাও বেশি।



চিত্র ঃ ৯.১৬ একটি রিকোভারী ইউনিট

তরল অবস্থায় হিমায়ক দ্রুত পুনঃলাভ করা যায়। তরল হিমায়ক জায়গা কম দখল করে। বড় ইউনিটের অধিকাংশ তরল হিমায়ক থাকে রিসিভারে।

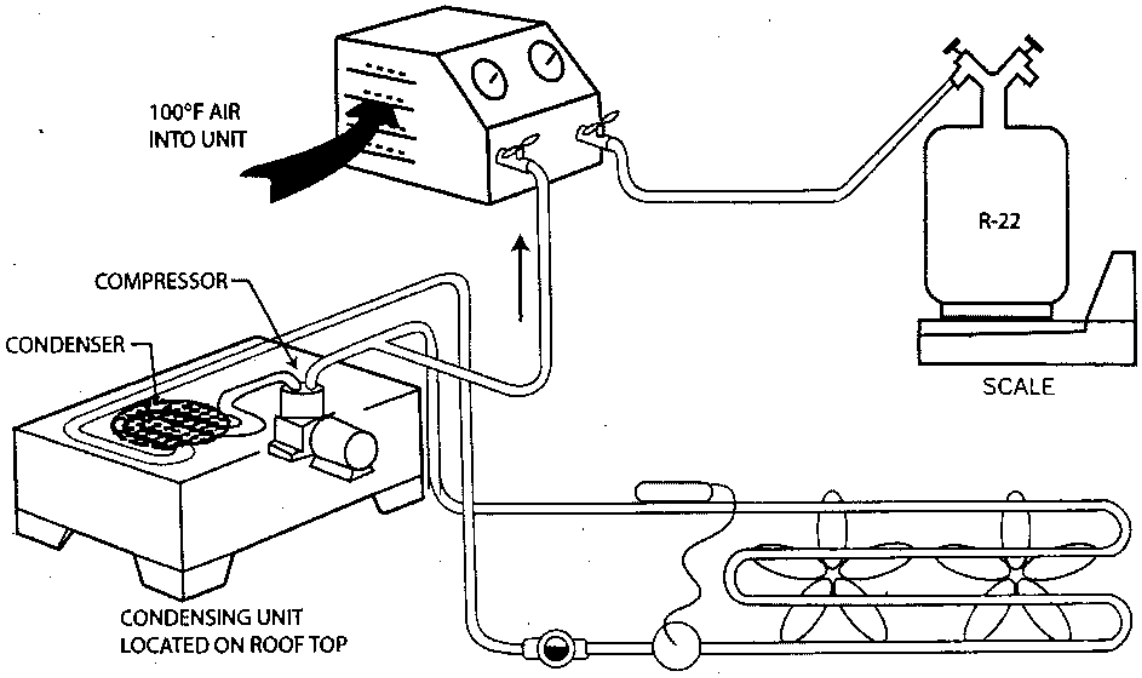
বাষ্পীয় অবস্থায় হিমায়ক স্থানান্তর প্রচুর সময় লাগে। চার্জিং হোজে বাঁধার জন্যও হিমায়ক পুনঃলাভে প্রচুর সময় লাগে। সময় কমাতে হলে হিমায়ন চক্র উত্তপ্ত করা, সিলিন্ডার ঠাণ্ডা করা এবং উচ্চ ক্ষমতার রিকোভারী ইউনিট ব্যবহার করতে হবে। রিকোভারী ইউনিট চালু করলে হিমায়ন চক্রের হিমায়কের চাপ কমে যাওয়ার কারণে সাকশন প্রেসর কমে যায়, এতে রিকোভারী ইউনিটের ক্ষমতা হ্রাস পায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, 70 PSIG চাপে এক পাউন্ড হিমায়ক; R-12 মাত্র 0.482 ঘনফুট বাষ্প হিমায়ক অপসারণের দরকার হয়। সেক্ষেত্রে এক পাউন্ড একই হিমায়ক 20 PSIG-তে 1.147 ঘনফুট বাষ্প এবং 0 PSIG-তে 2.54 ঘনফুট বাষ্প অপসারণের দরকার তাহলে দেখা যায় যে চাপের পতনের সাথে সাথে রিকোভারী বা রিসাইকেলিং এর হার কমে যায়। চাপ কমার সাথে সাথে আয়তন বৃদ্ধি পায় ফলে রিকোভারীতে বেশি সময় লাগে।



R-12	
SYSTEM PRESSURE PSIG	VAPOR DENSITY CUBIC FEET PER POUND
70	0.482
20	1.147
0	2.540

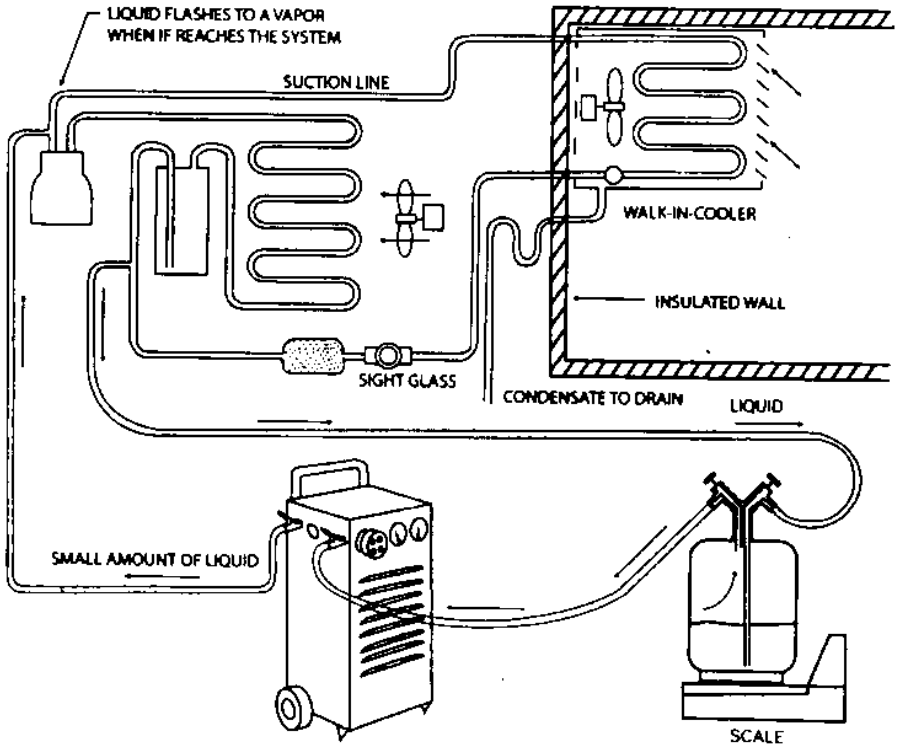
চিত্র ঃ ৯.১৭ বিভিন্ন চাপে হিমায়কের আয়তনের পরিবর্তন হয়। এতে রিকোভারীতে সময়ের পার্থক্য ঘটে

কন্ডেন্সিং ইউনিটের অবস্থানের উপর হিমায়কের চাপ নির্ভর করে। কন্ডেন্সিং ইউনিট রোদ্রে থাকলে চাপ অধিক থাকে। ধরা যাক ছাদে এবং রোদ্রে বসানো একটি কন্ডেন্সিং ইউনিট থেকে হিমায়ক পুনঃলাভের সময় রিকোভারী ইউনিটে সাকশন প্রেসর অধিক হবে। এতে কম্প্রেসরের মোটর অধিক কারেন্ট গ্রহণ করবে এবং ইউনিটের মোটরের ক্ষতি হবে। এটা যাতে হতে না পারে সেজন্য অনেক ইউনিটের কম্প্রেসরের সাথে ক্র্যাঙ্ক কেস প্রেসর রেগুলেটর দেয়া থাকে। এতে অধিক সাকশন চাপেও কম্প্রেসর নিরাপদ থাকে। ৯.১৮ নং চিত্রে এ ধরনের একটা ব্যবস্থা দেখানো আছে।

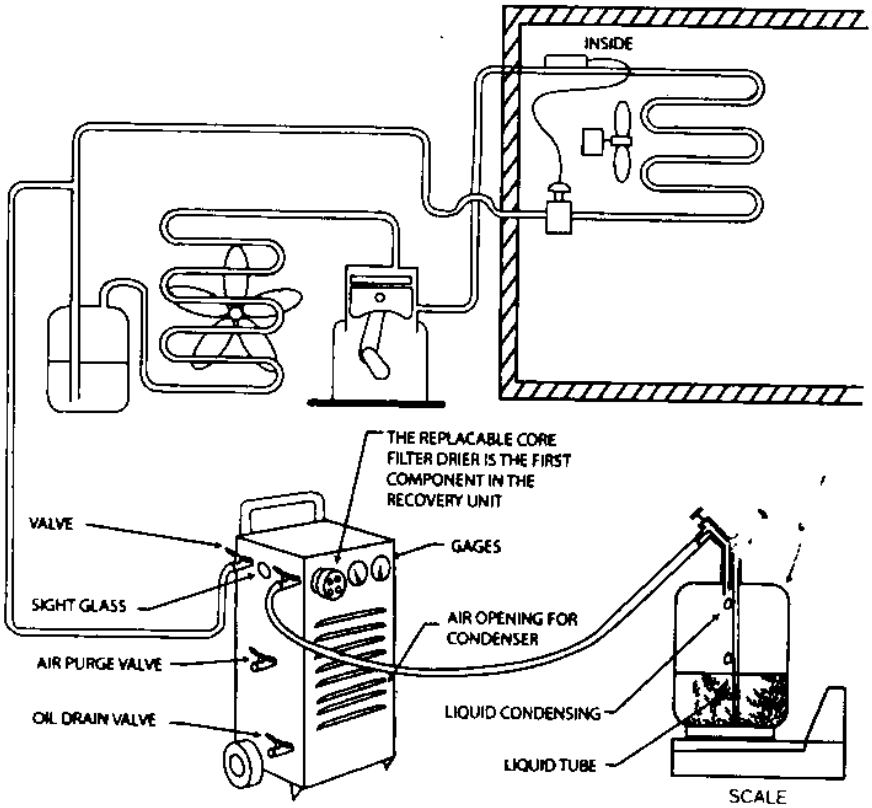


চিত্র ঃ ৯.১৮ রিকোভারী ইউনিটের ব্যবহৃত কম্প্রেসরের সাকশন লাইন ব্যবহৃত ক্রেঙ্ক কেইস প্রেসর রেগুলেটর

রিকোভারী বা রিসাইকেল ইউনিটের কম্প্রেসর কেবল বাষ্পীয় হিমায়ক পাম্প করতে পারে কিন্তু তরল হিমায়ক পাম্প করতে পারে না। তাই তরল হিমায়ক বিশেষ ব্যবস্থায় সিলিন্ডারে নেয়া হয়। রিকোভারী ইউনিটের সাকশন লাইন রিকোভারী সিলিন্ডারের বাষ্প সংযোগ এবং হিমায়ন চক্রের তরল লাইন সিলিন্ডারের তরল সংযোগের সাথে সংযোগ করা হয়। রিকোভারী ইউনিটের সাকশন লাইন রিকোভারী সিলিন্ডারের পাম্প সংযোগ এবং হিমায়ন চক্রের তরল লাইন সিলিন্ডারের তরল সংযোগের সাথে সংযোগ করা হয়। ইউনিটের ডিসচার্জ লাইন হিমায়ন চক্রের ন্যায় সাথে সংযোগ করা হয়। রিকোভারী ইউনিটে চালু করা হলে সিলিন্ডারের বাষ্প টানে এবং তরল করে পুনরায় হিমায়ন চক্রে পাঠায়। এ তরল হিমায়ক হিমায়ন চক্রে বাষ্পীয় আকারে ছাড়ার ফলে অধিক চাপের সৃষ্টি করে। এতে তরলের উপর চাপ বৃদ্ধি পায় এবং তরল হিমায়ক রিকোভারী সিলিন্ডারে প্রবেশ ত্বরান্বিত করে। রিকোভারী ইউনিটে একট সাইট গ্লাস (Sight Glass) বসানো থাকে, যাতে এ ধরনের হিমায়ক প্রবাহ বোঝা যায়। সিলিন্ডার যাতে অতিরিক্ত ভর্তি না হয়, সেজন্য ওজন করা হয়। যখন নিশ্চিত হল যে, আর তরল প্রবাহ সাইট গ্লাসের দেখা যায় না, তখন রিকোভারী ইউনিটের সাকশন লাইন হিমায়ন চক্রের সাথে সংযোগ করতে হবে। নিশ্চিত হতে হবে যে, হিমায়ন চক্রের সকল ভাল্ব খোলা আছে। রিকোভারী ইউনিট চালিয়ে সমস্ত বাষ্পীয় হিমায়ক টেনে নিতে হবে। কোন কোন রিকোভারী বা রিসাইকেল ইউনিটের কম্প্রেসরের সাকশনে ক্রেঙ্ক কেইস প্রেসর রেগুলেটর বসানো থাকে যাতে ওভারলোড না হয় এবং এটা তরল প্রবেশের হাত থেকে কিছুটা রক্ষা করে।

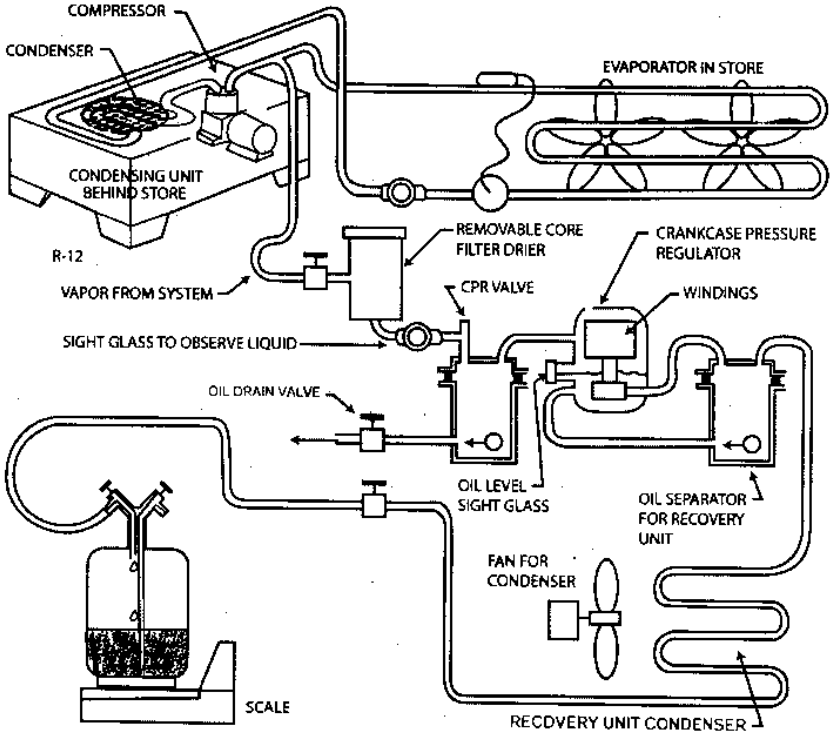


চিত্র ঃ ৯.১৯ তরল হিমায়কের মাধ্যমে চাপ প্রয়োগ শূন্যতা করে হিমায়ন চক্র থেকে হিমায়ক

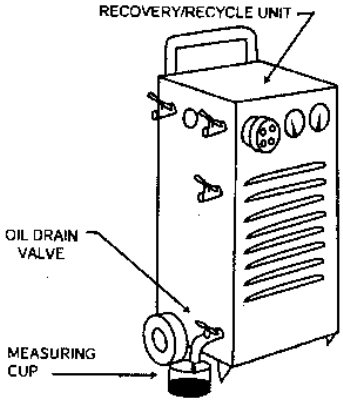


চিত্র ঃ ৯.২০ চার্জিং হোজ পুনঃ সংযোগের চিত্র

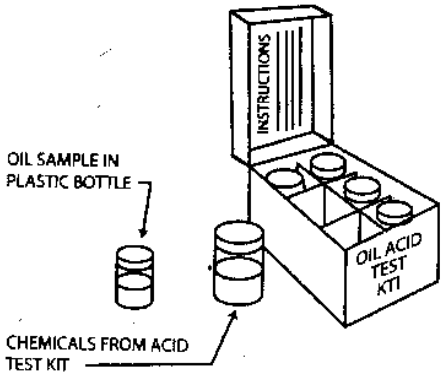
তরল হিমায়ক রিকোভারী করার সময় মনে রাখতে হবে যে, তরল সাথে কম্প্রেসর অয়েল রিকোভারী সিলিন্ডারে প্রবেশ করে। যখন হিমায়ক চার্জ করা হয় তখন এ তেল আবার সিস্টেমের ফিরে যায়। তরল হিমায়কের তেল পৃথক করার রিকোভারী বা রিসাইকেল ইউনিটের পূর্বে অয়েল সেপারেটর বসানো হয়। যে পরিমাণ তেল সেপারেটরে পাওয়া যায় সে পরিমাণ তেল আবার সিস্টেমের কম্প্রেসরে দিয়ে দিতে হয়। চিত্রে বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন অবস্থায় একট রিকভারী ইউনিট দেখানো হল। সংযোজিত অবস্থায় একটি রিকোভারী/রিসাইকেল ইউনিট চিত্রে দেখানো হল। হিমায়ন চক্রের হারমোটিক মোটর জ্বলে গেলে তেলের অম্লত্ব বা অ্যাসিডিটি পরীক্ষা করা প্রয়োজন হয়। এটা পরীক্ষা করার জন্য অ্যাসিড টেস্ট কিট (Acid test kit) পাওয়া যায়। অন্যদিকে রিকোভারী সিলিন্ডারে তরল হিমায়ক ভর্তি হলে যাতে ইউনিট বন্ধ হয়ে যায় সেজন্য সিলিন্ডারের ভিতরে ফ্লোট ভালভ চালিত একটি সুইচ অফ করার ব্যবস্থা থাকে। সিলিন্ডারের ধারণক্ষমতা আশি শতাংশ ভর্তি হলে সুইচ অফ হয়। এটা অধিক হিমায়ক ভর্তির হাত থেকে রক্ষা করে তার টেকনিশিয়ানকে তরল হিমায়ক ভর্তির অবস্থা জানায়ে দেয়। সাবধান থাকতে হবে যে হিমায়ক পুনঃলাভ করার পূর্বে অবশ্যই রিকোভারী সিলিন্ডার পরিষ্কার, খালি ও বায়ুশূন্য করতে হবে।



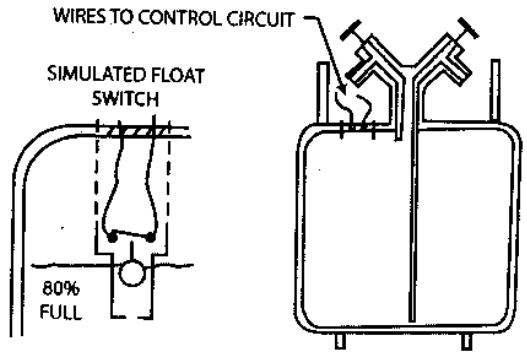
চিত্র ঃ ৯.২১ রিকোভারী করার সময় খোলা অবস্থায় একটি রিকোভারী ইউনিট



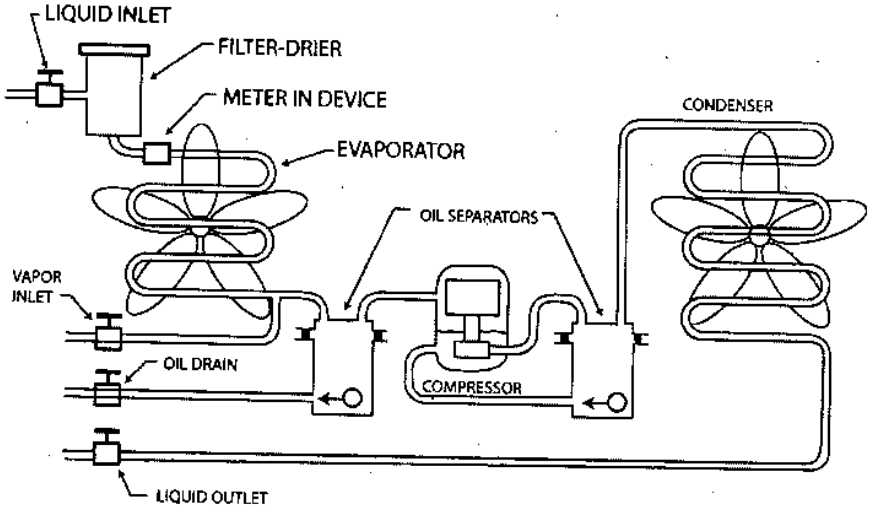
চিত্র ঃ ৯.২২ রিকোভারী ইউনিটের মাধ্যমে সংগৃহীত হিমায়কের সাথে নির্গত



চিত্র ঃ ৯.২৩ রিকোভারী হিমায়কের সাথে তেলের অম্লত্ব বা অ্যাসিডিটি পরীক্ষা কিট



চিত্র ঃ ৯.২৪ সিলিন্ডারের অতিরিক্ত হিমায়ক ভর্তি যাতে হতে না পারে তার জন্য সিলিন্ডারের ভিতরের ফ্লোট সুইচ এক রানের রিকোভারী/রিসাইকেল ইউনিট আছে যার মধ্যে তরল ও বাষ্পীয় হিমায়ক রিকোভারী করার ব্যবস্থা আছে



চিত্র ঃ ৯.২৫ একটি অত্যাধুনিক রিকোভারী ইউনিট যার মাধ্যমে তরল ও বাষ্পীয় হিমায়ক সহজেই সঞ্চয় করা যায়

৯.৫ সিস্টেম থেকে হিমায়ক বের করার জন্য কী কী নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয় (Mention the standard safty recommedation to be flowed for removing refrigerant from system) ঃ

১। কম্প্রেসর যেন অধিক গরম না হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
২। হিমায়ক পুনঃলাভ এর সময় হতে গ্লোভস্ ও চোখের নিরাপত্তার জন্য সেফটি গগলস পরিধান করা উচিত।
৩। লবণ ও বরফ চূর্ণ ব্যবহার করা হলে ধৌত করতে হবে যাতে মরিচা না পড়ে।
৪। ড্রাই আইস দ্বারা হিমায়ক পুনঃলাভ করার সময় হাতে হ্যান্ড গ্লোভস পড়া উচিত।
৫। হিমায়ন চক্র উত্তপ্ত করে রিকোভারী করার সময় তাপ প্রয়োগে যাতে পুরানো টিউব চিদ্র না হয় সেদিক লক্ষ রাখতে হবে।
৬। সিলিন্ডার যাতে অতিরিক্ত ভর্তি না হয় সেজন্য সিলিন্ডার ওজন করতে হবে।
৭। তরল হিমায়ক রিকোভারী করার সময় তেল যাতে না আসে সেজন্য অয়েল সেপারেটর ব্যবহার করতে হবে।

৯.৬ রেট্রোফিট কী? (State what is meant by retrofit) ঃ

যে সকল অ্যাপ্লায়েন্সে রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে CFC বা HCFC ব্যবহৃত হয় সে সকল অ্যাপ্লায়েন্স বিকল্প রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করে চালানোর ব্যবস্থাকে রেট্রোফিট বলে। এক্ষেত্রে হিমায়কের সাথে কম্প্রেসর অয়েলসহ আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশ পরিবর্তন করতে হয়।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, হিমায়ন যন্ত্রে R-12 হিমায়ক ব্যবহৃত হয়ে চালানো হত সে হিমায়ন যন্ত্রে হিমায়ক R-12 পরিবর্তে পরিবেশবান্ধব হিমায়ক 134a দ্বারা চালানো।

৯.৭ হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হিমায়ক 134a চার্জ করার পদ্ধতি (Deseribe the retrift procediere of R-134a in R-12 system) ঃ

হিমায়ক-12 ব্যবহৃত রেফ্রিজারেশন যন্ত্র বিশেষ ব্যবস্থায় হিমায়ক-134 চার্জ করা যায়। ছোট ইউনিট তেল পরিবর্তন করে বড় ইউনিট তেল ও এক্সপানশন ভাল্ব পরিবর্তন করে গ্যাস চার্জ করা যায়। হিমায়ক-12 এর জন্য এক ধরনের তেল যা হিমায়ক-134a এর জন্য মোটেই উপযোগী নয়। হিমায়ক-12 ব্যবহৃত একটি রেফ্রিজারেটর-ফ্রিজারে হিমায়ক-134a চার্জ করার ধাপগুলো হল–

১। পুরানো কম্প্রেসর তেল সম্পূর্ণ রূপে অপসারণ করতে হবে।
২। কম্প্রেসর সমপরিমাণ কেসটাল আইসমেটিক (Castal icematic SW) ইস্টার অয়েল (Easter Oil) ভর্তি করতে হবে।
৩। কন্ডেন্সার, কুলিং কয়েলসহ পুরো হিমায়ন চক্র নাইট্রোজেন গ্যাসের সাহায্যে ফ্লাশ করতে হবে, যাতে তেল ও অন্যান্য ময়লা বের হয়ে যায়।
৪। কম্প্রেসরের লাইন, কন্ডেন্সার ও ইভাপোরেটরের সাথে ওয়েল্ডিং করতে হবে।
৫। ইউনিট বায়ুশূন্য করে পরিমাণমত হিমায়ক-134a চার্জ করতে হবে।
৬। ইউনিট চালাতে হলে।
৭। প্রায় এক ঘন্টা চালানোর পর গ্যাস ছেড়ে দিতে হবে।
৮। কম্প্রেসরের তেল ফেলে দিতে হবে।
৯। নতুন তেল (সমপরিমাণ) কম্প্রেসরে দিতে হবে।
১০। লাইন সংযোগ করে বায়ুশূন্য করতে হবে।
১১। নতুন গ্যাস পুনঃ চার্জ করতে হবে।

আধুনিক তেল চার্জকরণ ঃ আধুনিক গ্যাসের সাথে আধুনিক তেল চার্জ করতে হয়। নতুন এ গ্যাসের সাথে পুরানো তেলের বিক্রিয়া ঘটে। তাই যখনই গ্যাসের পরিবর্তন করা হয়, তখনই তেলে পরিবর্তন করা হয়। তেল পরিবর্তনের ধাপগুলো হল–

১। সিল্ড বা হারমেটিক কম্প্রেসরের বেলায় এবং গ্যাস থাকলে তা পুনঃলাভ করতে হবে এবং কম্প্রেসর ইউনিট থেকে পৃথক করতে হবে। ওপেন টাইপ ইউনিটের বেলায় উভয় ভালভ বন্ধ করতে হবে।
২। তেল ড্রেন করতে হবে।
৩। নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।
৪। কম্প্রেসর চালু ও বন্ধ করতে হবে। এরূপ কয়েকবার করতে হবে।
৫। তেল আবার ড্রেন করতে হবে।
৬। আবার নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।
৭। সিল্ড কম্প্রেসর ইউনিটে লাগাতে হবে। ওপেন ইউনিটে ভালভ খুলতে হবে।

৯.৮ ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট (State what is meant by Drop-in refrigerant) ঃ

পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর হিমায়ক সিস্টেম থেকে বাদ দিয়ে শুধু নতুন পরিবেশবান্ধব হিমায়ক চার্জ করার পদ্ধতিকে ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলে। এক্ষেত্রে কম্প্রেসর অয়েলসহ অন্যান্য যন্ত্রাংশ অপরিবর্তিত থাকবে।

৯.৯ হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC-blend) চার্জ করার পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the use of drop in Refrigerant (HC-blend in R-12 unit) ঃ

হিমায়ক 12 ব্যবহৃত রেফ্রিজারেশন যন্ত্রে HC-blend হিমায়ক চার্জ করা যায়। হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC-blend) হিমায়ক R-290 প্রপেন এবং R 600a (আইসোবুটেন) এর ৫০% এবং ৫০% মিশ্রণ। এটি ব্যবহারে রেফ্রিজারেশন যন্ত্রে আগে যে পরিমাণ R-12 ছিল তার ৪০% ব্যবহার করে পর্যাপ্ত ঠান্ডা পাওয়া যায়।

১। হিমায়ক HC-blend চার্জ করার আগে জেনে নিতে হবে হিমায়ন যন্ত্রে R-12 রেফ্রিজারেন্ট কী পরিমাণ ছিল। যে পরিমাণ R-12 হিমায়ক সিস্টেম ছিল (নির্মাতা কর্তৃক দেয়া থাকে হিমায়কের পরিমাণ) তার ৪০% হিমায়ক চার্জ করলেই হবে।
২। হিমায়কের প্রেসর দেখে হিমায়ক চার্জ করা উচিত নয়। যদি করতে হয় তাহলে অভিজ্ঞ ব্যক্তির সাথে পরামার্শ করে নিতে হবে।
৩। হিমায়ক চার্জ করার পরে হিমায়ন যন্ত্র চালিয়ে দেখতে হবে পর্যাপ্ত ঠান্ডা হচ্ছে কি না। হিমায়কের পরিমাণ বেশি হলে সাকশন লাইন ঘামবে এবং বরফ জমতে পারে। আবার কম হলে সাকশন লাইন ঠান্ডা কম হবে।

৪। ঠাণ্ডা নিশ্চিত হওয়ার পর চার্জিং লাইনে ভালভ ভালভাবে পিঞ্চ অব প্লায়ার দিয়ে আটকাতে হবে। এরপর সোল্ডারিং করে দিতে হবে। কোন মতে গ্যাস ওয়েল্ডিং বা ব্রেজিং করা যাবে না। আঠা দিয়ে আটকাতে পারলে আরো ভাল হয়। হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড গ্যাস আগুনে জ্বলে।

৫। এ হিমায়ক ব্যবহারের বড় সুবিধা হল কম্প্রেসর ওয়েল, স্টেনার ড্রায়ারসহ সিস্টেমের মেকানিক্যাল সাইডে কোন কিছু পরিবর্তন করতে হয় না।

৬। যেহেতু আগুন জ্বালাতে সাহায্য করে তাই ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের জন্য ওভারলোড প্রটেক্টের ও PTC রিলেসহ বাজারে প্যাকেট আকারে পাওয়া যায়। প্রয়োজনমত পরিবর্তন করে ফেলতে হবে।

৯.১০ R-12 সিস্টেমে R-134a এবং HC-blend হিমায়ক চার্জ করার তুলনামূলক পার্থক্য (Compare retrofifting of R-12 system with 134a and HC blend) ঃ

R-134a	হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC-blend)
১। কম্প্রেসর অয়েল স্টেনার পরিবর্তন করতে হয়।	১। কম্প্রেসর অয়েল স্টেনার পরিবর্তন করতে হয় না।
২। প্রায় একই পরিমাণ হিমায়ক চার্জ করতে হয়।	২। আগের পরিমাণের ৪০% চার্জ করলেই হয়।
৩। পুরো সিস্টেমকে নাইট্রোজেন গ্যাস দিয়ে ফ্লাশ করা বাধ্যতামূলক।	৩। নাইট্রোজেন গ্যাস চার্জ করা বাধ্যতামূলক নয়।
৪। ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের কোন কিছুর পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয় না।	৪। যে সকল স্থানে স্পার্কিং হওয়ার সম্ভাবনা থাকে সে সকল কম্পোনেন্ট পরিবর্তন করা ভাল।

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, হিমায়ক রিকোভারী বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ CFC হিমায়ক ওজন স্তরের জন্য ক্ষতিকারক বিধায় হিমায়ন চক্রের সিএফসি এবং এইচসিএফসি (CFC and HCFC) হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহকরণকে হিমায়ক পুনঃলাভ বা রিকোভারী বলে। কোন হিমায়ন চক্র মেরামত, কম্প্রেসর পরিবর্তন বা অপসারণকালে হিমায়ক বাতাস না ছেড়ে সিলিন্ডারে আহরণ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

২। **রেফ্রিজারেন্ট রিসাইকেলিং বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]
অথবা, রিসাইক্লিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]
অথবা, হিমায়কপূর্ণ চক্রায়ন বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ তেল পৃথকীকরণ (Oil seperation), জলীয়কণা ও অম্লত্ব হ্রাসকরণ (Reducing Moisture acidity) এবং অন্যান্য অপদ্রব্য অপসারণের জন্য হিমায়ন আবর্তন চক্রে রেখেই যদি কোন হিমায়ক চক্রায়িত করা হয়, তাহলে তাকে হিমায়ক পুনঃচক্রায়ন (Refrigerant Recycling) বলা হয়।

৩। **রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০(পরি)]
অথবা, হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১৫(পরি)]
অথবা, রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, রিক্লেইম কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০, ২০১১(পরি)]

উত্তর ঃ কোন হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়, তাহলে তাকে রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলা হয়।

৪। **হিমায়ক পুনঃলাভের দুটি পদ্ধতির নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৮, ২০১১ (পরি)]

উত্তর ঃ ১। লিকুইড হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি। ২। বাষ্পীয় হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি।

৫। **রেট্রোফিটিং বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৮, ২০১১ (পরি)]

উত্তর ঃ যে সকল অ্যাপ্লায়েন্সে রেফ্রিজারেন্ট হিসেবে CFC বা HCFC ব্যবহৃত হয় সে সকল অ্যাপ্লায়েন্স বিকল্প রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করে চালানোর ব্যবস্থাকে রেট্রোফিট বলে। এক্ষেত্রে হিমায়কের সাথে কম্প্রেসর অয়েলসহ আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশ পরিবর্তন করতে হয়।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, হিমায়ন যন্ত্রে R-12 হিমায়ক ব্যবহৃত হয়ে চালানো হত সে হিমায়ন যন্ত্রে হিমায়ক R-12 পরিবর্তে পরিবেশবান্ধব হিমায়ক 134a দ্বারা চালানো।

৬। **ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১২ (পরি)]

উত্তর ঃ পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর হিমায়ক সিস্টেম থেকে বাদ দিয়ে শুধু নতুন পরিবেশবান্ধব হিমায়ক চার্জ করার পদ্ধতিকে ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলে। এক্ষেত্রে কম্প্রেসর অয়েলসহ অন্যান্য যন্ত্রাংশ অপরিবর্তিত থাকবে।

৭। **ড্রাই আইসের সংজ্ঞা দাও।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, ড্রাই আইস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪,২০১০]

অথবা, ড্রাই আইস বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ কার্বন ডাই-অক্সাইডের কঠিন অবস্থাকে ড্রাই আইস বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রিক্লেইম ও রিসাইকেলিং এর মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ **রিক্লেইম রেফ্রিজারেন্ট (Reclaim Refrigerant) ঃ** কোন হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়, তাহলে তাকে রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলা হয়। ব্যবহৃত হিমায়ক পরিশোধন ও প্রক্রিয়াজাত করে নতুন হিমায়কের মত ব্যবহার করা যায়। নতুন হিমায়ক উৎপাদনের উপর যুক্তরাষ্ট্রে খাজনা বা ট্যাক্স দিতে হয় কিন্তু ব্যবহৃত হিমায়ক প্রক্রিয়াজাত করার জন্য কোন খাজনা দিতে হয় না। হিমায়ক উৎপাদনকারী প্রতিটি সংস্থায় রিক্লেইম করার ব্যবস্থা আছে।

রিক্লেইম ও রিসাইকেলিং এর মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ–

রিক্লেইম রেফ্রিজারেশন	রিসাইকেলিং রেফ্রিজারেশন
১। হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর পরিশোধন করা হয়।	১। আবর্তন চক্রে হিমায়ন রেখেই হিমায়ন পরিশোধন করা হয়।
২। ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করা হয় না।	২। ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়।
৩। নতুন হিমায়কের মতো ব্যবহার করা যায়।	৩। হিমায়ক ফিল্টার ড্রায়ারে ফিল্টার করে ব্যবহার করা হয়।
৪। ইউনিট চালনা করার জন্য রিসিভার ভাল্‌ভ খোলার প্রয়োজন হয় না।	৪। রিসিভার ভালভ্ খুলে রেখেই ইউনিট চালাতে হয়।

২। **R-12 ব্যবহৃত চক্রে R-134a এবং HC-blend হিমায়ক চার্জ করার তুলনামূলক পার্থক্য লিখ।**

উত্তর ঃ R-12 ব্যবহৃত চক্রে R-134a এবং HC-blend হিমায়ক চার্জ করার তুলনামূলক পার্থক্য ঃ

R-134a	হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC-blend)
১। কম্প্রেসর অয়েল স্টেনার পরিবর্তন করতে হয়।	১। কম্প্রেসর অয়েল স্টেনার পরিবর্তন করতে হয় না।
২। প্রায় একই পরিমাণ হিমায়ক চার্জ করতে হয়।	২। আগের পরিমাণের ৪০% চার্জ করলেই হয়।
৩। পুরো সিস্টেমকে নাইট্রোজেন গ্যাস দিয়ে ফ্লাশ করা বাধ্যতামূলক।	৩। নাইট্রোজেন গ্যাস চার্জ করা বাধ্যতামূলক নয়।
৪। ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের কোন কিছুর পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয় না।	৪। যে সকল স্থানে স্পার্কিং হওয়ার সম্ভাবনা থাকে সে সকল কম্পোনেন্ট পরিবর্তন করা ভাল।

৩। **আধুনিক তেল চার্জকরণ পদ্ধতি লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর ঃ আধুনিক গ্যাসের সাথে আধুনিক তেল চার্জ করতে হয়। নতুন এ গ্যাসের সাথে পুরানো তেলেরবিক্রিয়া ঘটে। তাই যখনই গ্যাসের পরিবর্তন করা হয়, তখনই তেলে পরিবর্তন করা হয়। তেল পরিবর্তনের ধাপগুলো হল–

১। সিল্ড বা হারমেটিক কম্প্রেসরের বেলায় এবং গ্যাস থাকলে তা পুনঃলাভ করতে হবে এবং কম্প্রেসর ইউনিট থেকে পৃথক করতে হবে। ওপেন টাইপ ইউনিটের বেলায় উভয় ভালভ বন্ধ করতে হবে।

২। তেল ড্রেন করতে হবে।

৩। নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।

৪। কম্প্রেসর চালু ও বন্ধ করতে হবে। এরূপ কয়েকবার করতে হবে।

৫। তেল আবার ড্রেন করতে হবে।

৬। আবার নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।

৭। সিল্ড কম্প্রেসর ইউনিটে লাগাতে হবে। ওপেন ইউনিটে ভালভ খুলতে হবে।

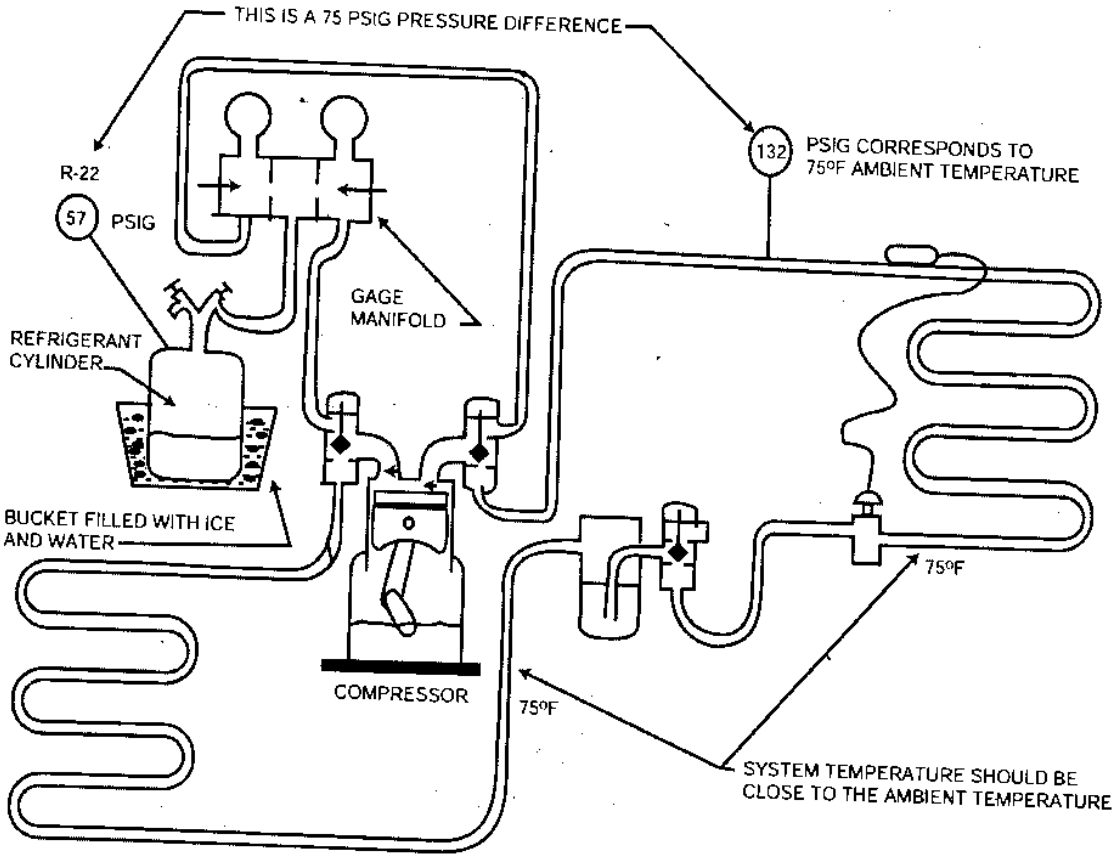
৪। **কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১০ (পরি), ২০১২, ২০১৪]

অথবা, কৃত্রিম উপায়ে তুষার তৈরির পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১০]

অথবা, বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ **বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ ঃ**

রিকোভারী সিলিন্ডার বরফের মাধ্যমে ঠাণ্ডা করে ইউনিট ও সিলিণ্ডারের মধ্যে চাপে পার্থক্য সৃষ্টি হয়। ফলে হিমায়কের কৃত্রিম প্রবাহ সৃষ্টি হয়। প্রথমে বাষ্পীয় হিমায়ক সিলিন্ডারে আসতে থাকে এবং পরে ইউনিটের তরল হিমায়ক বাষ্পীভূত হয়ে প্রবাহিত হয়। ইউনিটে তাপ এবং সিলিন্ডার অধিক ঠাণ্ডা করে এ কাজ ত্বরান্বিত করা যায়।



রিকোভারী সিলিণ্ডার বরফের সাহায্যে ঠাণ্ডা করে হিমায়ক পুনঃলাভ

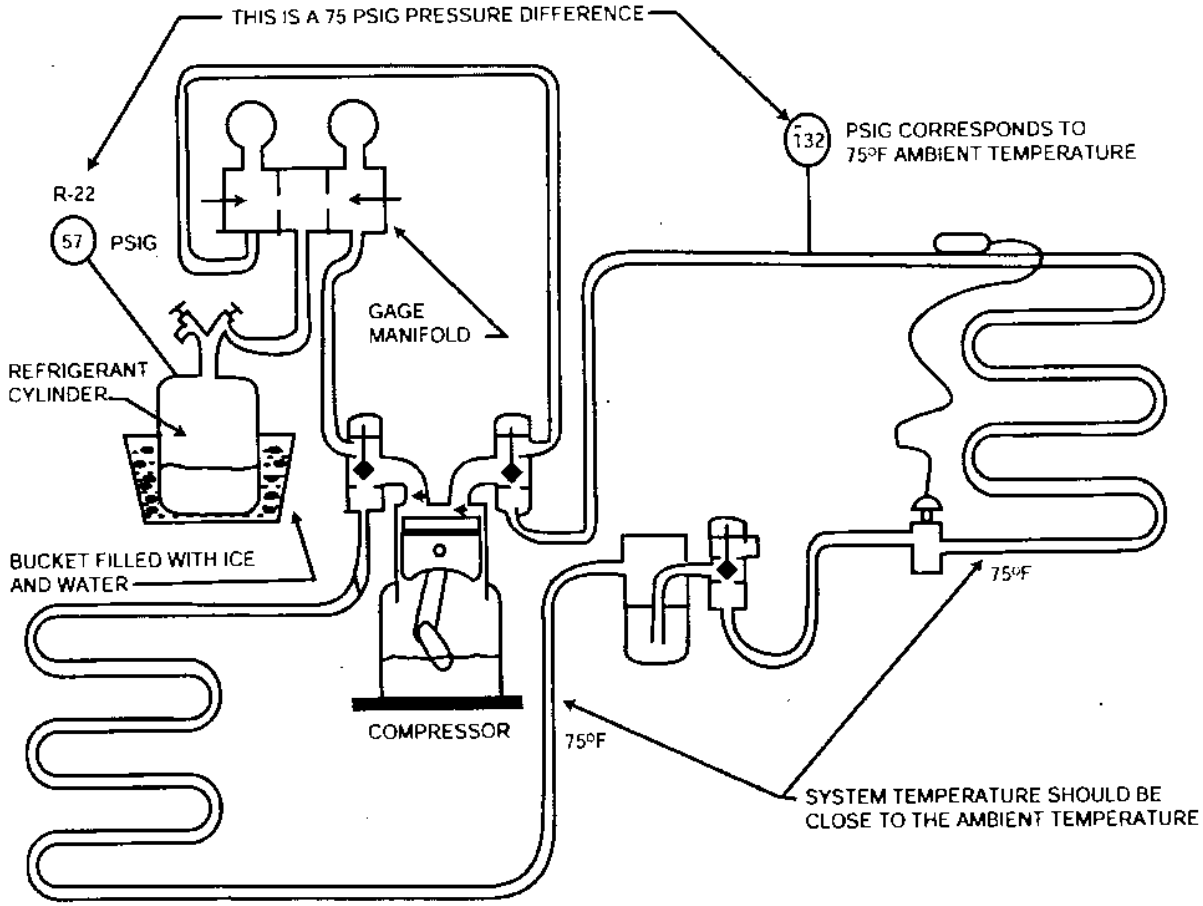
৫। **পুনঃলাভ এবং পুনঃচক্রায়নের ব্যাখ্যা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০, ২০১২]

উত্তর **পুনঃলাভ :** CFC হিমায়ক ওজন স্তরের জন্য ক্ষতিকারক বিধায় হিমায়ন চক্রের সিএফসি এবং এইচসিএফসি (CFC and HCFC) হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহকরণকে হিমায়ক পুনঃলাভ বা রিকোভারী বলে। কোন হিমায়ন চক্র মেরামত, কম্প্রেসর পরিবর্তন বা অপসারণকালে হিমায়ক বাতাস না ছেড়ে সিলিন্ডারে আহরণ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

পুনঃচক্রায়নে : তেল পৃথকীকরণ (Oil seperation), জলীয়কণা ও অম্লত্ব হ্রাসকরণ (Reducing Moisture acidity) এবং অন্যান্য অপদ্রব্য অপসারণের জন্য হিমায়ন আবর্তন চক্রে রেখেই যদি কোন হিমায়ক চক্রায়িত করা হয়, তাহলে তাকে হিমায়ক পুনঃচক্রায়ন (Refrigerant Recycling) বলা হয়।

৬। **রেফ্রিজারেন্টকে কীভাবে রিকোভারি করা যায় চিত্রসহ লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর রিকোভারী সিলিন্ডার বরফের মাধ্যমে ঠান্ডা করে ইউনিট ও সিলিন্ডারের মধ্যে চাপে পার্থক্য সৃষ্টি হয়। ফলে হিমায়কের কৃত্রিম প্রবাহ সৃষ্টি হয়। প্রথমে বাষ্পীয় হিমায়ক সিলিন্ডারে আসতে থাকে এবং পরে ইউনিটের তরল হিমায়ক বাষ্পীভূত হয়ে প্রবাহিত হয়। ইউনিটে তাপ এবং সিলিন্ডার অধিক ঠান্ডা করে এ কাজ ত্বরান্বিত করা যায়। এ কাজ অনেকভাবে করা যায়, তবে বড় প্লান্টে প্রয়োগ করা যায় এমন একটি ব্যবস্থা ৯.৫ নং চিত্রে দেখানো হল।



রিকোভারী সিলিন্ডার বরফের সাহায্যে ঠান্ডা করে হিমায়ক পুনঃলাভ

৭। **হিমায়ক রিকোভারী করার প্রয়োজনীয়তা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

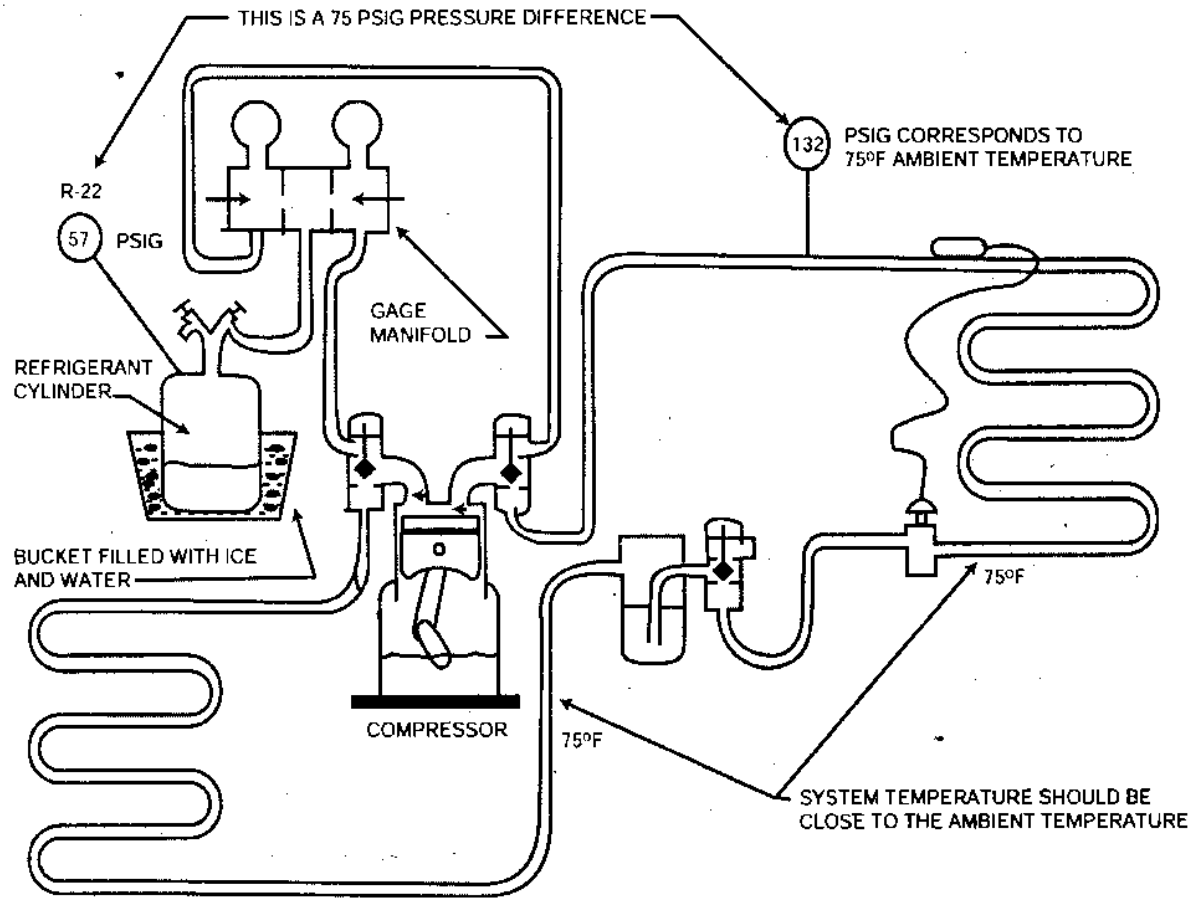
উত্তর হিমায়ক পুনঃলাভ (Recovery) করার প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। কারণ CFC এবং ACFC হিমায়ক ODP বৃদ্ধি করে এবং ইহা গ্রিনহাউস নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহকরণ প্রয়োজন।

৮। **ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ড্রাই আইস তৈরির কৌশল অনেকটা বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির মত। ইভাপোরেটরে এক্সপানশন ভালভের মাধ্যমে তরল হিমায়কের চাপ হ্রাস করা হয়। এতে আংশিক তরল বাষ্পীভূত হয়। বাকি তরল সুপ্ততাপ হারিয়ে কঠিন অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। যে পরিমাণ গ্যাস চক্রের অভ্যন্তরে কঠিন অবস্থায় পরিণত হয় সে পরিমাণ গ্যাস হিমায়ন চক্রে পূরণ করার দরকার হয়। সেজন্য একটি সিলিন্ডার কম্প্রেসর সাকশন লাইনের সাথে গ্যাস পূরণের সংযোগ থাকে। এটাকে কার্বন ডাই-অক্সাইড মেক আপ কানেকশন বলে।

৯। **একটি হিমায়ক রিকোভারী পদ্ধতি অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর



চিত্র ঃ রিকোভারী সিলিন্ডার বরফের সাহায্যে ঠান্ডা করে হিমায়ক পুনঃলাভ

১০। **যে কোন একটি হিমায়ক রিক্লেইম করা যায় না এবং কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর **রিক্লেইম রেফ্রিজারেন্ট (Reclaim Refrigerant) ঃ** কোন হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়, তাহলে তাকে রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলা হয়। ব্যবহৃত হিমায়ক পরিশোধন ও প্রক্রিয়াজাত করে নতুন হিমায়কের মত ব্যবহার করা যায়। নতুন হিমায়ক উৎপাদনের উপর যুক্তরাষ্ট্রে খাজনা বা ট্যাক্স দিতে হয় কিন্তু ব্যবহৃত হিমায়ক প্রক্রিয়াজাত করার জন্য কোন খাজনা দিতে হয় না। হিমায়ক উৎপাদনকারী প্রতিটি সংস্থায় রিক্লেইম করার ব্যবস্থা আছে।

১১। **রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৪]
অথবা, রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে দু'টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১২]
অথবা, রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে ১ টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ **রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে পার্থক্য ঃ**

রিক্লেইম রেফ্রিজারেন্ট	রিকোভারী রেফ্রিজারেন্ট
১। কোন হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হিমায়ক পুনঃলাভের পর যদি পরিশোধিত ও প্রক্রিয়াজাত করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়, তাহলে তাকে রিফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলা হয়।	১। হিমায়ন চক্রের CFC এবং HCFC হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহ করাকে হিমায়ক পুনঃ লাভ বা রিকোভারী বলে।
২। ব্যবহৃত হিমায়ক পরিশোধন ও প্রক্রিয়া জাত করে।	২। পরিশোধন বা প্রক্রিয়াজাতকরণ করা হয় না।
৩। নতুন হিমায়কের মতো ব্যবহার করা যায়।	৩। নতুন হিমায়কের মতো ব্যবহার করা যায় না।
৪। কোন হিমায়ক চক্র মেরামত, কম্প্রেসর পরিবর্তন বা অপসারণ করে হিমায়ক বাতাস না ছেড়ে সিলিন্ডারে আহরণ করে পুনবার ব্যবহার করা যায় না।	৪। কোন হিমায়ক চক্র মেরামত, কম্প্রেসর পরিবর্তন বা অপসারণকালে হিমায়ক বাতাস না ছেড়ে সিলিন্ডারে আহরণ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **লিকুইড হিমায়ক পুনঃলাভ (রিকোভারী) পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। **ভ্যাপার হিমায়ক পুনঃলাভ (রিকোভারী) পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **সিস্টেম থেকে হিমায়ক বের করার সময় কী কী নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয় লিখ।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **R-12 ব্যবহৃত চক্রে R-134a চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
অথবা, একটি R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
[বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৪, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭, ২০০৮]
অথবা, R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেম কীভাবে রূপান্তর করা যায়। ধারাবাহিকভাবে লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **R-12 ব্যবহৃত চক্রে HC-blend চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC– Blend) চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
[বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪]
অথবা, হিমায়ক আর-১২ এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৯ নং দ্রষ্টব্য।

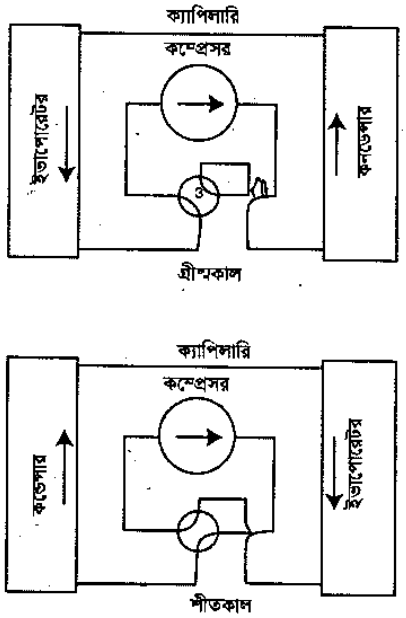
৬। **রেফ্রিজারে উনিট হতে হিমায়ক রিকোভারি করার পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।**
[বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৯, ১০ (পরি), ১১ (পরি), ১২, ১৪]
অথবা, বরফের সাহায্যে কীভাবে হিমায়ক পুনঃলাভ করা যায়, তা সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, একটি হিমায়ন চক্রের হিমায়ক রিকোভারি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১০

হিট পাম্প
(Heat Pump)

১০.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

তাপ সাধারণভাবে উচ্চ তাপমাত্রা থেকে নিম্ন তাপমাত্রার দিকে প্রবাহিত হয়। হিমায়ন চক্র ব্যবহার করে নিম্ন তাপমাত্রা থেকে তাপ গ্রহণ করে উচ্চ তাপমাত্রায় স্থানান্তর করা যায়। এজন্য যে কোন হিমায়ন চক্রকেই হিট পাম্প বলা যায়। কিন্তু এক্ষেত্রে হিট পাম্প বলতে হিমায়ন চক্রকে ব্যবহার করে কক্ষ গরম করার পদ্ধতিকে বুঝানো হয়েছে। যখন কোন হিমায়ন চক্র গ্রীষ্মকালে গরম স্থান ঠান্ডা করার পাশাপাশি শীতকালে ঠান্ডা স্থান গরম করার কাজে ব্যবহৃত হয়, তখন তাকে হিট পাম্প বলা হয়। হিমায়ন চক্রে হিমায়ক প্রবাহের দিক পরিবর্তন করার ব্যবস্থা (চেঞ্জ অভার সুইচ) থাকলে কন্ডেন্সারকে ইভাপোরেটর এবং ইভাপোরেটরকে কন্ডেন্সারে রূপান্তর করা সম্ভব। এতে যে যন্ত্র কক্ষ শীতল করার কাজে ব্যবহৃত হত তা দিয়ে কক্ষ গরম করা সম্ভব হয়। এ ধরনের ব্যবস্থা সম্বলিত যন্ত্রকে হিট পাম্প বলা হয়। সুতরাং হিট পাম্প একটি হিমায়ন যন্ত্র বা নিম্ন তাপমাত্রা থেকে উচ্চ তাপমাত্রায় তাপ স্থানান্তর করে কক্ষে উচ্চ তাপমাত্রা বজায় রাখার কাজে ব্যবহৃত হয়।

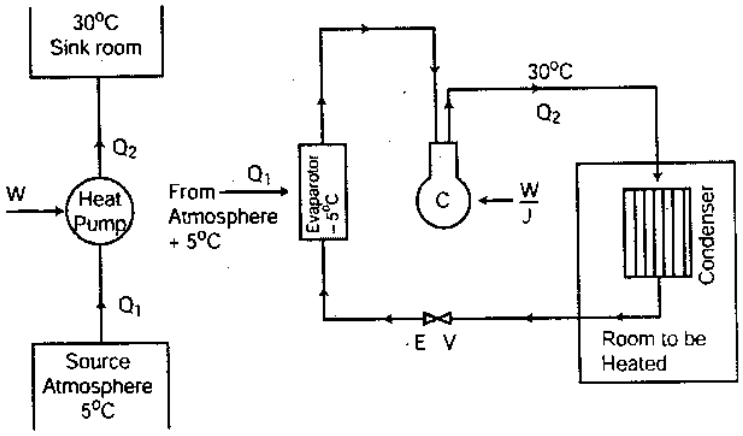


চিত্র ঃ ১০.১ হিট পাম্প (ক) কুলিং মুড (খ) হিটিং মুড

হিট পাম্পে চারপথ বিশিষ্ট একটি ভাল্ভ (Four way valve) ব্যবহার করে হিমায়ন চক্রে হিমায়কের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করা হয়। চারপথ বিশিষ্ট ভালভটি রিভার্সিং ভাল্ভ নামে পরিচিত। প্রচলিত হিমায়ন চক্রকে হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করতে হলে কী ধরনের ব্যবস্থাপনা থাকতে হবে তা ১০.১ এবং ১০.২ চিত্রে দেখানো হয়েছে। ১০.২ চিত্রের হিট পাম্প চক্রে ক্যাপিলারি টিউব ব্যবহার করা হয়েছে এবং দুটি ড্রায়ার ব্যবহার করা হয়েছে। ড্রায়ার কার্যকরী রাখার জন্য হিমায়কের প্রবাহ একটি নির্দিষ্ট দিকে হতে হয়। তাই দুটি ড্রায়ার কার্যকরী রাখার জন্য হিমায়কের প্রবাহ একটি নির্দিষ্ট দিক হতে হয়। তাই দুটি ড্রায়ার বিপরীতমুখী অবস্থায় ব্যবহারের ফলে হিমায়কের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করলে একটি ড্রায়ার ক্রিয়াশীল থাকবে। হিটিং হিমায়কের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করলে একটি ড্রায়ার ক্রিয়াশীল থাকবে। হিটিং সাইকেল ব্যবহার করলে কম্প্রেসরে যাতে লিকুইড ফ্লাডিং না হয় সেজন্য এ ধরনের ব্যবস্থাপনায় সাকশন লাইনে অ্যাকুমুলেটর সংযুক্ত থাকে।

১০.১ হিট পাম্প (State what is meant by heat pump) ঃ

যে রেফ্রিজারেশন ইউনিট নিম্ন তাপমাত্রা হতে তাপ গ্রহণ করে এবং তা উচ্চ তাপমাত্রায় পরিত্যাগ করে, তাকে হিট পাম্প বলে। অন্যভাবে বলা যায়, যে রেফ্রিজারেশন সাইকেলের কন্ডেন্সারের হিটকে ব্যবহার করলে তখন তাকে হিট পাম্প বলে।



চিত্র ঃ ১০.২ হিট পাম্প সাইকেল

১০.২ হিট পাম্পের প্রকারভেদ (Mention the types of heat pump) ঃ

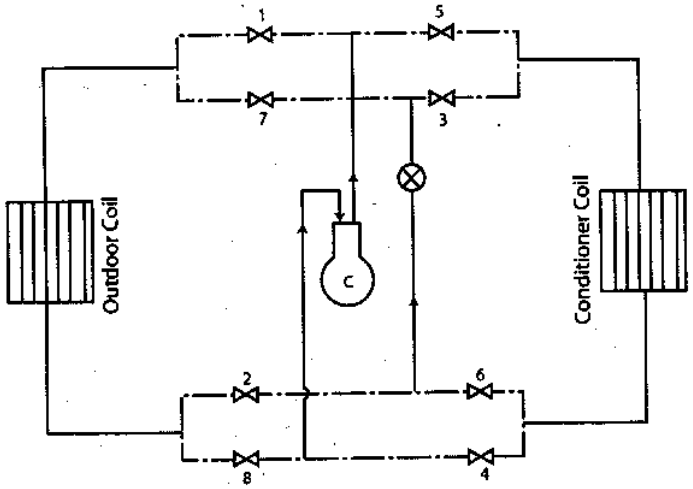
তাপ সংগ্রহের উৎস ও প্রবাহের উপর ভিত্তি করে ৫ ভাগে ভাগ করা যায়।

১। এয়ার টু এয়ার হিট পাম্প (Air to air heat pump)
২। এয়ার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Air to water heat pump)
৩। ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্প (Water to air heat pump)
৪। ওয়াটার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Water to water heat pump)
৫। এয়ার টু লিকুইড হিট পাম্প (Air to liquid heat pump)

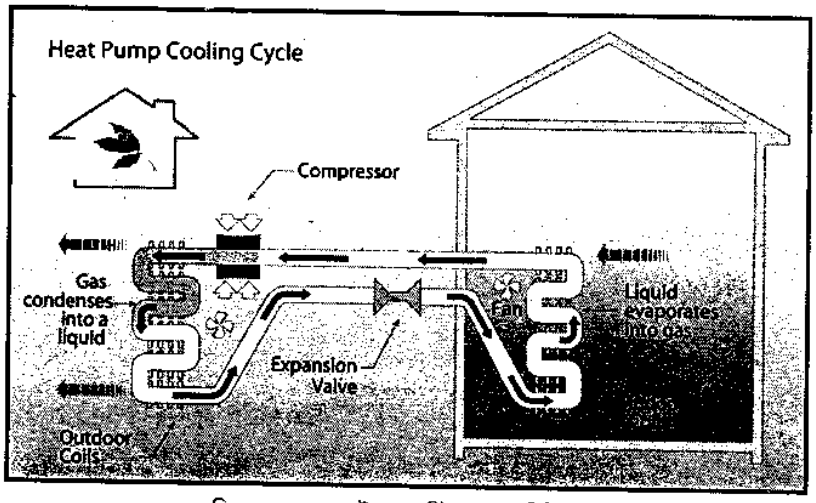
১০.৩ বিভিন্ন প্রকার হিট পাম্পের বর্ণনা (Describe the operation of the different types of heat pump) ঃ

১০.৩.১ এয়ার টু এয়ার হিট পাম্প (Air to air heat pump) ঃ

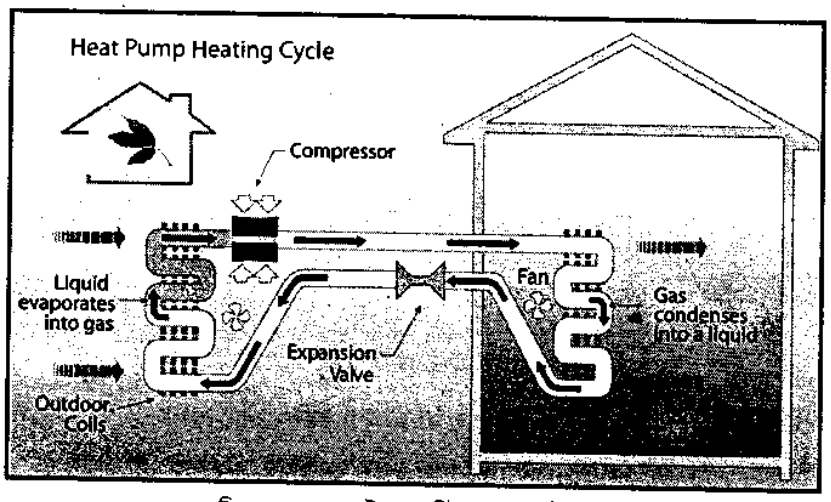
এ পদ্ধতিতে বাতাস প্রবাহের দিকের কোন পরিবর্তন হয় না। শুধুমাত্র হিমায়ক প্রবাহের দিক পরিবর্তন হয়। গ্রীষ্মকালে বায়ুর তাপমাত্রা কমানোর জন্য হিমায়ক ইভাপোরেটরের মাধ্যমে কক্ষের বাতাস হতে তাপ সংগ্রহ করে এবং শীতকালে কন্ডেন্সারের মাধ্যমে রুমে তাপ ছড়িয়ে দেয়।



চিত্র ঃ ১০.৩ এয়ার টু এয়ার হিট পাম্পের কুলিং হিটিং চক্র



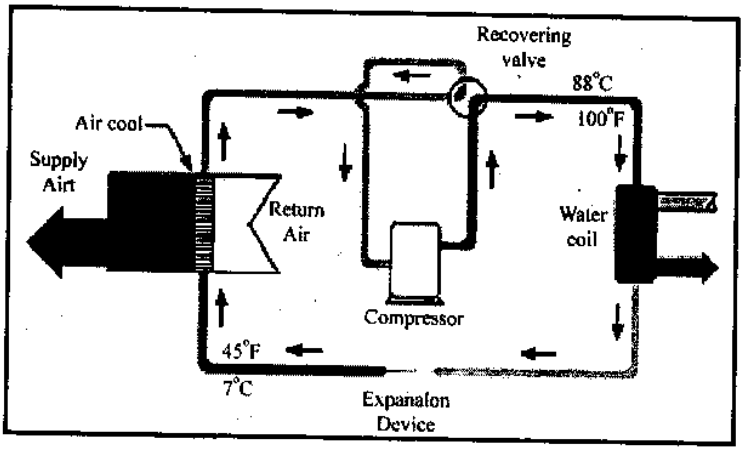
চিত্র ঃ ১০.৪ এয়ার টু এয়ার হিট পাম্পের হিটিং চক্র



চিত্র ঃ ১০.৫ এয়ার টু এয়ার হিট পাম্পের কুলিং চক্র

১০.৩.২ ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্প (Water to air heat pump) ঃ

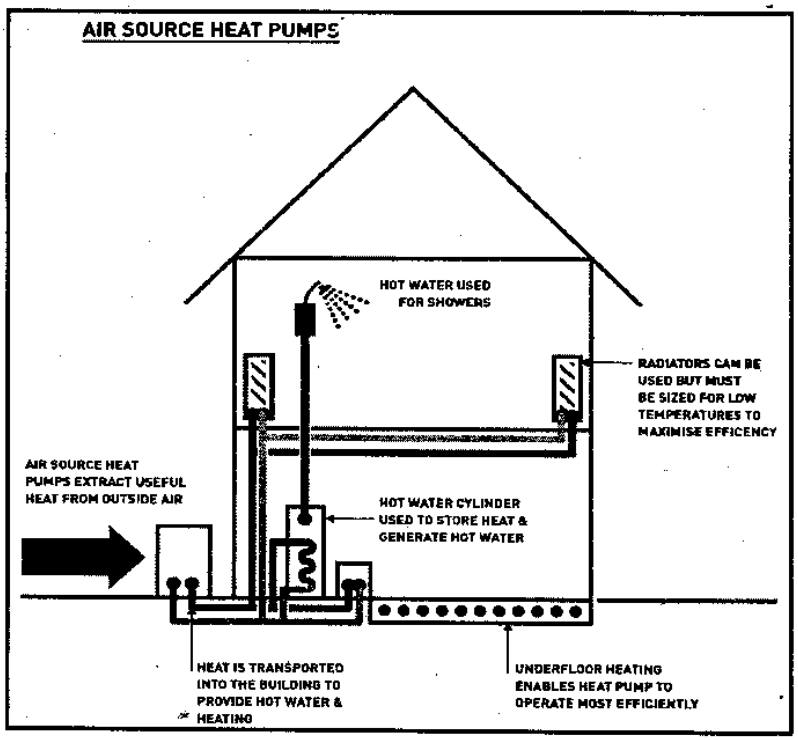
এ পদ্ধতিতে সমুদ্রের পানি হতে তাপ সংগ্রহ করে এবং Out door coil এর ভিতর দিয়ে যাওয়ার সময় তাপ পরিত্যাগ করে।



চিত্র ঃ ১০.৬ ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্পের চক্র

১০.৩.৩ এয়ার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Air to water heat pump) ঃ

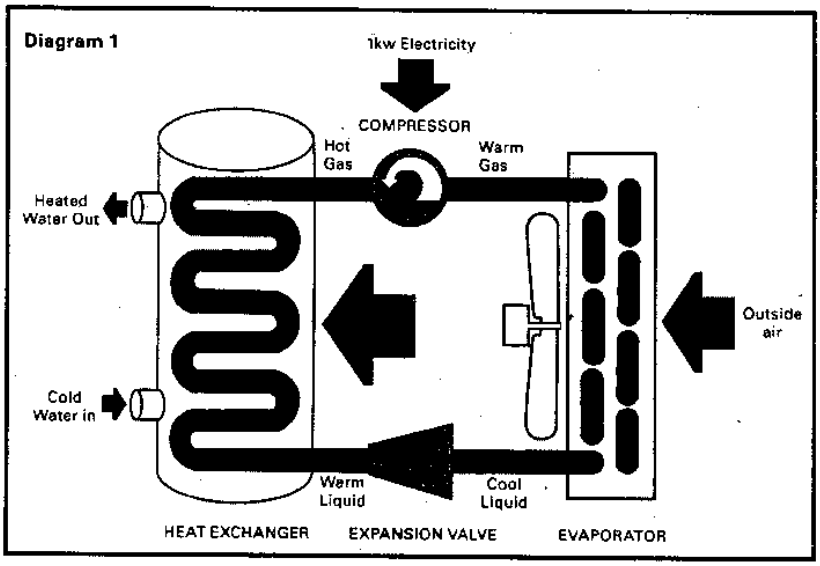
এ পদ্ধতিতে বায়ুমণ্ডলের বাতাস হতে তাপ সংগ্রহ করে পানিকে উত্তপ্ত করা হয় এবং পানি কন্ডেন্সার হতে তাপ শোষণ করে গরম হয়।



চিত্র ঃ ১০.৭ এয়ার টু ওয়াটার হিট পাম্পের চক্র

১০.৩.৪ ওয়াটার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Water to water heat pump) ঃ

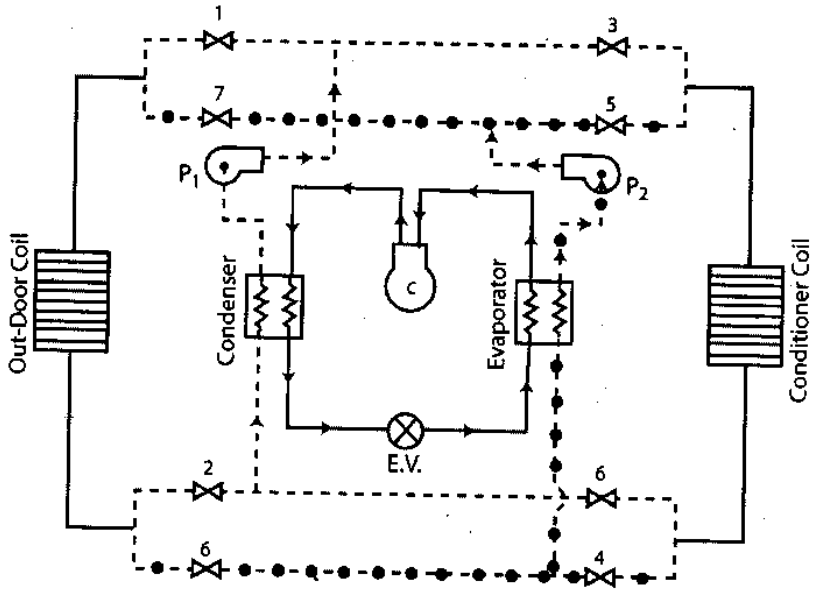
এ পদ্ধতিতে পানি তাপ শক্তির উৎস হিসেবে এয়ারকন্ডিশনিং ফ্লুইড হিসেবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ১০.৮ ওয়াটার টু ওয়াটার হিট পাম্পের চক্র

১০.৩.৫ এয়ার টু লিকুইড হিট পাম্প (Air to liquid heat pump) ঃ

এ পদ্ধতিতে বাতাস হতে তাপ সংগ্রহ করা হয় এবং পানি বা লিকুইড এ তাপ বাতাসে Relise পরিবর্তন করা হয়। হিটিং সাইকেলে পার্শ্বস্থ বায়ু হতে তাপ সংগ্রহ করে এবং কক্ষে পরিত্যাগ করে। কক্ষের ভিতরের কয়েলকে এ সময় রিভার্সিং ভাল্ভ দ্বারা কন্ডেন্সার এবং বাইরের কয়েলকে ইভাপোরেটরে পরিণত করা হয়। আবার কুলিং সাইকেলে কক্ষের মধ্যেও তাপ বাইরের বায়ুতে পরিত্যাগ করা হয়। রিভার্স ভাল্ভ দ্বারা এ সময় কক্ষের কয়েলকে কন্ডেন্সারে পরিণত করা হয়।



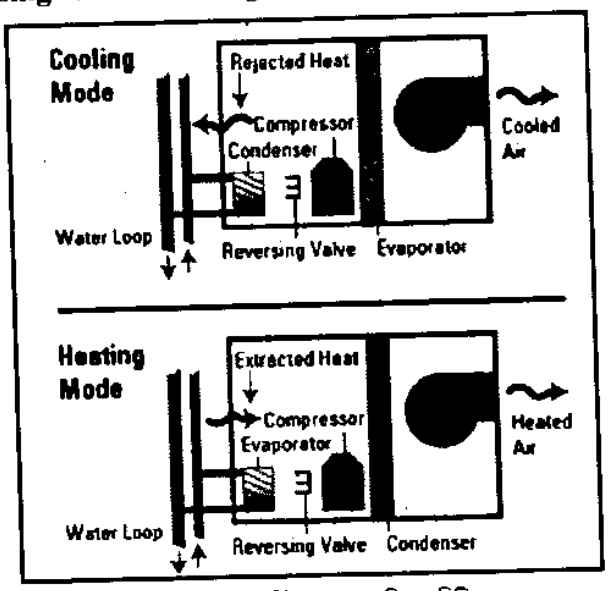
চিত্র ঃ ১০.৯ এয়ার টু লিকুইড হিট পাম্পের চক্র

১০.৪ Geothermal হিট পাম্প, Air source হিট পাম্প এবং Solar হিট পাম্প এর মধ্যে পার্থক্য (Distinguish between geothermal heat pumps, Air source heat pumps & solar heat pumps) ঃ

Geothermal হিট পাম্প, Air source হিট পাম্প এবং Solar হিট পাম্প এর মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ–

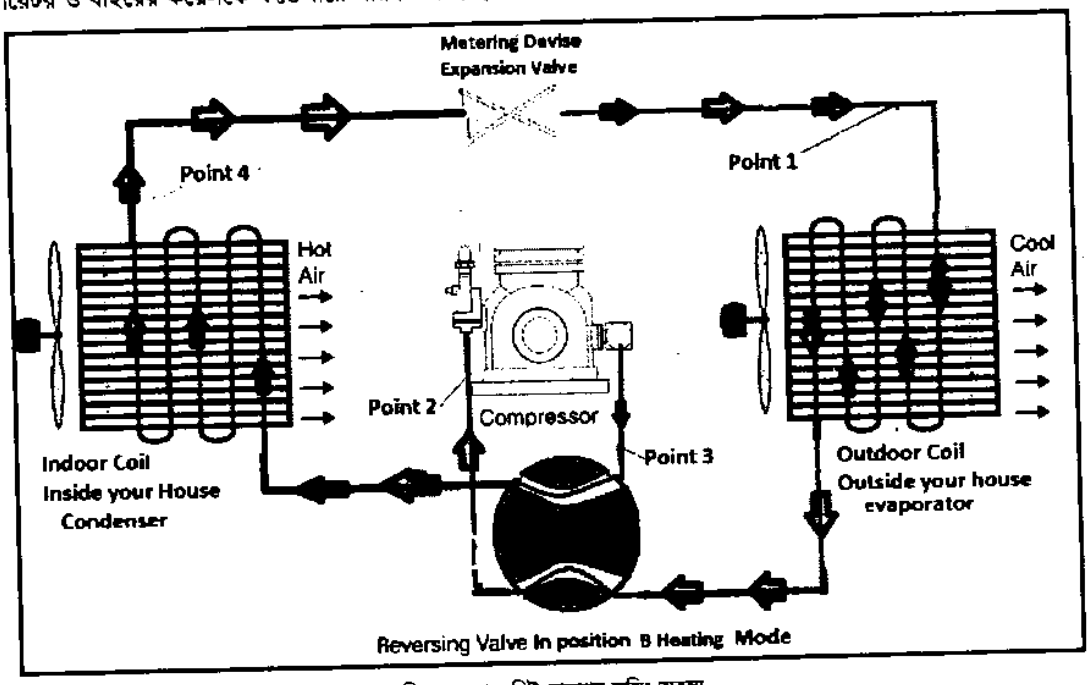
Geothermal হিট পাম্প	Air source হিট পাম্প	Solar হিট পাম্প
1. Geothermal heat পাম্প সেন্ট্রালি হিটির এবং কুলিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।	1. Air source heat পাম্প নিকৃষ্ট একটি রম্বস হিটিং এবং কুলিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।	বর্তমানে সেন্ট্রাল এবং রুম হিটিং এবং কুলিং উভয় কাজেই সোলার হিট পাম্প ব্যবহার হয়। সোলার হিট পাম্প।
2. এই পাম্পের দক্ষতা তুলনামূলক কম।	2. Air source হিট পাম্প এর দক্ষতা বেশি।	
3. গ্রাউন্ড সোর্স (Ground Source) হিট পাম্প ভূপৃষ্ট থেকে তাপ গ্রহণ অথবা ভূপৃষ্ঠ তাপ ত্যাগ করে।	3. এয়ার সোর্স (Air source) হিট পাম্প বাহির থেকে বিল্ডিং এর ভিতরে স্থানান্তর করে।	
4. এই পাম্পের দক্ষতা তুলনামূলক বেশি।	4. এই পাম্পের তাপিয় দক্ষতা বেশি।	
5. ভেরিয়েবল স্পিড কম্প্রেসর ব্যবহার করা যায়।	5. ভেরিয়েবল স্পিড কম্প্রেসর ব্যবহার করা যায় না।	
6. খরচ বেশি।	6. তুলনামূলক খরচ কম।	

১০.৫ হিট পাম্প রিভার্সিং ভালভের কুলিং ও হিটিং মোডসহ কার্যাবলির বর্ণনা (Describe the operation of the heat pump reversing valve is heating and cooling mode) ঃ



চিত্র ঃ ১০.১০ হিট পাম্পের কুলিং ও হিটিং চক্র

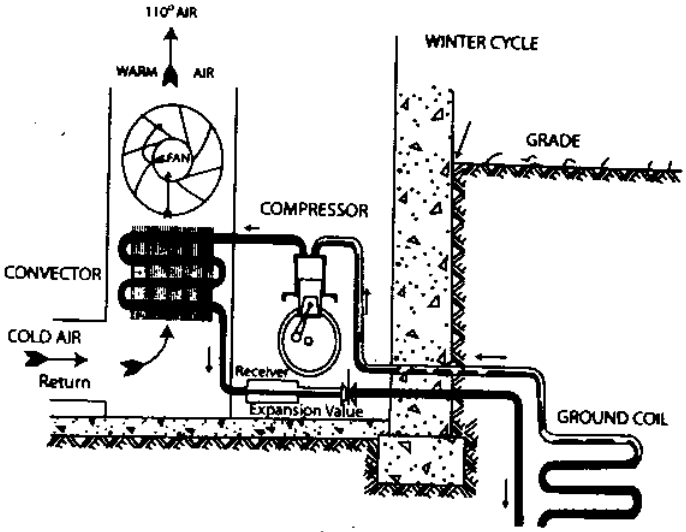
চিত্রে প্রকাশিত Reversing ভালভের সাহায্যে কুলিং ও হিটিং সাইকেল হিট পাম্প তৈরি করা হয়। উভয় সাইকেলের জন্য একটি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। কিন্তু রেফ্রিজারেন্ট ভ্রমণ বা প্রবাহ কুলিং ও হিটিং এর জন্য বিপরীতভাবে পরিবর্তিত হয়। হস্তচালিত বা থার্মোস্ট্যাটিক ভাল্‌ভ দ্বারা সাইকেলকে পরিবর্তন করা হয়। হিটিং সাইকেল পার্শ্বস্থ বায়ু হতে তাপ সংগ্রহ করে এবং কক্ষে পরিত্যাগ করে। কক্ষের মধ্যের কয়েলকে এ সময় রিভার্সিং ভাল্‌ভ দ্বারা কন্ডেন্সার এবং বাইরের কয়েলকে ইভাপোরেটরে পরিণত করা হয়। আবার কুলিং সাইকেলে কক্ষের মধ্যের তাপ বাইরের বায়ুতে পরিত্যাগ করা হয়। রিভার্সিং ভাল্‌ভ দ্বারা এ সময় কক্ষের কয়েলকে ইভাপোরেটর ও বাইরের কয়েলকে কন্ডেন্সারে পরিণত করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১১ হিট পাম্পের কুলিং অবস্থা

১০.৬ হিট পাম্পের ব্যবহার (Application of heat pump) ঃ

১। বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনার হিসেবে (Year round A.C) অর্থাৎ শীতকালে গরম এবং গ্রীষ্মকালে ঠাণ্ডা করার কাজে।
২। ইভাপোরেটর ডি-ফ্রস্টিং এর কাজে।
৩। যে সকল শিল্পে পণ্য প্রক্রিয়াজাত বা উৎপাদনে ঠাণ্ডা ও গরম উভয়ই প্রয়োজন হয় সেক্ষেত্রে। যেমন–
(ক) পানি পরিশোধনের কাজে। (খ) ফলের রস, দুধ এবং চিনির রস ঘন করার কাজে।
৪। সামুদ্রিক লবণাক্ত পানি পরিশোধনের কাজে।
৫। রঙ এবং রাসায়নিক পদার্থ ঘন করার কাজে।
৬। খাওয়ার লবণ (Taste salt) ও পাউডার দুধ তৈরির কারখানায়।



চিত্র ঃ ১০.১২ গ্রাউন্ড কয়েল সম্বলিত হিট পাম্পের হিটিং সাইকেল

১০.৭ হিট পাম্পের ব্যবহার ক্ষেত্র (Mention the industrial applications of heat pump) ঃ

১। বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনার হিসেবে (Year round A.C) অর্থাৎ শীতকালে গরম এবং গ্রীষ্মকালে ঠাণ্ডা করার কাজে।
২ ইভাপোরেটর ডি-ফ্রস্টিং এর কাজে।
৩। যে সকল শিল্পে পণ্য প্রক্রিয়াজাত বা উৎপাদন ঠাণ্ডা ও গরম উভয়ই প্রয়োজন হয় সেক্ষেত্রে। যেমন–
(ক) পানি পরিশোধনের কাজে।
(খ) ফলের রস, দুধ এবং চিনির রস ঘন করার কাজে।
৪। সামুদ্রিক লবণাক্ত পানি পরিশোধনের কাজে।
৫। রঙ এবং রাসায়নিক পদার্থ ঘন করার কাজে।
৬। খাওয়ার লবণ ও পাউডার দুধ তৈরির কারখানায়।

হিট পাম্পের সুবিধা ও অসুবিধা (Advantage and dis-advantages of heat pump) ঃ

হিট পাম্পের সুবিধা (Adventage of heat pump) ঃ

১। হাই গ্রেড এনার্জি ব্যবহার করে একটি মাত্র আঁটসাঁট যন্ত্রের শীত ও গ্রীষ্ম উভয় ঋতুতে আরামদায়ক তাপমাত্রা পাওয়া সম্ভব হয়।
২। প্রচলিত হিমায়ন চক্রকে হিট পাম্প চক্রে রূপান্তর করলে COP বেড়ে যায়।
৩। হিটিং সাইকেলে কম্প্রেসরে প্রয়োগকৃত শক্তির চেয়ে অনেক বেশি তাপ শক্তি (প্রয়োগকৃত শক্তি × COP) কক্ষে সরবরাহ করে।
৪। অতি শীতের স্থানে (শূন্য ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের নিচে) হিট পাম্প ব্যবহার করলে আউটডোর ইউনিটে বরফ জমে তাপ স্থানান্তরে বিঘ্ন ঘটতে পারে। সেক্ষেত্রে মাঝে মাঝে রিভার্সিং সাইকেল ব্যবহার করে অতিদ্রুত ডি-ফ্রস্টিং করা সম্ভব হয়। এর জন্যে পৃথক কোন ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় না।
৫। হিট পাম্প ব্যবহার করার ফলে বিপুল পরিমাণ জীবাশ্ম জ্বালানির সাশ্রয় হয়।
৬। হিট পাম্পের সাহায্যে কক্ষ গরম করার জন্য কোন জ্বালানি প্রজ্বলনের প্রয়োজন হয় না।

হিট পাম্পের অসুবিধা (Dis-advantages of heat pump) ঃ

১। হিট পাম্পে ব্যবহৃত চারমুখী ভাল্‌ভটির দাম বেশি এবং সচরাচর পাওয়া যায় না।

২। হাই গ্রেড এনার্জি ব্যবহার করা হয় বিধায় বিদ্যুৎ খরচ বেশি হয়।

৩। দাম বেশি।

১০.৮ হিট পাম্পের সাইকেল বিশ্লেষণ (Analyze the heat pump cycle) ঃ

সাধারণত রেফ্রিজারেশন এর ক্ষেত্রে "কো-ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স" (COP) এবং হিট পাম্পের ক্ষেত্রে "পারফরমেন্স ফ্যাক্টর" (PF) দ্বারা দক্ষতা প্রকাশ করা হয়।

সাধারণত অন্যান্য ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা ১ এর কম হয় কিন্তু রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে এবং হিট পাম্পের ক্ষেত্রে (যান্ত্রিক পদ্ধতির) কর্মদক্ষতা ১ এর অধিক হয়; সেজন্য ইফিসিয়েন্সি না বলে, রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে কো-ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স এবং হিট পাম্পের ক্ষেত্রে পারফরমেন্স ফ্যাক্টর দ্বারা দক্ষতা প্রকাশ করা হয়।

রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে আউটপুটকে (ইভাপোরেটরে গৃহীত তাপ) ইনপুট দ্বারা ভাগ করে COP পাওয়া যায়। রেফ্রিজারেশন সাইকেলে, যে তাপ গ্রহণ করে তাই আউটপুট, আর এ আউটপুট পেতে যে শক্তি দেয়া হয় তাই ইনপুট।

$$\text{রেফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে COP} = \frac{\text{কার্যকরী সুপ্ততাপ গ্রহণ(আউটপুট)}}{\text{কম্প্রেসর পাম্পিং শক্তি (ইনপুট)}}।$$

হিট পাম্পের ক্ষেত্রে আউটপুটকে (কন্ডেন্সারে বর্জিত তাপ) ইনপুট দ্বারা ভাগ করে পারফরমেন্স ফ্যাক্টর পাওয়া যায়।

$$\text{হিট পাম্পের ক্ষেত্রে, পারফরমেন্স ফ্যাক্টর} = \frac{\text{কন্ডেন্সারে তাপ বর্জন (আউটপুট)}}{\text{কম্প্রেসর পাম্পিং শক্তি (ইনপুট)}}।$$

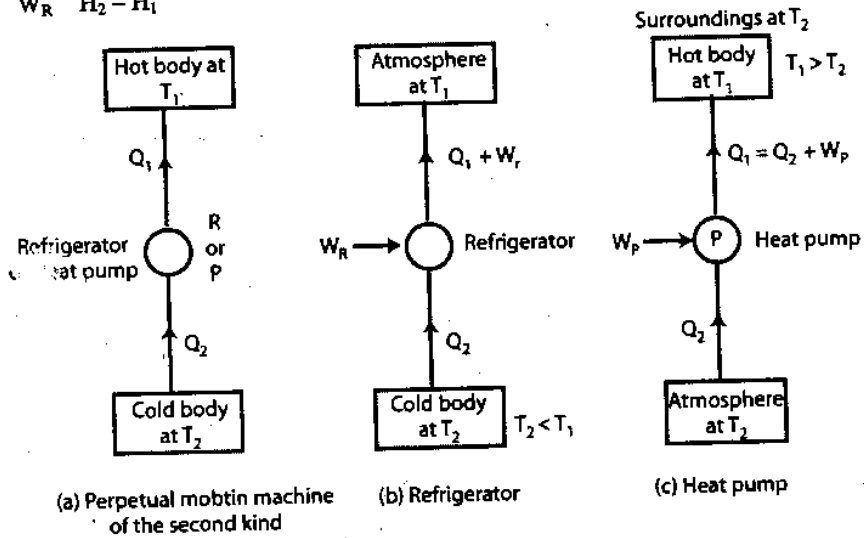
অন্যভাবে বলা যায়– আমরা জানি যে, ইঞ্জিনের কাজ হল তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা। ইঞ্জিন কতটা সাফল্যের সাথে তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করছে তা প্রকাশ করা হয় ইঞ্জিনের দক্ষতা দিয়ে।

হিমায়ন যন্ত্র বা রেফ্রিজারেটর যান্ত্রিক শক্তি গ্রহণ করে নিচু তাপমাত্রা থেকে উঁচু তাপমাত্রায় তাপ স্থানান্তর করে। সুতরাং রেফ্রিজারেটর বা হিমায়ন যন্ত্র কতটা সাফল্যের সাথে এ কাজটি করছে তা প্রকাশ করা হয় কো-ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স বা COP দিয়ে। COP দক্ষতার উল্টানুপাতিক $\left(\frac{1}{\eta}\right)$। কারণ হিমায়ন যন্ত্রে শক্তি প্রয়োগ ও প্রাপ্তি ইঞ্জিনের ঠিক উল্টো।

$$(\text{COP})\ R = \frac{\text{ঠাণ্ডা বস্তু থেকে নিষ্কাশিত তাপ } (H_1)}{\text{সিস্টেমে প্রয়োগকৃত কাজ } (W_R)}।$$

তাপগতি বিজ্ঞানের প্রথম সূত্রানুসারে, $W_R = H_2 - H_1$

$$\therefore (\text{COP})\ R = \frac{H_1}{W_R} = \frac{H_1}{H_2 - H_1}।$$



(a) Perpetual mobtin machine of the second kind (b) Refrigerator (c) Heat pump

চিত্র ঃ ১০.১৩ তাপ ইঞ্জিন, রেফ্রিজারেটর এবং হিট পাম্প

১০.৯ হিট পাম্পের পারফরমেন্স (The performamce of heat pump) ঃ

হিট পাম্প এবং রেফ্রিজারেটর সাইকেলে কোন পার্থক্য নেই। মূল পার্থক্য অপারেটিং তাপমাত্রায়। রেফ্রিজারেটর কাজ করে বায়ুমণ্ডলীয় তাপমাত্রা (T_a) এবং ঠাণ্ডা বস্তুর তাপমাত্রার (T_1) ভেতরে। আর হিট পাম্প পরিচালিত হয় বায়ুমণ্ডলীয় তাপমাত্রা (T_a) এবং গরম বস্তুর তাপমাত্রার (T_2) ভেতরে। সুতরাং হিট পাম্পের কো-ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স $(COP)_H$

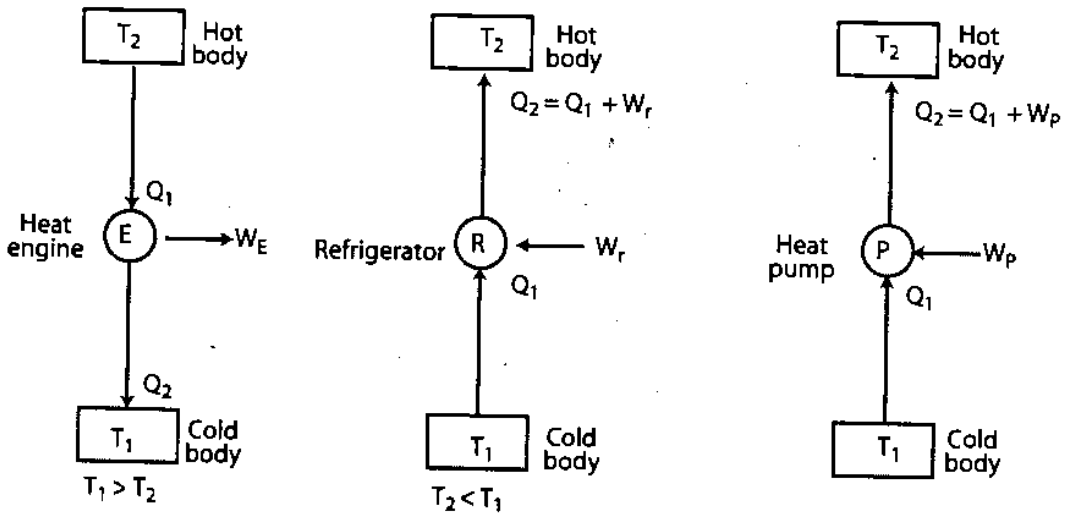
অথবা $E.P.R = \frac{H_2}{W_p} = \frac{H_2}{H_2 - H_1}$ [E.P.R এনার্জি পারফরমেন্স রেশিও]।

$$= \frac{W_R + H_1}{H_2 - H_1}$$

$$= \frac{W_R}{H_2 - H_1} + \frac{H_2}{H_2 - H_1}$$

$$= \frac{H_1}{H_2 - H_1} + \frac{H_2 - H_1}{H_2 - H_1} = (COP)_R + 1$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, হিট পাম্পের COP রেফ্রিজারেটরের COP এর চেয়ে সব সময় ১ বেশি হয়।



চিত্র ঃ ১০.১৪ তাপ ইঞ্জিন, রেফ্রিজারেটর এবং হিট পাম্প

হিট পাম্প এবং রেফ্রিজারেটর সাইকেলে কোন পার্থক্য নেই, মূল পার্থক্য অপারেটিং তাপমাত্রায়। রেফ্রিজারেটর কাজ করে বায়ুমণ্ডলীয় তাপমাত্রা (T_a) এবং ঠাণ্ডা বস্তুর তাপমাত্রার (T_1) ভেতরে। আর হিট পাম্প পরিচালিত হয় বায়ুমণ্ডলীয় তাপমাত্রা (T_a) এবং গরম বস্তুর তাপমাত্রার (T_2) ভেতরে। সুতরাং হিট পাম্পের কো-ইফিশিয়েন্ট অব পারফরমেন্স $(COP)_H$

অথবা $E.P.R = \frac{Q_2}{W_P} = \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1}$ (E.P.R এর অর্থ এনার্জি পারফরমেন্স রেশিও)

$$= \frac{W_R + Q_1}{Q_2 - Q_1}$$

$$= \frac{W_R}{Q_2 - Q_1} + \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1}$$

$$= \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} + \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2 - Q_1}$$

$$= (COP)_R + 1$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, হিট পাম্পের COP রেফ্রিজারেটরের COP এর চেয়ে সব সময় 1 বেশি হয়।

১০.১০ হিট পাম্প সম্পর্কিত সমস্যা সমাধান (Solve problems on heat pumps) ঃ

উদাহরণ-১ ঃ যদি সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357 kJ/kg । সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 220kJ/kg এবং সুপার হিটেড বাষ্পের এনথালপি 377 kJ/kg হলে হিট পাম্পের wp কত হবে।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $h_3 = h_4 = 220$ kJ/kg, $h_1 = 357$ kJ/kg

$h_2 = 377$ kJ/kg

আমরা জানি, $(COP)_H = \frac{\text{কন্ডেন্সার এর তাপবর্জন (O/P)}}{\text{কম্প্রেসরের পাম্পিং শক্তি (i/p)}}$

$$= \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} = \frac{377 - 220}{377 - 357} = 7.85 \text{ Ans.}$$

অথবা, $(COP)_H = (COP)_r + 1$

$$= \frac{RE}{WD} + 1 = \frac{H_1 - H_4}{H_2 - H_1} + 1 = \frac{357 - 220}{377 - 357} + 1 = 7.85 \text{ Ans.}$$

উদাহরণ-২ ঃ একটি রেফ্রিজারেটরে ইভাপোরেটর প্রতি মিনিটে 22kg শোষণ করে এবং কন্ডেন্সার প্রতি মিটিটে 27 kg পরিত্যাগ করে। তাহলে রেফ্রিজারেন্ট কপ এবং হিট পাম্পের কপ কত হবে।

সমাধান ঃ

দেওয়া আছে,

$Q_1 = 22$ kg/min

$Q_2 = 27$ kg/min

$$(COP)_R = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} = \frac{22}{27 - 22} = 4.4 \text{ Ans.}$$

$$\therefore (COP)_H = (COP)_R + 1$$
$$= 4.4 + 1 = 5.4 \text{ Ans.}$$

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **এয়ার সাইকেল হিট পাম্পের সংজ্ঞা দাও।**

উত্তর ঃ যে হিট পাম্পের হিমায়নে সাইকেল-এর পরিবর্তন না করে শুধু বাতাস প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে কক্ষকে উত্তপ্ত করা হয়, তাকে এয়ার সাইকেল হিট পাম্প বলে।

২। **হিট পাম্প বলতে কী বুঝ?** [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, হিট পাম্প কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ যে রেফ্রিজারেশন ইউনিট নিম্ন তাপমাত্রা হতে তাপ গ্রহণ করে এবং তা উচ্চ তাপমাত্রায় পরিত্যাগ করে, তাকে হিট পাম্প বলে।

৩। **বর্তমানে ব্যবহৃত হচ্ছে এমন কয়েকটি হিট পাম্পের নাম লিখ।**

অথবা, হিট পাম্পের তালিকা দাও। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ

১। এয়ার টু এয়ার হিট পাম্প (Air to air heat pump)

২। এয়ার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Air to water heat pump)

৩। ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্প (Water to air heat pump)

৪। ওয়াটার টু ওয়াটার হিট পাম্প (Water to water heat pump)

৫। এয়ার টু লিকুইড হিট পাম্প (Air to liquid heaet pump)।

৪। **হিট পাম্প ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৬, ২০১২ (পরি), ২০১৫(পরি)]
অথবা, হিট পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৯]
অথবা, শিল্পক্ষেত্রে হিট পাম্পের ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, হিট পাম্পে ৪টি ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]

উত্তর ঃ **হিট পাম্প ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো হল–**

১। বাৎসরিক এয়ারকন্ডিশনার হিসেবে (Year round A.C) অর্থাৎ শীতকালে গরম এবং গ্রীষ্মকালে ঠাণ্ডা করার কাজে।
২। ইভাপোরেটর ডি-ফ্রস্টিং এর কাজে।
৩। যে সকল শিল্পে পণ্য প্রক্রিয়াজাত বা উৎপাদনে ঠাণ্ডা ও গরম উভয়ই প্রয়োজন হয় সেক্ষেত্রে। যেমন–
(ক) পানি পরিশোধনের কাজে।
(খ) ফলের রস, দুধ এবং চিনির রস ঘন করার কাজে।
৪। সামুদ্রিক লবণাক্ত পানি পরিশোধনের কাজে।
৫। রঙ এবং রাসায়নিক পদার্থ ঘন করার কাজে।
৬। খাওয়ার লবণ (Taste salt) ও পাউডার দুধ তৈরির কারখানায়।

৫। **হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৮, ২০১০, ২০১২, ২০১০ (পরি), ২০১৫(পরি)]
অথবা, COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর ঃ হিট পাম্পের ক্ষেত্রে, $COP = \frac{\text{কন্ডেন্সার তাপ বর্জন(আউটপুট)}}{\text{কম্প্রেসর পাম্পিং (ইনপুট)}}$

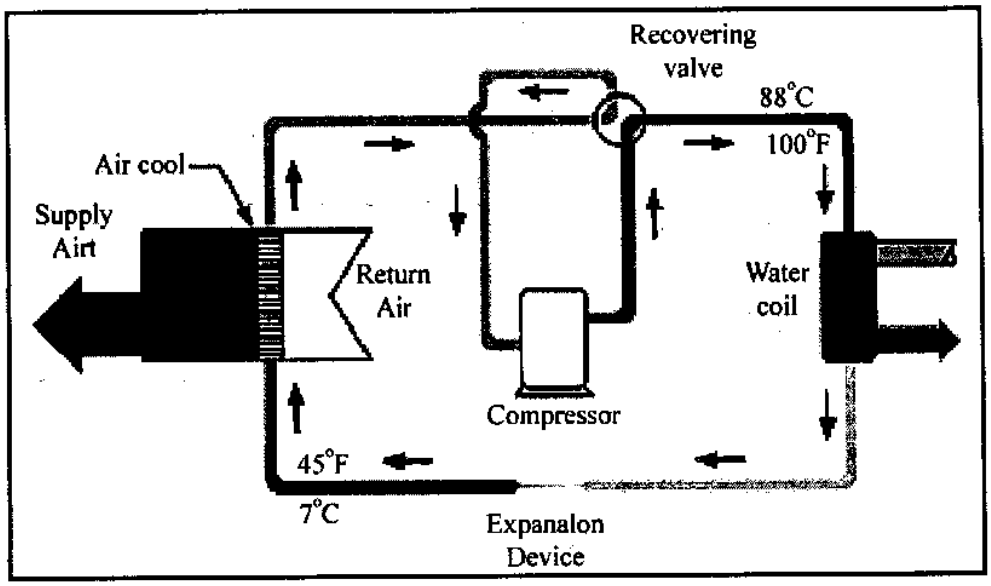
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রিভার্সিং ভালভ এর প্রয়োজনীয়তা লিখ।**

উত্তর ঃ রিভার্সিং ভালব এর সাহায্যে কুলিং কয়েল হিটিং কয়েল কন্ডেন্সার-এ অথবা কন্ডেন্সারকে কুলিং কয়েলে পরিণত করা যায়।

২। **ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্পের চিত্রটি অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্পের চক্র

৩। **Geothermal heat পাম্প এবং Air source হিট পাম্প Solar heat পাম্প এর মধ্যে পার্থক্য লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ Geothermal heat পাম্প এবং Air source হিট পাম্প Solar heat পাম্প এর মধ্যে পার্থক্যনিম্নরূপ–

Geothermal হিট পাম্প	Air source হিট পাম্প	Solar heat পাম্প
1. Geothermal heat পাম্প সেন্ট্রালি হিটিং এবং কুলিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।	1. Air source heat পাম্প নিকৃষ্ট একটি রম্বস হিটিং এবং কুলিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।	বর্তমানে সেন্ট্রাল এবং রুম হিটিং এবং কুলিং উভয় কাজেই সোলার হিট পাম্প ব্যবহার হয়। সোলার হিট পাম্প।
2. এই পাম্পের দক্ষতা তুলনামূলক কম।	2. Air source হিট পাম্প এর দক্ষতা বেশি।	
3. গ্রাউন্ড সোর্স (Ground Source) হিট পাম্প ভূপৃষ্ট থেকে তাপ গ্রহণ অথবা ভূপৃষ্ঠ তাপ ত্যাগ করে।	3. এয়ার সোর্স (Air source) হিট পাম্প বাহির থেকে বিল্ডিং এর ভিতরে স্থানান্তর করে।	
4. এই পাম্পের দক্ষতা তুলনামূলক বেশি।	4. এই পাম্পের তাপিয় দক্ষতা বেশি।	
5. ভেরিয়েবল স্পিড কম্প্রেসর ব্যবহার করা যায়।	5. ভেরিয়েবল স্পিড কম্প্রেসর ব্যবহার করা যায় না।	
6. খরচ বেশি।	6. তুলনামূলক খরচ কম।	

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **রিভার্স ভালভের সাহায্যে কুলিং এবং হিটিং মুডসহ হিট পাম্পের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.০ নং দ্রষ্টব্য।

২। **প্রমাণ কর যে, হিট পাম্পের COP রেফ্রিজারেটরের COP-এর চেয়ে এক বেশি।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **হিট পাম্পের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **কুলিং ও হিটিং মুডসহ হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪, ২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **একটি হিট পাম্প সাইকেল অঙ্কন করে উহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **শিল্পকারখানায় হিট পাম্পের ব্যবহার বিস্তারিত আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১১

হিট এক্সচেঞ্জার (Heat Exchanger)

১১.০ সূচনা (Introduction) ঃ

হিট এক্সচেঞ্জার এমন একটি ডিভাইস যার মধ্যে দু'টি ভিন্ন তাপমাত্রার প্রবাহীর মধ্যে তাপ স্থানান্তর বা বিনিময় হয়। হিট এক্সচেঞ্জার-এ ব্যবহৃত দু'টি প্রবাহী চলমান হতে পারে, আবার একটি প্রবাহী স্থির এবং অপরটি চলমান হতে পারে। প্রবাহী দুটির প্রবাহ একই দিকে, বিপরীত দিকে এবং কৌণিকভাবে হতে পারে। হিট এক্সচেঞ্জার এক প্রবাহী থেকে অন্য প্রবাহীতে তাপ স্থানান্তরকালে সাধারণত প্রবাহী দু'টির মধ্যে একটি কঠিন বস্তুর দেয়াল (Solid wall) থাকে। তবে প্রবাহী দুটির মধ্যে সরাসরি সংস্পর্শেও তাপ বিনিময় হতে দেখা যায়। হিট এক্সচেঞ্জার পাওয়ার প্লান্টে রেফ্রিজারেশন এবং এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে, ফুড প্রসেসিং ইউনিটে, কেমিক্যাল বা রাসায়নিক শিল্পকারখানায় এবং এরোনটিক্যাল (Aeronautical) ফিল্ডে ব্যবহৃত হয়।

হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ স্থানান্তরের হার নির্ণয়ের জন্য নিচের অনুমান বা অনুকল্প (Assumptions) সমূহ মেনে চলা হয়–

১। সার্বিক তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক U ধ্রুব থাকবে।

২। প্রবাহীর তাপ ক্ষমতা (Heat capacities) অপরিবর্তিত থাকবে।

৩। নির্গমনকালে প্রবাহীর প্রবাহ থাকবে অবিচল (Steady)

৪। নির্ধারণ করা না থাকলে হিট এক্সচেঞ্জারের বাইরে কোন স্থানান্তর হবে না।

সুতরাং তাপ স্থানান্তরের পরিমাণ, $Q = US\,\Delta t_m$

যেখানে U = তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক

A = তাপ স্থানান্তরের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

Δt_m = দুটি প্রবাহীর তাপমাত্রার পার্থক্যের গড়মান।

Δt_m = প্রবাহী দুটির তাপমাত্রা পার্থক্যের গাণিতিক গড়মান অর্থাৎ $\frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}$

এটিকে লগারিদমিক গড় তাপমাত্রা পার্থক্য (Logarithmic mean temperature difference) বলে। লগারিদমিক গড়মান নির্ণয়ের সূত্র নিম্নে দেয়া হল ঃ

$$(\Delta t)_m = \frac{(\Delta t)\,max - (\Delta t)\,min}{\log_e \frac{(\Delta t)\,max}{(\Delta t)\,min}}$$

এ অধ্যায়ের শেষে Δt_m নির্ণয়ের উপরের সূত্রটি বিস্তারিত দেখানো হয়েছে।

১১.১ হিট এক্সচেঞ্জার (State the meaning of heat exchanger) ঃ

হিট এক্সচেঞ্জার এমন একটি ডিভাইস যার মধ্যে দু'টি ভিন্ন তাপমাত্রার প্রবাহীর মধ্যে তাপ স্থানান্তর বা বিনিময় হয়। চলমান প্রবাহী দুটির প্রবাহের দিক একই দিকে বা বিপরীত দিকে হতে পারে। হিট এক্সচেঞ্জারে এক প্রবাহী থেকে অন্য প্রবাহীতে তাপ স্থানান্তরকালে সাধারণত প্রবাহী দুটির মধ্যে একটি কঠিন বস্তুর দেয়াল (Solid wall) থাকে। তবে প্রবাহী দু'টির মধ্যে সরাসরি সংস্পর্শেও তাপ বিনিময় হতে দেখা যায়।

১১.২ হিট এক্সচেঞ্জারের গুরুত্ব (Outline the importance of heat exchangers) ঃ

রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং এর ক্ষেত্রে হিট এক্সচেঞ্জার একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। মূলত রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিংয়ে হিটিং ও কুলিং কাজে Heat exchange বা তাপ বিনিময় ছাড়া কাঙ্ক্ষিত ফলাফল লাভ করা যায় না, আর তাই Heat exchanger-এর মাধ্যমে প্লান্টের ক্যাপাসিটি ও দক্ষতা বৃদ্ধি পায়। তাই হিট এক্সচেঞ্জারের গুরুত্ব অনেক।

একটি হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহারের সুবিধা ঃ

- প্লান্টের ক্যাপাসিটি এবং দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।
- ওভার অল হিট ট্রান্সফার কোইফিসিয়েন্ট বেশি।
- সহজে রক্ষণাবেক্ষণ করা যায়।
- কম জায়গার প্রয়োজন হয়।
- সহজলভ্য
- হিট ট্রান্সফার দক্ষতা বেশি।

১১.৩ হিট এক্সচেঞ্জারের শ্রেণিবিভাগ (Mention the types of heat exchangers) ঃ

(ক) ডিজাইন অনুসারে হিট এক্সচেঞ্জার তিন ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

১। ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার (Direct contact heat exchanger)।

২। রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার (Regenerator heat exchanger)।

৩। রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জার (Recuperator heat exchanger)।

(খ) উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহীর ধরন অনুসারে রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জারকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

১। প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Parallel flow heat exchanger)।

২। কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Counter flow heat exchanger)।

৩। ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Cross flow heat exchanger)।

৪। সিঙ্গেল পাস হিট এক্সচেঞ্জার (Single pass heat exchanger)।

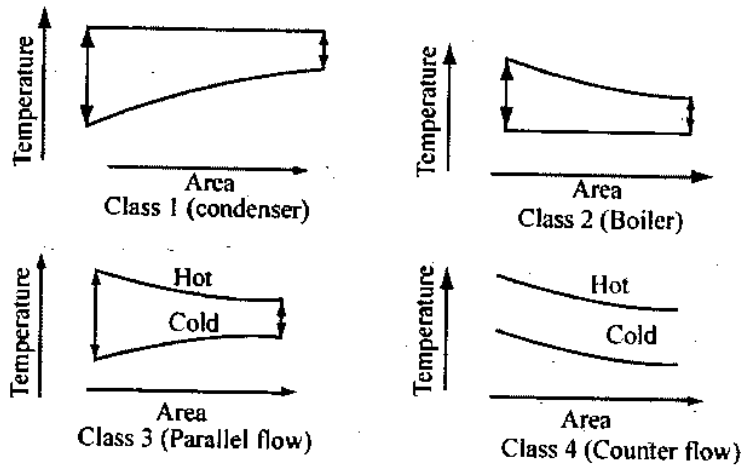
৫। মাল্টিপাস হিট এক্সচেঞ্জার (Multipass heat exchanger)।

(গ) গঠন অনুসারে হিট এক্সচেঞ্জার দুই ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

১। শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার (Shell and tube type heat exchanger)।

২। কমপ্যাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার (Compact heat exchanger)।

সকল প্রকার হিট এক্সচেঞ্জারকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায় ঃ



চিত্র ঃ ১১.১ ঃ বিভিন্ন ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারে তাপমাত্রা বন্টন

প্রথম শ্রেণির হিট এক্সচেঞ্জার (Class one heat exchanger) ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত প্রবাহী সম তাপমাত্রায় শীতল প্রবাহীতে তাপ দেয়। এতে শীতল প্রবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেতে থাকে। তাপ প্রদানকারী প্রবাহী হতে পারে স্থির অথবা যে কোন দিকে চলমান। স্টিম কন্ডেন্সার এ ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের একটি উদাহরণ।

দ্বিতীয় শ্রেণির হিট এক্সচেঞ্জার (Class two heat exchanger) ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে সম তাপমাত্রায় উত্তপ্ত প্রবাহীর তাপমাত্রা হ্রাস পেতে থাকে। তাপ গ্রহণকারী প্রবাহী স্থির অথবা যে কোন দিকে চলমান হতে পারে। স্টিম বয়লার এ ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের উদাহরণ।

তৃতীয় শ্রেণির হিট এক্সচেঞ্জার (Class three heat exchanger) ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে দু'টি ফ্লুয়িডই একই দিকে সমান্তরালে প্রবাহিত হয় এবং উভয় ফ্লুয়িডের তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়। অনেক ডিভাইস যেমন– ওয়াটার হিটার, অয়েল হিটার এবং কুলার এ শ্রেণির আওতাভুক্ত। একে প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

চতুর্থ শ্রেণির হিট এক্সচেঞ্জার (Class four heat exchanger) ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে প্রবাহী দু'টি সমান্তরালে বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয় এবং উভয়ের তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়। এটি অত্যন্ত জনপ্রিয় ফ্লুয়িড হিটার এবং কুলার। এটিকে কাউন্টার হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

পঞ্চম শ্রেণির হিট এক্সচেঞ্জার (Class five heat exchanger) ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে প্রবাহী দু'টি পরস্পর একটি নির্দিষ্ট কোণে প্রবাহিত হয়। একে ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

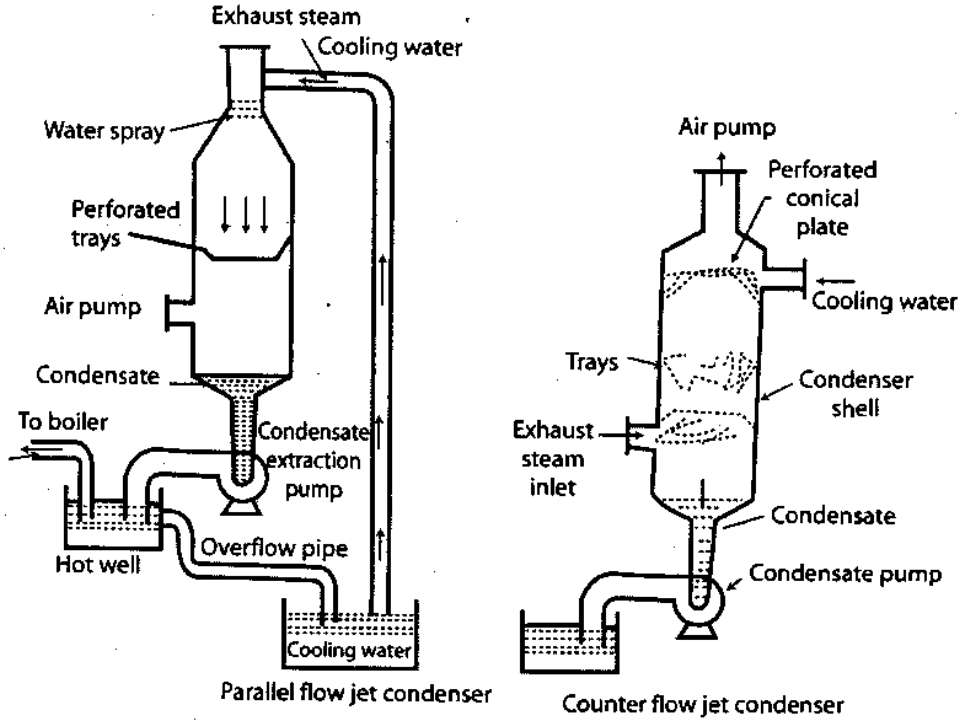
১১.৪ মীন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (Define mean temperature difference) ঃ

হিট এক্সচেঞ্জার Surface এর দু' প্রান্তের তাপমাত্রার পার্থক্যকে Mean temperature difference বলে। অর্থাৎ তাপ বিনিময়ের পরে তাপমাত্রার যে ব্যবধান তাকেই Mean temperature difference বলে।

১১.৫ বিভিন্ন হিট এক্সচেঞ্জারের কার্যপ্রণালির বর্ণনা (Describe the operation of different types of heat exchanger) ঃ

১১.৫.১ ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার (Direct contact heat exchanger) ঃ

দু'টি প্রবাহী সরাসরি সংস্পর্শে এসে যে হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ বিনিময় বা স্থানান্তর হয়, তাকে ডাইরেক্ট হিট এক্সচেঞ্জার বলে।
উদাহরণ ঃ ওয়াটার কুলিং টাওয়ার, জেট কন্ডেন্সার ইত্যাদি।



চিত্র ঃ ১১.২ ডাইরেক্ট কন্টাক্ট এক্সচেঞ্জার

১১.৫.২ উদাহরণসহ রিজেনারেটিভ হিট এক্সচেঞ্জারের অপারেশন (The operation of regenerative heat exchanger with example) ঃ

এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত প্রবাহী প্রথমে কোন মাধ্যমের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ মাধ্যমকে ম্যাট্রিক্স (Matrix) বলা হয়। উত্তপ্ত প্রবাহী ম্যাট্রিক্স এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ায় তা উত্তপ্ত হয় এবং তাপ সঞ্চিত হয়। এ অপারেশনকে হিটিং পিরিয়ড বলে। পরে ঐ উত্তপ্ত ম্যাট্রিক্সের ভিতর দিয়ে শীতল প্রবাহী প্রবাহিত হতে দেয়া হয়। এ অপারেশনকে কুলিং পিরিয়ড বলে। এভাবে রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার তাপ বিনিময় করে থাকে।

উদাহরণ ঃ ওপেন হার্থ ও গ্লাস মেলটিং ফার্নেস এবং ব্লাস্ট ফার্নেসের এয়ার হিটারসমূহ।

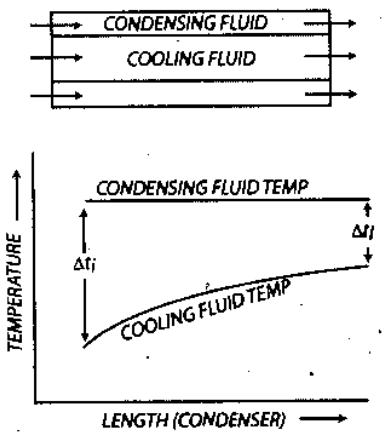
১১.৫.৩ রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জার অপারেশন (Recuperator heat exchanger) ঃ

এ হিট এক্সচেঞ্জারের প্রতিটি বিভক্তকারী দেয়ালের ধার দিয়ে যুগপৎভাবে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

উদাহরণ ঃ স্টিম প্লান্টের কন্ডেন্সার এবং সুপারহিটার, রেফ্রিজারেশন ইউনিটের কন্ডেন্সার এবং ইভাপোরেটর, মোটরযানের রেডিয়েটর ইত্যাদি।

১১.৫.৪ প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Parallel flow heat exchanger) ঃ

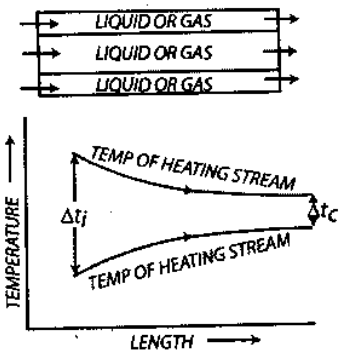
এতে উত্তপ্ত ও শীতল উভয় প্রবাহী সমান্তরালভাবে একই দিকে প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে। ১১.৩ নং চিত্রে একটি প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (কন্ডেন্সার) দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১১.৩ প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার

এতে কন্ডেন্সিং ফ্লুয়িড এর তাপমাত্রা স্থির থাকে কিন্তু সুপ্ততাপ বর্জন করে বাষ্প থেকে তরলে পরিণত হয়। কুলিং ফ্লুয়িড কন্ডেন্সিং ফ্লুয়িডের বর্জিত তাপ গ্রহণ করে উত্তপ্ত হয়।

চিত্র ঃ ১১.৪ নং এ অপর একটি প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে। চিত্রের উপরের অংশে ফ্লুয়িড এর তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়।



চিত্র ঃ ১১.৪ প্যালালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার

অর্থাৎ সমগ্র দৈর্ঘ্য বরাবর তাপ বিনিময় হয়। প্রবেশকালে তাপ প্রদানকারী ও তাপ গ্রহণকারী ফ্লুয়িডের তাপমাত্রার পার্থক্য Δt_i দিয়ে এবং বের হওয়ার সময় তাপমাত্রার পার্থক্য Δt_0 দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে।

উভয় ক্ষেত্রে তাপ স্থানান্তরের পরিমাণ, $Q = UA\,\Delta t_m$

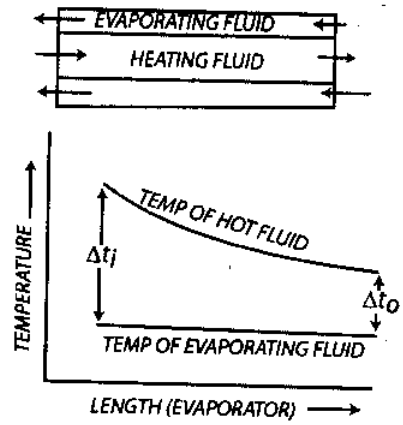
যেখানে, U = তাপ পরিবহন গুণাঙ্ক।

A = তাপ স্থানান্তরের ক্ষেত্রফল।

১১.৫.৫ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Counter flow heat exchanger) ঃ

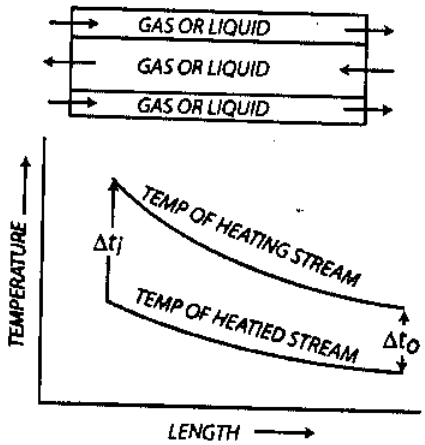
এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পর বিপরীতমুখী হয়ে সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

১১.৫ নং চিত্রে কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে। এটি একটি ইভাপোরেটর। চিত্রের উপরের অংশে ফ্লুয়িড দুটির প্রবাহ এবং নিচের অংশে দৈর্ঘ্য বরাবর তাপ বণ্টন দেখানো হয়েছে। এতে একটি ফ্লুয়িডের তাপমাত্রা স্থির থাকে এবং হিটিং ফ্লুয়িড থেকে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে তরল থেকে বায়বীয় অবস্থার রূপান্তর হয়।



চিত্র ঃ ১১.৫ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার

হিটিং ফ্লুয়িড থেকে ইভাপোরেটিং ফ্লুয়িড সুপ্ততাপ গ্রহণ করে বলে হিটিং ফ্লুয়িডের তাপমাত্রা হ্রাস পায়। ১১.৬ নং চিত্রে অপর একটি কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে। এক্ষেত্রে উভয় ফ্লুয়িডের তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়।

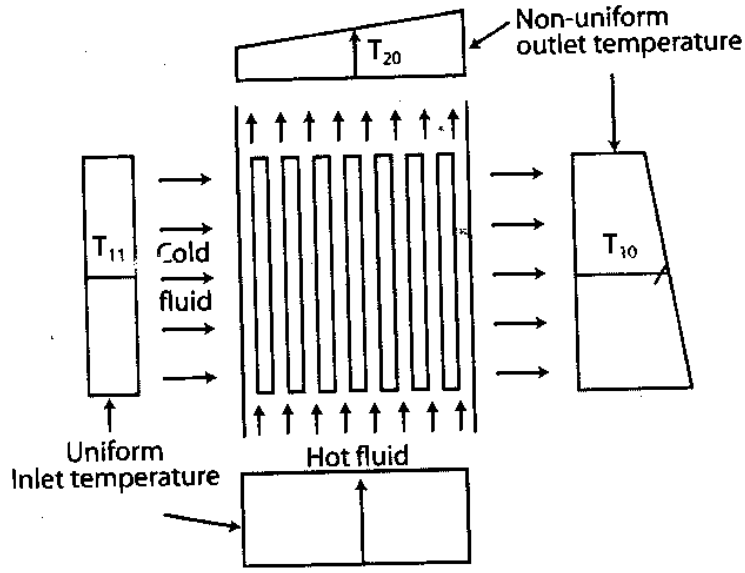


চিত্র ঃ ১১.৬ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার

চিত্রের উপরের অংশে ফ্লুয়িড দুটির প্রবাহ এবং নিচের অংশে হিট এক্সচেঞ্জারের দৈর্ঘ্য বরাবর তাপমাত্রা বণ্টন দেখানো হয়েছে। ফ্লুয়িড দুটি গ্যাস বা তরল হতে পারে। কাউন্টার ফ্লো বন্দোবস্তে দু'টি ফ্লুয়িডের তাপমাত্রার পার্থক্যের গড়মান প্যারালাল ফ্লো বন্দোবস্তের চেয়ে বেশি। ফলে নির্দিষ্ট হারের তাপ স্থানান্তরের জন্য কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের কম সারফেসের প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে তাপ স্থানান্তরের পরিমাণ, $Q = UA\Delta t_m$

১১.৫.৬ ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Cross flow heat exchanger) ঃ

এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পরের সাথে সমকোণে (90°) প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে। চিত্র ঃ ১১.৭ নং এ একটি ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১১.৭ ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার ও তাপমাত্রার বন্টন

১১.৬ হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ (Factors to be considered to design a heat exchanger) ঃ

একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ বিবেচনায় রাখতে হবে–

১। প্রয়োজনীয় তাপ স্থানান্তর (Heat transfer requirements)।

২। ব্যয় (Cost)।

৩। সাইজ (Size)।

৪। প্রেসার ড্রপ (Pressure drop)।

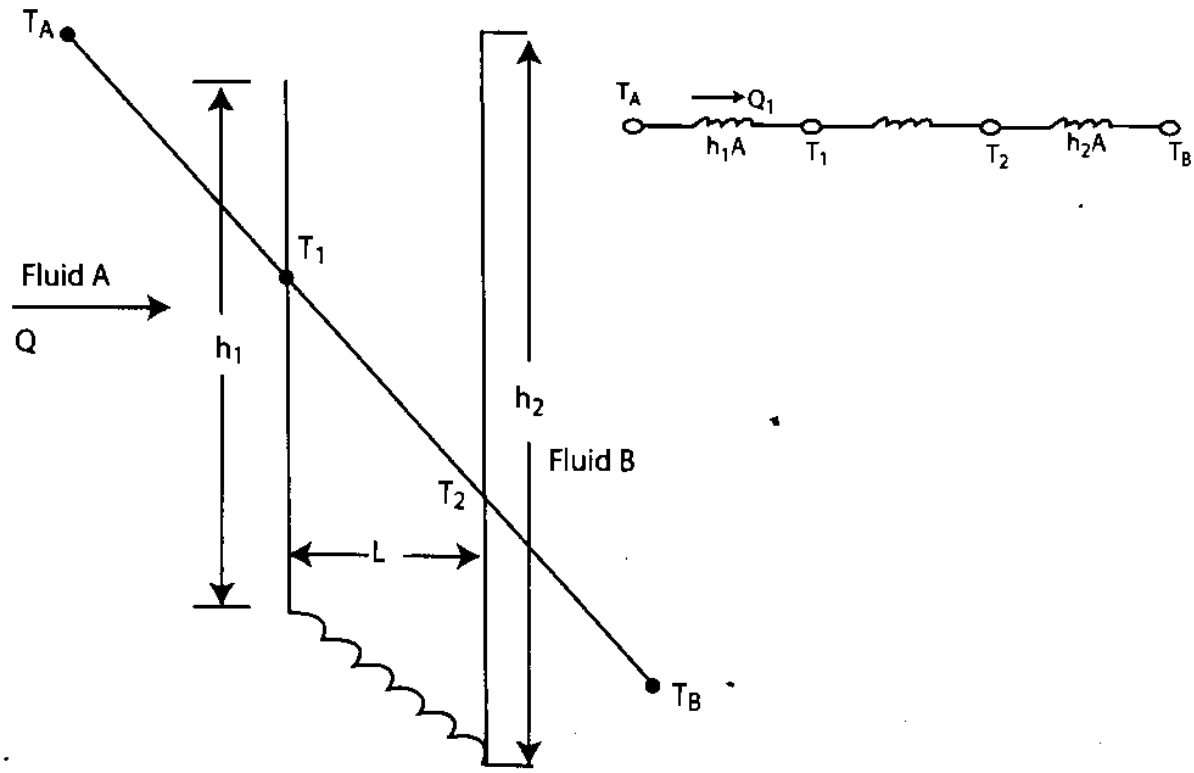
১১.৬.১ ওভার-অল হিট ট্রান্সফার কো-ইফিসিয়েন্টের সমীকরণ (Express the derivation of formula to calculate over-all transfer co-efficient) ঃ

The general equation for and dimensional heat flow is $Qn = \frac{KA}{L}\Delta T$

$$\therefore Qn = \frac{\Delta T}{L/_{KA}}$$

$$\text{Heat flow} = \frac{\text{Thermal potential difference}}{\text{Thermal resistance}}$$

Where L/KA = resistance, ΔT = Thermal potential difference



চিত্র ঃ ১১.৮ ওয়ালের হিট ট্র্যান্সফার প্রণালি

চিত্র হতে, $Q = h_1 A (T_A - T_1) = \frac{KA}{L}(T_1 - T_2) = h_2 A (T_2 - T_B)$

$$T_A - T_1 = \frac{Q}{h_1 A}$$

$$T_1 - T_2 = Q/L/KA$$

$$T_2 - T_B = Q/h_2A$$

$$T_A - T_B = Q\left(\frac{1}{h_1} + \frac{L}{KA} + \frac{1}{h_2A}\right)$$

$$\therefore Q = \frac{T_A - T_B}{1/h_1 A + \frac{L}{KA} + \frac{1}{h_2A}}$$

∴ Over all heat transfer co-efficient :

$$U = \frac{1}{1/h_1 A + {}^{L}/_{KA} + {}^{1}/h_2A}$$

বা, $U = A.\frac{1}{1/h_1 + {}^{L}/_{K} + {}^{1}/_{h2}}$

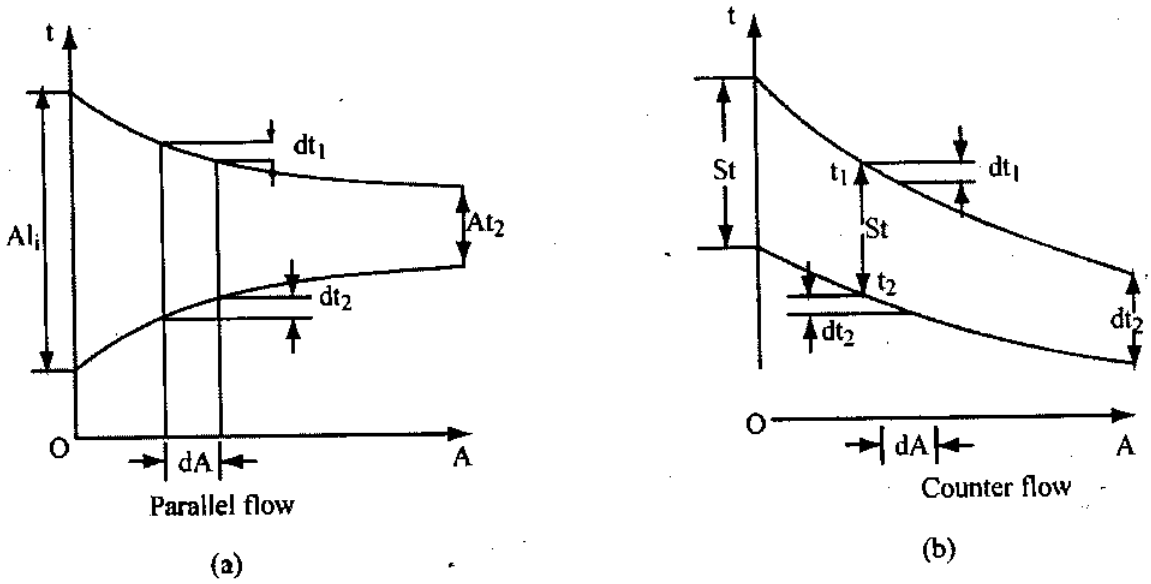
∴ Heat transfer, Q = U.A. ΔT Overall

$$= \frac{1}{1/h_1 + {}^{L}/_{K} + {}^{1}/_{h2}} . A. \Delta T \text{ Overall.}$$

১১.৬.২ লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (Logarithmic mean temperature difference) ঃ

আমরা জানি, সব ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের ক্ষেত্রে তাপ স্থানান্তরের হার ঃ

$Q = UA\Delta t_m$ ..... (11.1)



চিত্র ঃ ১১.৯ হিট এক্সচেঞ্জারের টেম্পারেচার ডায়াগ্রাম

প্রথমে আমরা প্যারালাল ফ্লো বিবেচনা করি।

ধরি, dA = পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের সামান্য অংশ এবং Δt তাপমাত্রা পার্থক্যের কারণে তাপ স্থানান্তরের পরিমাণ dQ।

সুতরাং, $dQ = -m_1C_{P1}\,dt_1$ উত্তপ্ত বস্তু কর্তৃক তাপ ঘাটতির পরিমাণ $= m_2\,C_{p2}\,dt_2$ শীতল বস্তু কর্তৃক গৃহীত তাপের পরিমাণ .....11.2) যেখানে m_1 এবং m_2 প্রবাহী দু'টির ভর প্রবাহের হার এবং C_{p1} ও C_{p2} আপেক্ষিক তাপ।

অতএব, $dt_1 = \dfrac{-dQ}{m_1C_{p_1}}$ .....(11.3)

এবং $dt_2 = \dfrac{dQ}{m_1C_{p_2}}$ .....(11.4)

আর $\Delta t = (t_1 - t_2)$ .....(11.5)

সুতরাং $d(\Delta t) = dt_1 - dt_2 = -\left(\dfrac{1}{m_1C_{p_1}} + \dfrac{1}{m_2C_{p_2}}\right)dQ$.... (11.6)

অনুরূপভাবে কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের ক্ষেত্রে

$dQ = -m_1\,C_{p_1}\,dt_1$ (তাপমাত্রা হ্রাস)

$= -m_2\,C_{p_2}\,dt_2$ (তাপমাত্রা হ্রাস) .....(11.7)

অতএব, $d\Delta t = dt_1 - dt_2 = -\left(\dfrac{1}{m_1C_{p1}} - \dfrac{1}{m_2C_{p_2}}\right)dQ$.....(11.8)

সমীকরণ ১১.৬ এবং ১১.৮ মিলিয়ে ইনলেট ও আউটলেট কন্ডিশনে তাপমাত্রা পার্থক্য যথাক্রমে Δt_i এবং Δt_0 ধরে ইন্টিগ্রেটিং করে আমরা পাই,

$$-\left(\frac{1}{m_1\,C_{p_1}} \pm \frac{1}{m_2C_{p_2}}\right)Q = \Delta t_0 - \Delta t_i \text{.....(11.9)}$$

+ ve চিহ্ন কাউন্টার ফ্লো এবং –ve চিহ্ন প্যারালাল ফ্লো নির্দেশ করে।

আমরা জানি, $dQ = U\,dA\,\Delta t$.....(11.10)

সুতরাং $\left(\frac{1}{m_1 C_{p1}} \pm \frac{1}{m_2 + C_{p2}}\right) U\,DA = \frac{d(\Delta t)}{\Delta t}$ .....(11.11)

সমীকরণ ১১.১১ ইনলেট ও আউটলেট কন্ডিশনে ইন্টিগ্রেটিং করে আমরা পাই,

$$\left(\frac{1}{m_1 C_{p1}} \pm \frac{1}{m_2 + C_{p2}}\right) UA = \log_e \frac{\Delta t_0}{\Delta t_i} \text{ ..... (11.12)}$$

$$Q = UA \frac{\Delta t_0 - \Delta t_i}{\log_e (\Delta t_0 / \Delta t_i)} \text{ ..... (11.13)}$$

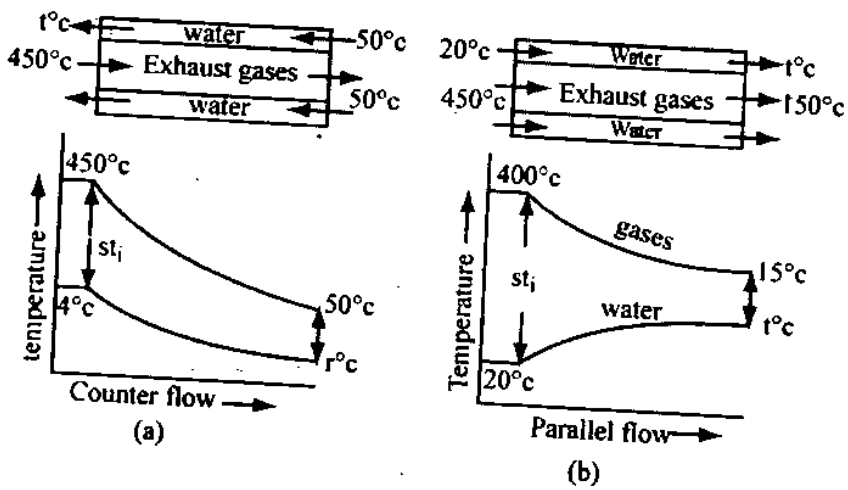
$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_0 - \Delta t_i}{\log_e (\Delta t_0 / \Delta t_i)} \text{ ..... (11.14)}$$

Δt_m কে লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার বলে, যা প্রবাহী দু'টির তাপমাত্রার পার্থক্যের গড়মান $\Delta t_m \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2}$ এর থেকে পৃথক।

১১.৭ সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solved problems) ঃ

সমস্যা-১। টিউবযুক্ত একটি হিট এক্সচেঞ্জারের ভেতর দিয়ে 20 kg/min হারে এপজস্ট গ্যাস প্রবাহিত হয়ে ঠান্ডা হয় এবং 450°C তাপমাত্রা থেকে 150°C তাপমাত্রায় পরিণত হয়। ঠান্ডা করার কাজে পানি ব্যবহৃত হয় যার প্রাথমিক তাপমাত্রা 20°C। গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ 1.23 kJ/kgk এবং সার্বিক তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক 140W/m² K. যদি পানি 25 kg/min হারে প্রবাহিত হয়, তবে হিট এক্সচেঞ্জারের সারফেস এরিয়ার পরিমাণ নির্ণয় কর ঃ (i) প্যারালাল ফ্লো এর জন্য (ii) কাউন্টার ফ্লো এর জন্য।

সমাধান ঃ চিত্রের দিকে নজর দেই–



চিত্র ঃ T-S ডায়াগ্রাম

হিট এক্সচেঞ্জারের তাপ সমতা (Heat balance) থেকে আমরা পাই–

Q = গ্যাস থেকে প্রতি ঘন্টায় তাপ স্থানান্তরের হার

= পানিতে ঘন্টায় তাপ স্থানান্তরের হার

$Q = m_g \times C_{pg} (t_{g1} = t_{g2}) = m_w \times C_{pw} \times (t_{w2} - t_{w1})$

$Q = 20 \times 60 \times 1.13 \times (450 - 150) = 25 \times 60 \times 4.1868 \times (t_{w2} - 20)$

$Q = 406800 = 25 \times 60 \times 4.1868\,(t_{w2} - 20)$

সুতরাং পানির আউটলেট তাপমাত্রা

$$t_{w2} = \frac{406800}{25 \times 60 \times 4.1868} + 84.8°C.$$

(i) প্যারালাল প্রবাহের জন্য $\Delta t_o = (450 - 20) = 430°C$

$\Delta t_o = (150 - 84.8) = 65.2°C$

সুতরাং $\Delta t_m = \dfrac{\Delta t_i - \Delta t_0}{\log_e (\Delta t_i / \Delta t_0)} = \dfrac{430 - 65.2}{\log_e \dfrac{430}{65.2}}$

$= \dfrac{364.8}{\log_e 6.595} = \dfrac{364.8}{1.8863} = 193.4°C$

আবার, $Q = UA\,\Delta t_m$

অতএব, $A = \dfrac{Q}{U\,\Delta t_m} = \dfrac{406800 \times 1000}{60 \times 60 \times 140 \times 193.4}$

$= 4.173\ m^2$ **(উত্তর)।**

(ii) কাউন্টার প্রবাহের জন্য $\Delta t_i = (450 - 84.8) = 365.2°C$

$\Delta t_0 = (150 - 20) = 130°C$

সুতরাং $\Delta t_m \dfrac{\Delta t_i - \Delta t_0}{\log_e (\Delta t_i / \Delta t_0)} = \dfrac{365.2 - 130}{\log_e \dfrac{365.2}{130}} = \dfrac{235.2}{\log_e 2.8092} = \dfrac{235.2}{1.0329}$

$= 227.7°\ C$

অতএব ক্ষেত্রফল, $A = \dfrac{Q}{U\,\Delta t_m} = \dfrac{406800 \times 1000}{60 \times 60 \times 140 \times 227.7}$

$= 3.545\ m^2$ **(উত্তর)**

সমস্যা-২। একটি কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারে প্রতি ঘন্টায় 1400 kg তেল ঠাণ্ডা করা হচ্ছে যার হিট ক্যাপাসিটি 3kJ/kgk এবং তেলকে 100°C থেকে ঠাণ্ডা করে 30°C-পরিণত করছে। তেল ঠাণ্ডা করতে পানি ব্যবহার করা হচ্ছে যার প্রাথমিক তাপমাত্রা 20°C। যদি সার্বিক তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক 4000 kJ/hr – m² k হয় তবে পানির আউটলেট তাপমাত্রা এবং তাপ স্থানান্তরের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। হিট এক্সচেঞ্জারের যে কোন সেকশনে তেল ও পানির মধ্যে সম্পর্কও নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ চিত্রের দিকে নজর দেই–

Q = তেল থেকে তাপ স্থানান্তর

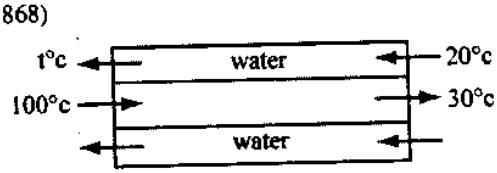
= পানিতে তাপ স্থানান্তর।

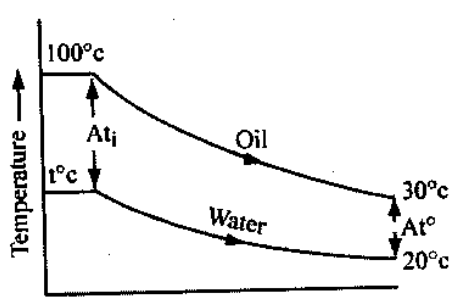
তাহলে, $Q = 1400 \times 3 \times (100 - 30)$

$= 1300 \times 4.1868 \times (t_{w2} - 20)$

এবং $Q = 294{,}000 = 1{,}300 \times 4.1868 \times (t_{w_2} - 20)$।

(∵ পানির আপেক্ষিক তাপ = 4.1868)





চিত্র ঃ T-S ডায়াগ্রাম

∴ আউটলেটে পানির তাপমাত্রা,

$$t_{w2} = \frac{294,000}{1300 \times 4.18680} + 20$$

$$= 54 + 20 = 74°C$$ ।

সুতরাং $\Delta t_i = (100 - 74) = 26°C$:

$\Delta t_0 = (30 - 20) = 10°C$

$$\therefore \Delta t_m = \frac{\Delta t_i - \Delta t_0}{\log_e (\Delta t_i/\Delta t_0)} = \frac{26 - 10}{\log_e (26/10)} = \frac{16}{\log_e 2.6}$$

$$= \frac{16}{0.9555} = 16.745°C$$ **(উত্তর)** ।

অতএব, তাপ স্থানান্তরের ক্ষেত্রফল

$$A = \frac{Q}{U\,\Delta t_m} = \frac{294,000}{4000 \times 16.745} = 4.389\ m^2$$ **(উত্তর)** ।

হিট এক্সচেঞ্জারের যে কোন সেকশন থেকে আমরা পাই,

$m_{oil}\, C_{poil}\, (100 - t_{oil}) = m_{water}\, C_{p\ water}\, (74 - t_{water})$

অথবা, $1400 \times 3(100 - t_{oil}) = 1300 \times 4.1868 \times (74 - t_{water})$

অথবা, $(100 - t_{oil}) = \frac{1300 \times 4.868}{1400 \times 3} \times (74 - t_{water}) = 1.296 \times (74 - t_{water})$

অথবা, $(t_{oil} - 1.296\ t_{water}) = 100 - 95.9$

অতএব, $(t_{oil} - 1.296\ t_{water}) = 4.1$ **(উত্তর)**

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?**

অথবা, উদাহরণসহ হিট এক্সচেঞ্জার এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১০ (পরি)]

অথবা, হিট এক্সচেঞ্জার কী কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১১]

উত্তর ঃ হিট এক্সচেঞ্জার এমন একটি ডিভাইস, যার মধ্যে দু'টি ভিন্ন তাপমাত্রার প্রবাহীর মধ্যে তাপ স্থানান্তর বা বিনিময় হয়। যেমন–ক্রসফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার, প্যারালাল ফ্লো কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার।

২। **উদাহরণসহ ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার এর সংজ্ঞা দাও।**

উত্তর ঃ দু'টি প্রবাহী সরাসরি সংস্পর্শে এসে যে হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ বিনিময় বা স্থানান্তর হয়, তাকে ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

উদাহরণ ঃ ওয়াটার কুলিং টাওয়ার, জেট কন্ডেন্সার ইত্যাদি।

৩। **রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারের প্রতিটি বিভক্তকারী দেয়ালের ধার দিয়ে যুগপৎভাবে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

৪। **রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জারের পাঁচটি উদাহরণ দাও।**

উত্তর ঃ স্টিম প্ল্যান্টের কন্ডেন্সার এবং সুপারহিটার, রেফ্রিজারেশন ইউনিটের কন্ডেন্সার এবং ইভাপোরেটর, মোটরযানের রেডিয়েটর ইত্যাদি।

৫। **প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?**

উত্তর এতে উত্তপ্ত ও শীতল উভয় প্রবাহী সমান্তরালভাবে একই দিকে প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

৬। **কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?**

উত্তর এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পর বিপরীতমুখী হয়ে সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

৭। **ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?**

উত্তর এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পরের সাথে সমকোণে (90°) প্রাবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে।

৮। **সিঙ্গেল পাস হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর যে হিট এক্সচেঞ্জারে প্রবাহীর ধারাসমূহ (Streams) একদিকে একবার প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে, তাকে সিঙ্গেল পাস হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

৯। **মাল্টিপাস হিট একসচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর যে হিট এক্সচেঞ্জারে প্রবাহীর ধারাসমূহ একাধিকবার এদিক-ওদিক প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে, তাকে মাল্টিপাস হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

১০। **শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জারে টিউবের ভিতর দিয়ে একটি প্রবাহী প্রবাহিত হয় এবং আর একটি প্রবাহী টিউবের বাহির দিয়ে কিন্তু শেলের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়। শেলের দিকে প্রবাহীর টার্বুলেন্স সৃষ্টি করার জন্য এবং তাপ বিনিময় বৃদ্ধি করার জন্য সাধারণত বাফল (Baffles) ব্যবহার করা হয়। এটি প্যারালাল বা কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার নয়। এটি মিশ্র প্রবাহ শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার।

১১। **কমপ্যাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর এ ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের টিউবের বাইরের পৃষ্ঠে ফিনস (Fins), পিনস (Pins) অথবা স্পাইরাল গ্রুভ (Spiral grooves) থাকে। সাধারণত টিউবের ভেতর দিয়ে তরল প্রবাহিত হয় এবং বাইরের পৃষ্ঠ দিয়ে গ্যাস প্রবাহিত হয় যার তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক কম। একে বিশেষ ধরনের হিট এক্সচেঞ্জার বলা হয়।

১২। **হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ স্থানান্তরের হার নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।**

উত্তর

$Q = UA\,\Delta t_m$।

যেখানে, U = সার্বিক তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক

A = হিট এক্সচেঞ্জারের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

Δt_m = হিট এক্সচেঞ্জারের দৈর্ঘ্য বরাবর।

দুটি প্রবাহীর তাপমাত্রা পার্থক্যের গড়মান যা লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স নামে পরিচিত।

১৩। **লগ মিন বা লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।**

অথবা, LMTD-বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬]

উত্তর $$(\Delta t)_m = \frac{(\Delta t)_{max} - (\Delta t)_{min}}{\log_e \frac{(\Delta t)_{max}}{(\Delta t)_{min}}}$$

যেখানে, $(\Delta t)_{max}$ এবং $(\Delta t)_{min}$ যথাক্রমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা পার্থক্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **হিট এক্সচেঞ্জারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।**
অথবা, দু'টি হিট এক্সচেঞ্জারের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ **হিট এক্সচেঞ্জারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ হল–**

(ক) ডিজাইন অনুসারে হিট এক্সচেঞ্জার তিন ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–
১। ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার
২। রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার
৩। রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জার।

(খ) উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহীর ধরন অনুসারে রিকিউপারেটর হিট এক্সচেঞ্জারকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়। যথা–
১। প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার
২। কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার
৩। ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার
৪। সিঙ্গেল পাস হিট এক্সচেঞ্জার
৫। মাল্টিপাস হিট এক্সচেঞ্জার।

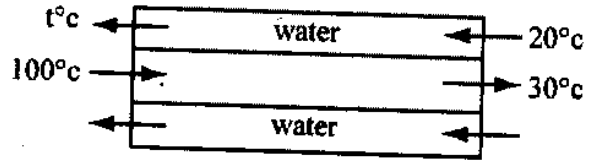
(গ) গঠন অনুসারে হিট এক্সচেঞ্জারকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–
১। শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার
২। কমপ্যাক্ট বা স্পেশাল টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার।

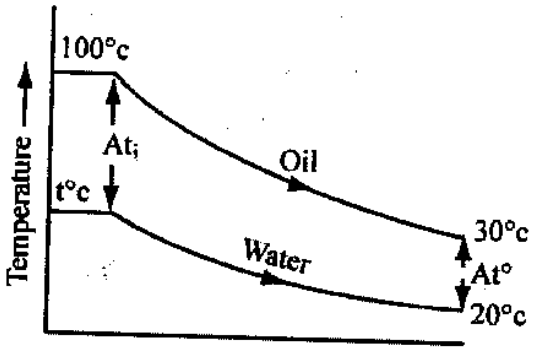
২। **রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত প্রবাহী প্রথমে কোন মাধ্যমের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ মাধ্যমকে ম্যাট্রিক্স (Matrix) বলা হয়। উত্তপ্ত প্রবাহী ম্যাট্রিক্স এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ায় তা উত্তপ্ত হয় এবং তাপ এতে সঞ্চিত হয়। এ অপারেশনকে হিটিং পিরিয়ড বলে। পরে ঐ উত্তপ্ত ম্যাট্রিক্সের ভিতর দিয়ে শীতল প্রবাহী প্রবাহিত হতে দেয়া হয়। এ অপারেশনকে কুলিং পিরিয়ড বলে। এভাবে রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার তাপ বিনিময় করে থাকে।

৩। **প্যারালাল ফ্লো, কাউন্টার ফ্লো এবং ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ



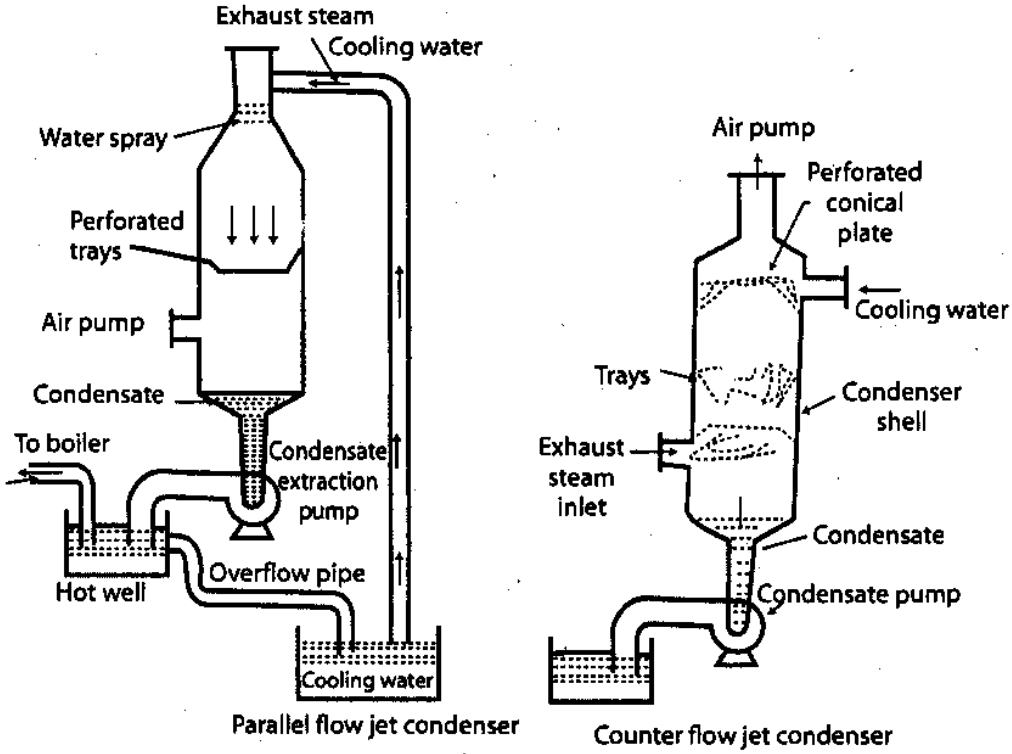


চিত্র ঃ T-S ডায়াগ্রাম

৪। **চিত্রসহ ডাইরেক্ট হিট এক্সচেঞ্জারের বর্ণনা দাও।**

উত্তর ঃ দু'টি প্রবাহী সরাসরি সংস্পর্শে এসে যে হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ বিনিময় বা স্থানান্তর হয়, তাকে ডাইরেক্ট হিট এক্সচেঞ্জার বলে।

উদাহরণ ঃ ওয়াটার কুলিং টাওয়ার, জেট কন্ডেন্সার ইত্যাদি।



চিত্র ঃ ডাইরেক্ট কন্টাক্ট এক্সচেঞ্জার

৫। **একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ২০০৭, ২০১০, ২০১২]

অথবা, একটি হিট এক্সচেঞ্জার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ বিবেচনায় রাখতে হবে–

১। প্রয়োজনীয় তাপ স্থানান্তর (Heat transfer requirements)।

২। ব্যয় (Cost)।

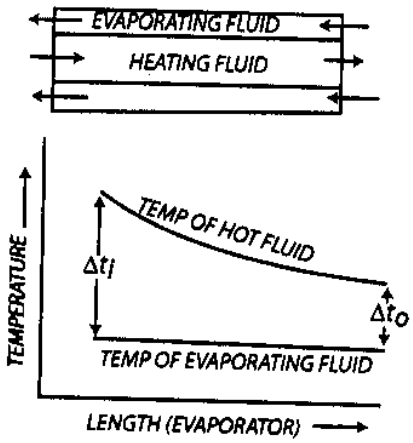
৩। সাইজ (Size)।

৪। প্রেসার ড্রপ (Pressure drop)।

৬। **চিত্রসহ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর ঃ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার (Counter flow heat exchanger) ঃ

এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পর বিপরীতমুখী হয়ে সমান্তরালভাবে প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে। ১১.৫ নং চিত্রে কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে। এটি একটি ইভাপোরেটর। চিত্রের উপরের অংশে ফ্লুয়িড দুটির প্রবাহ এবং নিচের অংশে দৈর্ঘ্য বরাবর তাপ বন্টন দেখানো হয়েছে। এতে একটি ফ্লুয়িডের তাপমাত্রা স্থির থাকে এবং হিটিং ফ্লুয়িড থেকে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে তরল থেকে বায়বীয় অবস্থার রূপান্তর হয়।



চিত্র ঃ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার

৭। **হিট এক্সচেঞ্জার এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং এর ক্ষেত্রে হিট এক্সচেঞ্জার একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। মূলত রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিংয়ে হিটিং ও কুলিং কাজে Heat exchange বা তাপ বিনিময় ছাড়া কাঙ্ক্ষিত ফলাফল লাভ করা যায় না, আর তাই Heat exchanger-এর মাধ্যমে প্লান্টের ক্যাপাসিটি ও দক্ষতা বৃদ্ধি পায়। তাই হিট এক্সচেঞ্জারের গুরুত্ব অনেক।

৮। **হিট এক্সচেঞ্জারের সাইজ কী কী বিষয়ের ওপরে নির্ভর করে?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ

১। প্রয়োজনীয় তাপ স্থানান্তর

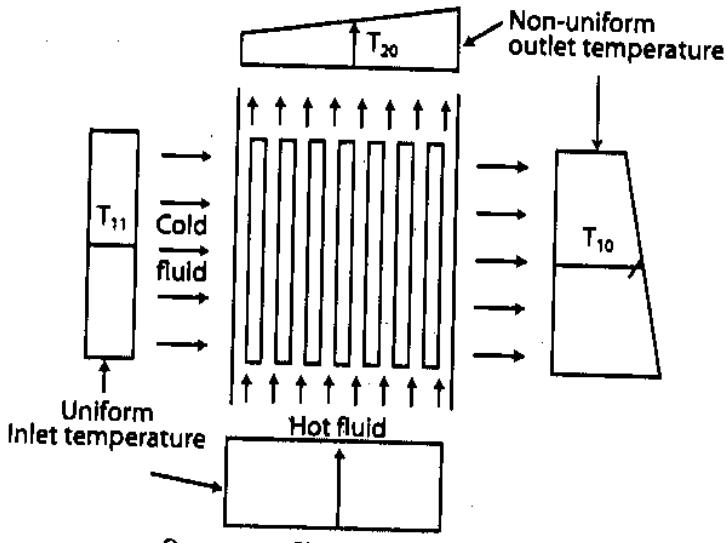
২। ব্যয়

৩। প্রেসার ড্রপ।

৯। **ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্রসহ প্রকারভেদ লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ এ হিট এক্সচেঞ্জারে উত্তপ্ত ও শীতল প্রবাহী পরস্পরের সাথে সমকোণে (90°) প্রবাহিত হয়ে তাপ বিনিময় করে। চিত্র ঃ ১১.৭ নং এ একটি ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার ও তাপমাত্রার বন্টন

১০। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহারে সুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ একটি হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহারের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ–

- প্লান্টের ক্যাপাসিটি এবং দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।
- ওভার অল হিট ট্রান্সফার কোইফিসিয়েন্ট বেশি।
- সহজে রক্ষণাবেক্ষণ করা যায়।
- কম জায়গার প্রয়োজন হয়।
- সহজলভ্য
- হিট ট্রান্সফার দক্ষতা বেশি।

১১। হিট এক্সচেঞ্জার এর ব্যবহার লিখ? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ হিট এক্সচেঞ্জার এর ব্যবহার হল–

- IC engine-এ হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহার করা হয়।
- কেমিক্যাল প্লান্টে রাসায়নিক শিল্পকলকারখানায়
- পেট্রোলিয়াম রিফাইনারিতে
- পয়নিষ্কাশন ট্রিটমেন্ট করতে
- নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লাট-এ
- রেফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং -এ
- এরেনিজটিক্যাল (Aernautical) ফ্লিডে ব্যবহৃত হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়? বিভিন্ন ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন পূর্বক বর্ণনা দাও।
অথবা, হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন পূর্বক বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৫.৪ ও ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্যারালাল ফ্লো কাউন্টার হিট এক্সচেঞ্জারের প্রবাহীর প্রবাহ ও তাপমাত্রা বন্টনের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হিট এক্সচেঞ্জারের লগ মিন বা লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স Δt_m-এর সমীকরণ প্রতিপাদন করে দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সাচেঞ্জারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

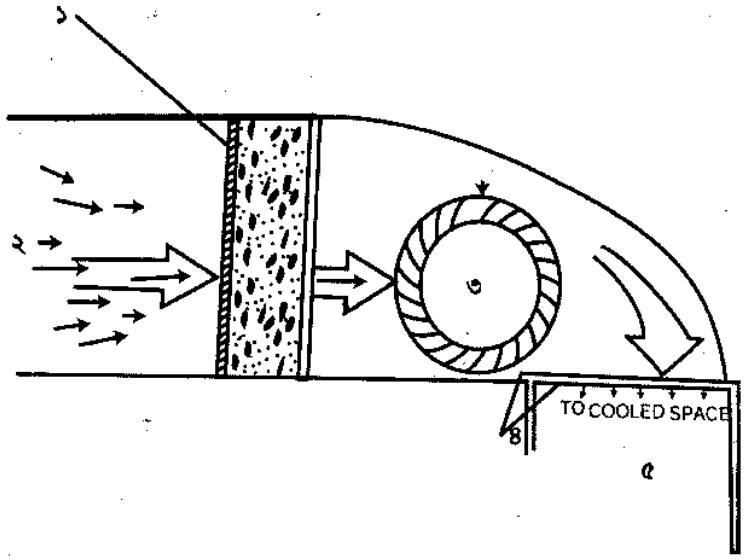
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর ঃ

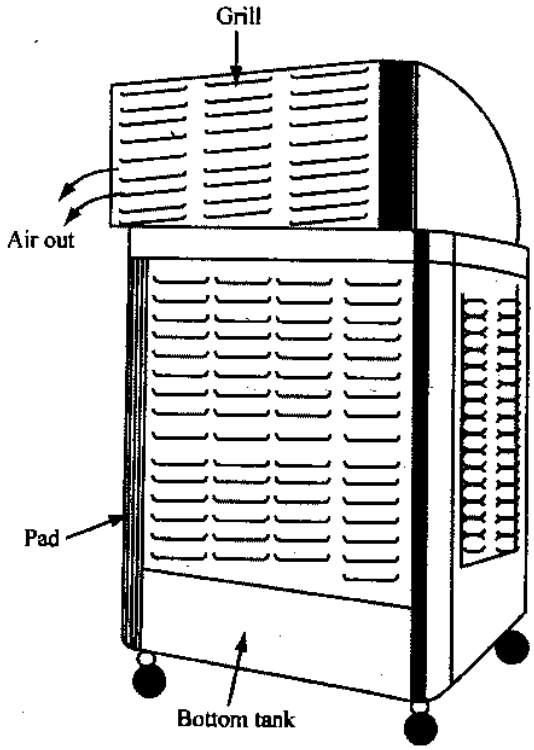


(১) ভেজা প্যাড, (২) এয়ার ফ্লো, (৩) ব্লোয়ার, (৪) ব্লোয়ার মাউথ ও (৫) কোল্ড স্পেস।

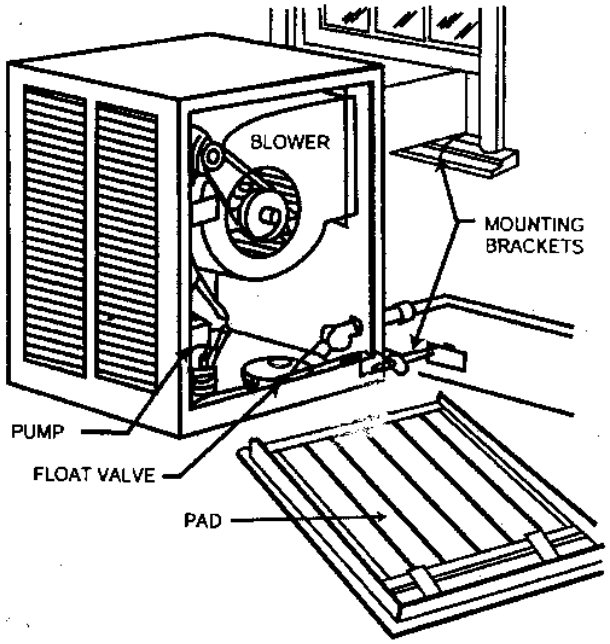
চিত্র ঃ প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার

৮। **দুই প্রকার ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ পোর্টেবল টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার



চিত্র ঃ উইন্ডো টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার

৯। **কুইক ফ্রিজিং এবং স্লো-ফ্রিজিং এর মধ্যে পার্থক্য কী?।** [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪]

অথবা, কুইক ফ্রিজিং এবং শার্প ফ্রিজিং এর মধ্যে ৪টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

উত্তর ঃ কুইক ফ্রিজিং এবং স্লো-ফ্রিজিং এর মধ্যে পার্থক্য হল–

স্লো ফ্রিজিং বা শার্প ফ্রিজিং	কুইক ফ্রিজিং বা রেপিড ফ্রিজিং
১। প্রাকৃতিক বাতাস অথবা বৈদ্যুতিক ফ্যান দ্বারা ফ্রিজিং করার পদ্ধতিকে স্লো-ফ্রিজিং বলে।	১। কুইক ফ্রিজিং এর মাধ্যমে অনেক নিম্ন তাপমাত্রা তৈরি খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করা হয়।
২। স্লো-ফ্রিজিং এর মাধ্যমে খাদ্যদ্রব্যের রঙ এবং স্বাদের পরিবর্তন হয় না।	২। কুইক ফ্রিজিং এর মাধ্যমে খাদ্যদ্রব্যের রঙ এবং স্বাদের পরিবর্তন হয়।
৩। খাদ্যদ্রব্য দির্ঘদিন সংরক্ষণ করা যায় না।	৩। খাদ্য দ্রব্য দির্ঘদিন সংরক্ষণ করা যায়।
৪। কম খরচে স্লো-ফ্রিজিং সম্পন্ন করা যায়।	৪। তুলনামূলক বেশি খরচ হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **একটি সাধারণ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর গঠন এবং কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **পোর্টেবল টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **উইন্ডো টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৫ এর ৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৫ এর ১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **ইভাপোরেটিভ কুলারের ব্যবহার বাংলাদেশে ব্যাপকভাবে প্রসার না ঘটার কারণ কী?**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৮.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **ইভাপোরেটিভ কুলার নির্বাচন এবং ডিজাইনে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ২০০৯, ২০১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **একটি ইভাপোরেটিভ কুলার এর গঠন এবং কার্য পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, একটি ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। **এলাইস (Alice) ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চিত্র অঙ্কন করে উহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

ব্যবহারিক

এতে আছে

- ★ পি-এইচ ডায়াগ্রাম পর্যবেক্ষণকরণ
- ★ পি-এইচ ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে সরল বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সমস্যাবলি নির্ণয় প্রণালি
- ★ যৌগিক বাষ্প সংকোচন হিমায়ন চক্রের সমস্যাবলি পি-এইচ ডায়াগ্রামের মাধ্যমে সমাধানকরণ
- ★ একটি যৌগিক সংকোচন পদ্ধতি তৈরিকরণ
- ★ সৌরতাপ সংগ্রহ পর্যবেক্ষণ করণ
- ★ সোলার কুলিং পদ্ধতি পর্যবেক্ষণকরণ
- ★ ইউনিটের মাধ্যমে হিমায়ক স্থানান্তর প্রণালি
- ★ একটি হিমায়ন পদ্ধতির তৈলচার্জকরণ

ব্যবহারিক
(Practical)

পরীক্ষণ নং-১	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**পি-এইচ ডায়াগ্রাম পর্যবেক্ষণকরণ (Study the P-H chart)।**

তত্ত্ব ঃ উল্লম্ব বা খাড়া বা ভার্টিক্যাল অক্ষকে চাপ (Pressure) এবং অনুভূমিক বা সমতল বা হরিজন্টাল অক্ষকে এনথালপি (Enthalpy) বা তাপ (Heat) ধরে P-H গঠন করা হয়।

খাড়া বা উল্লম্ব বা ভার্টিক্যাল অক্ষকে চাপ (Pressure) এবং সমতল বা আনুভূমিক বা হরিজন্টাল অক্ষকে এনথালপি বা তাপ ধরে বিভিন্ন কার্ভের মাধ্যমে গঠিত যে লেখচিত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন অবস্থায় বা বিভিন্ন ফেজে হিমায়কের তাপগতীয় গুণাবলিগুলো সূক্ষ্মভাবে পড়া যায় এবং হিমায়ন যন্ত্রের কার্যকারিতা বা (Performance) তুলনা করা যায় তাকে P-H ডায়াগ্রাম বা প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম (Pressure enthalpy-diagram) বলে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। গ্রাফ পেপার

২। পেন্সিল (2B/HB)

৩। স্কেল (স্টিল রুল)

৪। পেন্সিল কাটার।

কার্যপ্রণালি ঃ প্রথমে বাষ্প সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতির চিত্র অঙ্কন করি। তারপর তা হতে ক্রমান্বয়ে–

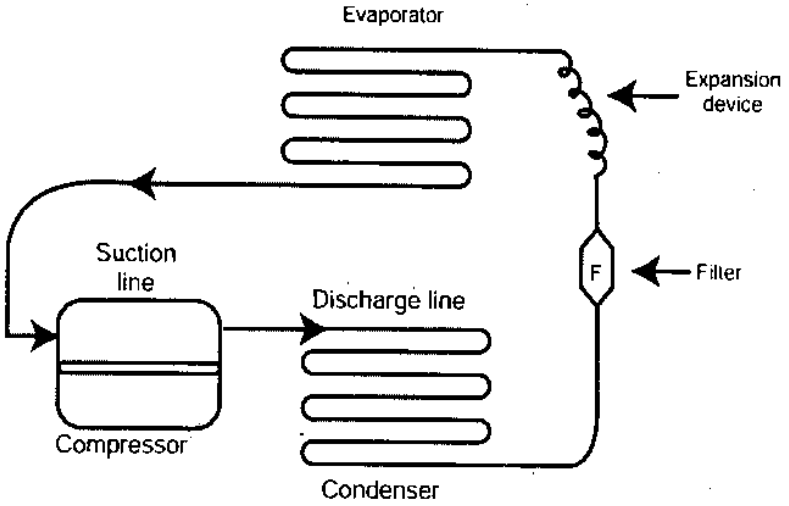
১। স্ট্যান্ডার্ড ভ্যাপর কম্প্রেশন সাইকেল।

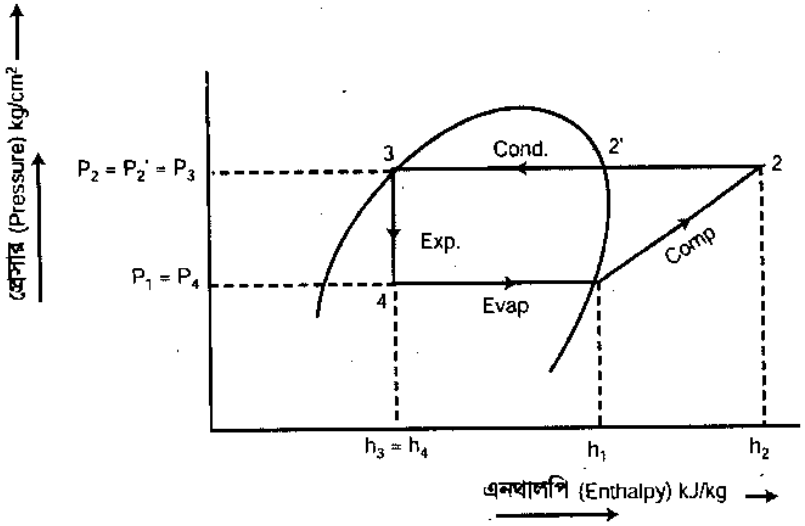
২। সাকশন সুপার হিটিং কম্প্রেশন সাইকেল।

৩। লিকুইড সাব কুলিং ভ্যাপর কম্প্রেশন সাইকেল।

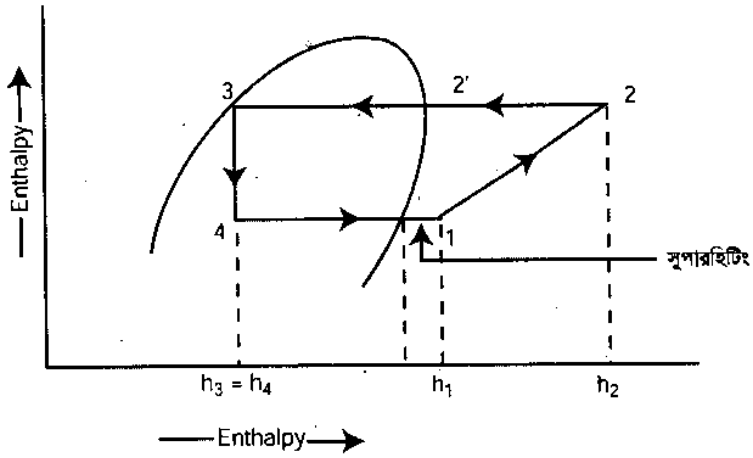
৪। লিকুইড সাব কুলিং এবং সাকশন সুপার হিটিং ভ্যাপর কম্প্রেশন সাইকেল।

৫। স্ট্যান্ডার্ড ভ্যাপর কম্প্রেশন সাইকেলের উপরে বাস্তব ভ্যাপর কম্প্রেশন সাইকেল অঙ্কন করে তুলনা করি।

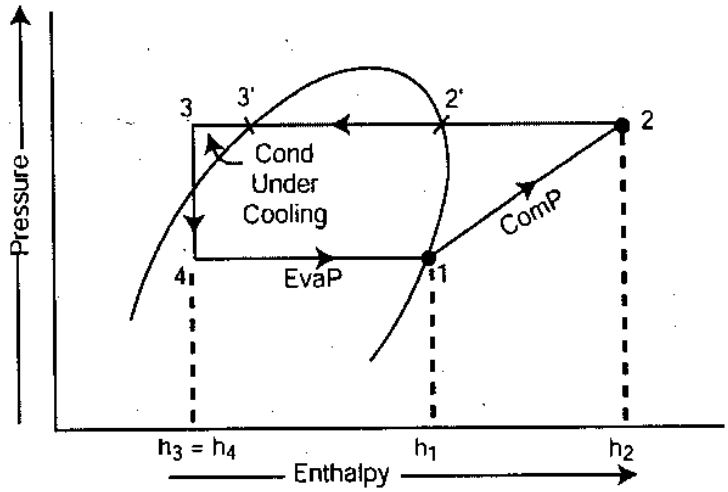




চিত্র ঃ স্ট্যান্ডার্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের P-H ডায়াগ্রাম।

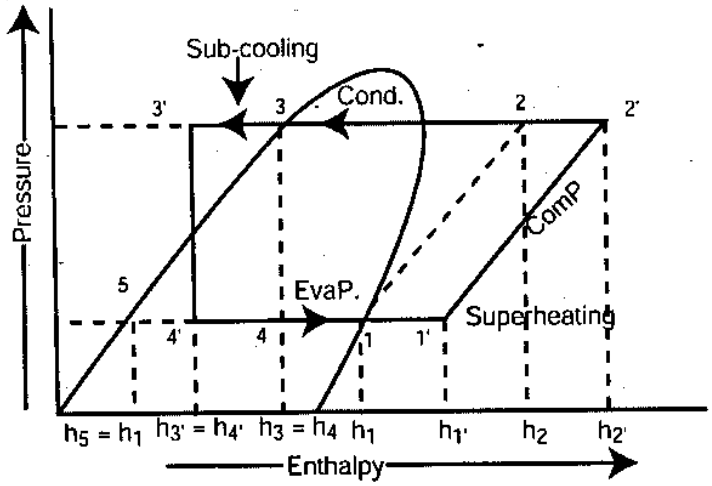


চিত্র ঃ সাকশন সুপারহিটিং ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের P-H ডায়াগ্রাম।

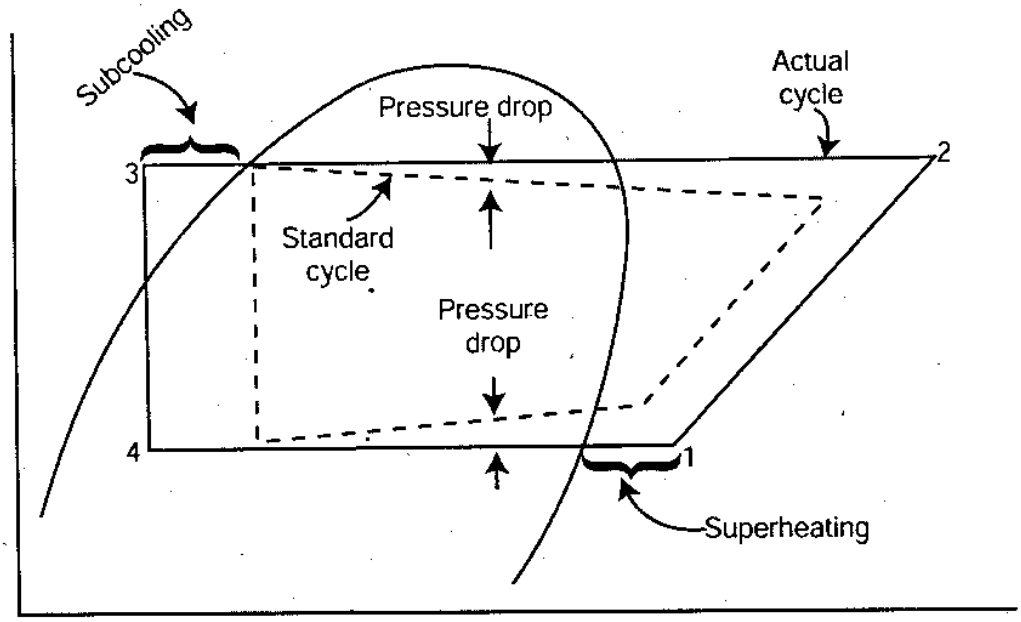


চিত্র ঃ লিকুইড সাবকুলিং ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের P-H ডায়াগ্রাম।

ব্যবহারিক



চিত্র ঃ লিকুইড সাব-কুলিং এবং সাকশন সুপারহিটিং ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের P-H ডায়াগ্রাম।



চিত্র ঃ স্ট্যান্ডার্ড ভ্যাপার কম্প্রেশনের সাইকেলের উপরে বাস্তব ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেলের P-H ডায়াগ্রাম।

ফলাফল ঃ আমরা সঠিকভাবে P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করতে পেরেছি এবং প্রতিটি পয়েন্ট এ সঠিকভাবে মার্ক করেছি।

সাবধানতা ঃ

১। প্রথমে আমাদের গ্রাফ পেপারের দাগগুলো ঠিকমতো আছে কি না দেখে নিতে হবে।

২। প্রতিটি দাগ মাপমতো দিতে হবে।

৩। খুব সতর্কতার সাথে পেন্সিল ও স্কেল ব্যবহার করতে হবে।

৪। সর্বদা শিক্ষকের দেওয়া নিয়ম মতো কাজ করতে হবে।

পরীক্ষণ নং-২	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**পি-এইচ ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে সরল বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সমস্যাবলি নির্ণয় প্রণালি (Solve problem of simple vapor compression cycle using P-H chart).**

তত্ত্ব ঃ পি-এইচ চার্ট সম্পর্কে আমরা পরীক্ষণ ১ এ জেনেছি এখন আমরা পি-এইচ চার্টে বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির সমস্যাবলি নির্ণয় প্রণালি সম্পর্কে জানবো। বাষ্প সংকোচন বা ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্র বিশদভাবে অধ্যয়ন ও বিশ্লেষণ করার জন্য প্রতিটি হিমায়কের জন্য পৃথকভাবে প্রস্তুত হিমায়ন চক্রের সংকোচন, ঘনীভবন, সম্প্রসারণ ও বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় চাপ ও তাপীয় যে সমস্ত থার্মোডাইনামিক্স পরিবর্তন ঘটে তা একটি চার্টে বিভিন্ন রেখার মাধমে সন্নিবেশিত করা হয়। উক্ত চার্ট বা রেখাচিত্রকে প্রেসার এনথালপি চার্ট বলা হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

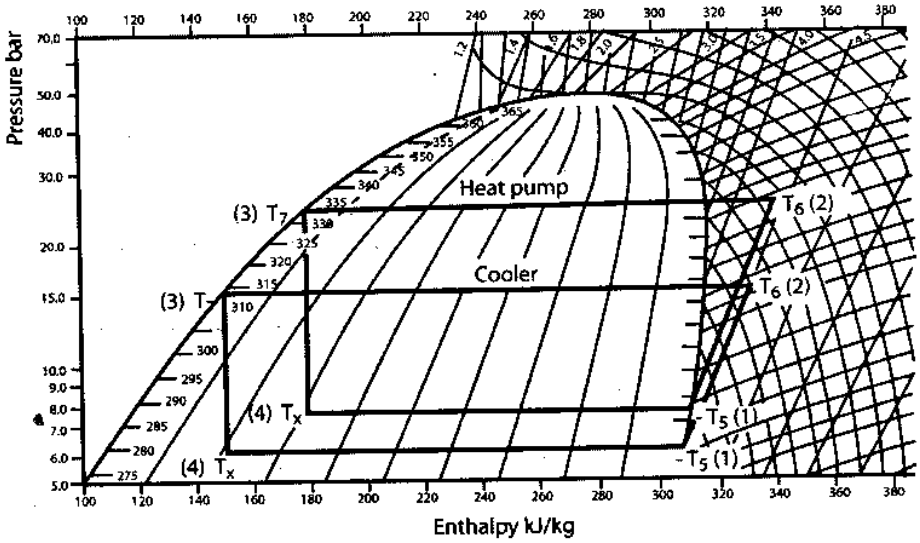
১। গ্রাফ পেপার
২। পেন্সিল (2B/HB)
৩। পেন্সিল কাটার
৪। রাবার
৫। স্কেল (স্টিল রুল)।

কার্যপ্রণালি ঃ নিচের টেবিলে দেওয়া তাপমাত্রাগুলো হিমায়ক-22 এর P-H ডায়াগ্রাম এ প্লট করে হিটপাম্প ও কুলারের রেফ্রিজারেশন সাইকেল অঙ্কন কর।

তাপমাত্রার স্থান	হিটপাম্প	কুলার
কম্প্রেসর আউটলেট T_5	288°K	279°K
কম্প্রেসর ডিসচার্জ T_6	353°K	330°K
কন্ডেন্সার আউটলেট T_7	334°K	313°K
ইভাপোরেটর ইনলেট T_8	288°K	279°K

সমাধান ঃ আমরা জানি, কন্ডেন্সারে হিমায়কের ঘনীভবন এবং ইভাপোরেটরে হিমায়কের বাষ্পায়ন বা ইভাপোরেশন সমচাপে ঘটে থাকে। সুতরাং হিমায়ক-22 এর P-H চার্টে সম্পৃক্ত তরল রেখায় কন্ডেন্সার আউটলেটের তাপমাত্রা এবং সম্পৃক্ত বাষ্প রেখায় ইভাপোরেটরের আউটলেট বা কম্প্রেসরের ইনলেট তাপমাত্রার প্রতিসঙ্গী চাপ নির্ণয় করে হিট পাম্প ও কুলারের জন্যে দুটি করে আনুভূমিক রেখা টানি। T_5, T_7 এবং T_8 চিহ্ন দিয়ে বিন্দু তিনটি চিহ্নিত করি। T_7 এবং T_8 বিন্দুদ্বয় যোগ করি। T_5 থেকে অতি উত্তপ্ত অঞ্চলে সম-এন্ট্রপি রেখা টানি। T_7 আনুভূমিক রেখাকে T_5 এর সম-এন্ট্রপি রেখা যে স্থানে ছেদ করবে সে বিন্দুটি T_6 দ্বারা চিহ্নি করি।

চিত্রে হিমায়ক-22 এর P-H ডায়াগ্রাম এর উপর হিটপাম্প ও কুলারের চক্র দুটি দেখানো হল–



চিত্র ঃ হিমায়ক-22 এর P-H ডায়াগ্রাম এর উপর হিটপাম্প ও কুলারের হিমায়ন চক্র।

ফলাফল ঃ আমরা সঠিকভাবে আমাদের গ্রাফ থেকে মান সংগ্রহ করেছি। অতএব আমাদের গ্রাফ সঠিক হয়েছে।

সাবধানতা ঃ

১। গ্রাফ পেপার এর কাজ অত্যন্ত সুক্ষ্মভাবে করতে হবে।
২। মানের যেন কম বা বেশি না হয়।
৩। গ্রাফ পেপার এর মান সঠিকভাবে নির্ণয় করতে হবে।

পরীক্ষণ নং-৩	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**যৌগিক বাষ্প সংকোচন হিমায়ন চক্রের সমস্যাবলি পি-এইচ ডায়াগ্রামের মাধ্যমে সমাধানকরণ (Solve problems of compound vapour compression cycle using P-H chart).**

তত্ত্ব ঃ এখান থেকে আমরা পি-এইচ চার্ট ব্যবহার করে সমস্যা সমাধান করার পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে পারবো। পরীক্ষণ-১, পরীক্ষণ-২, এ পি-এইচ সম্পর্কে আমরা জ্ঞান অর্জন করেছি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। পি-এইচ (P-H) ডায়াগ্রাম

২। ক্যালকুলেটর।

কার্যপ্রণালি ঃ হিমায়ক-22 ব্যবহার করে 50 kW ক্ষমতার একটি যৌগিক ভ্যাপার কম্প্রেশন সাইকেল 35°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় এবং – 10°C ইভাপোরেশন তাপমাত্রায় পরিচালিত হচ্ছে।

নির্ণয় করতে হবে–

১। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (R. E)।

২। কম্প্রেসরের ক্ষমতার পরিমাণ।

৩। কো-ইফিসিয়েন্ট অব পারফরমেন্স (COP)।

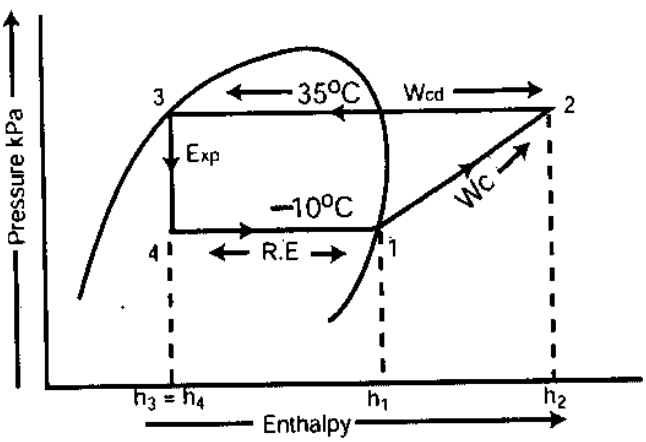
৪। কম্প্রেসর সাকশনে হিমায়কের আয়তন।

৫। প্রতি KW রেফ্রিজারেশনের ক্ষমতা।

৬। কম্প্রেসরের নির্গমন তাপমাত্রা।

সমাধান ঃ

উপরোক্ত মানগুলো হতে P-H ডায়াগ্রামে বসিয়ে এনথালপি এবং হিমায়কের আয়তন নির্ণয় করি। যা চিত্রে দেখানো হল ঃ



Wc = Work done by compressor

Wcd = Work done by condenser

Exp = Expensation

R.E = Refrigeration Effect.

P-H ডায়াগ্রাম বা চার্ট হতে পাওয়া গেল–

$h_1 = 246.5$ kJ/kg.

$h_2 = 280$ kJ/kg.

$h_3 = h_4 = 88$ kJ/kg.

কম্প্রেসর সাকশনের হিমায়কের আয়তন, $V_1 = 0.065$ m³/kg.

১। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট, $R.E = h_1 - h_4$

$= 246.5 - 88$

$= 158.5$ kJ/kg.

২। হিমায়কের প্রবাহ হার $= \frac{50}{15.85}$

$= 0.315$ kg/sec.

৩। কম্প্রেসরের ক্ষমতা $= 0.315\ (280 - 246.5)$

$= 10.6$ kW.

৪। কো-ইফিসিয়েন্ট অব-পারফরমেন্স, $(COP) = \frac{50}{10.6}$

$\therefore COP = 4.72$

৫। কম্প্রেসর সাকশনে প্রবাহিত হিমায়কের আয়তন $= 0.315 \times 0.065$

$= 0.0205\ m^3/sec$

$= 20.5$ l/sec

৬। রেফ্রিজারেশন ক্ষমতা $= \frac{10.6}{50}$

$= 0.212$ kW

৭। বিন্দু-২ এ অতিতাপিত গ্যাস এর তাপমাত্রা 57°C (সাইক্রোমেট্রিক চার্ট হতে)

সমস্যাবলি ঃ হিমায়ক 134 a ব্যবহৃত একটি হিমায়ক যন্ত্রের বাষ্পীভবন তাপমাত্রা − 10°C এবং ঘনীভবন তাপমাত্রা 40°C সাকশন লাইনে 10°K সুপার হিট হলে, নির্ণয় করতে হবে ঃ

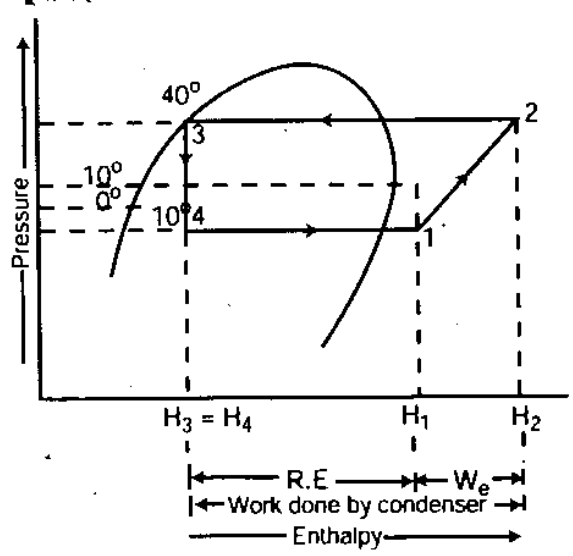
১। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (R.E)।

২। কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ।

৩। কো-ইফিসিয়েন্ট অবপারফরমেন্স (COP)।

সমাধান ঃ

প্রথমে বাষ্পীভবন, ঘনীভবন ও সুপারহিট তাপমাত্রা দিয়ে P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করি।



হিমায়ক 134a এর মানগুলো P-H চার্ট হতে নির্ণয় করি।

$h_1 = 310$ kJ/kg.

$h_2 = 350$ kJ/kg.

$h_3 = h_4 = 160$ kJ/kg.

১। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (R. E) $= h_1 - h_4$

$= 310 - 160$

$= 150$ kJ/kg.

ব্যবহারিক

২। কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ $(W_c) = h_2 - h_1$.

$= 350 - 310$

$= 40$ kJ/kg.

৩। কো-ইফিসিয়েন্ট অবপারফরমেন্স $(COP) = \frac{R.E}{W_c} = \frac{150}{40} = 3.75$

ফলাফল ঃ আমাদের সমস্যার সমাধান সঠিক হয়েছে। অতএব, চার্ট থেকে মানগুলো সংগ্রহ করা সঠিক ছিল।

সতর্কতা ঃ

১। চার্ট থেকে মান সংগ্রহ করার সময় অত্যন্ত সর্তকতার সাথে নিতে হবে।

২। ক্যালকুলেশন নির্ভুলভাবে করতে হবে।

৩। পুনরায় ক্যালকুলেশন করতে হবে।

পরীক্ষণ নং-৪	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**একটি যৌগিক সংকোচন পদ্ধতি তৈরিকরণ (Build up a compound compression system)।**

তত্ত্ব ঃ এই পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা সংকোচন পদ্ধতি তৈরিকরণ বাস্তবসম্মত জ্ঞান অর্জন করবো। কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতিমূলক যৌগিক সংকোচন প্রক্রিয়া সম্পন্ন করে। যৌগিক সংকোচন হিমায়ন পদ্ধতিতে ইন্টারকুলারের সমন্বয়ে গঠিত।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। ইন্টারকুলারসহ রেফ্রিজারেশন সিস্টেম ইউনিট।

২। স্লাইড রেঞ্জ।

কার্যপ্রণালি ঃ মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতিতে দু'টি কম্প্রেসরের মধ্যে 'ইন্টারকুলার' ব্যবহার করা হয়। প্রথম কম্প্রেসরে হিমায়ক সংকোচন করার পর দ্বিতীয় কম্প্রেসরে সংকোচন করার পূর্বে হিমায়কের কিছুটা শীতল করাই ইন্টারকুলারের কাজ। নিচে ইন্টারকুলার ব্যবহৃত বিভিন্ন মাল্টিস্টেজ ভেপার কম্প্রেশন পদ্ধতি দেয়া হল–

১। লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপে সংকোচন (Two stage compression)।

২। ওয়াটার ইন্টারকুলার দুই ধাপে সংকোচন।

৩। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।

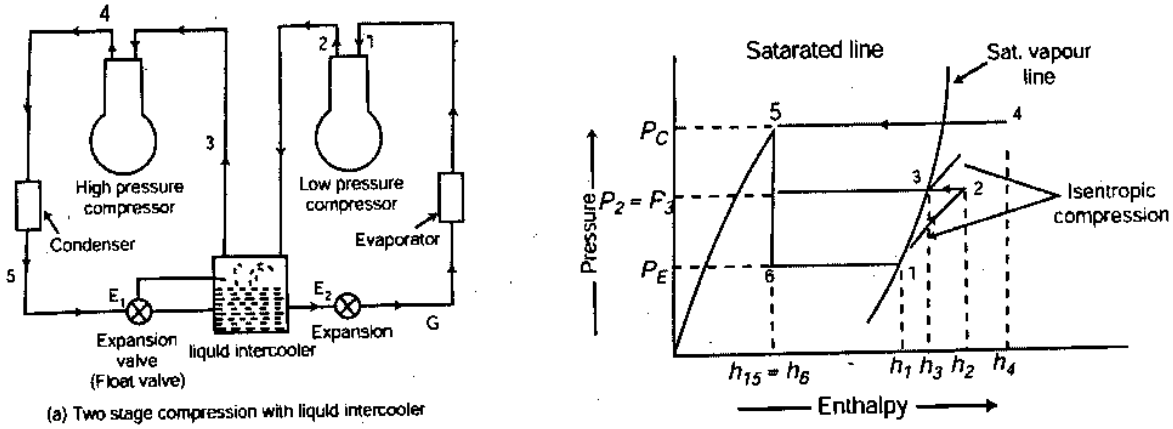
৪। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাবকুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন।

৫। ফ্লাশ ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

৭। ফ্লাশ চেম্বার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি।

চিত্র এ নিম্নে একটি লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম দেয়া হল।



(a) Two stage compression with liquid intercooler

চিত্র ঃ লিকুইড ইন্টার কুলারসহ বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

বর্ণনা ঃ প্রথমে লো-প্রেসার কম্প্রেসর থেকে সংকুচিত সুপারহিটেড ভেপার লিকুইড ইন্টারকুলারে পাঠায়। অপরদিকে কন্ডেন্সার থেকে আগত তরল হিমায়ক এক্সপানশন ভাল্ভ (E_1) দ্বারা প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয়ে লিকুইড ইন্টারকুলারে আসে। এক্সপানশন ভালভ (E_1) মূলত থ্রোটল ভালভ হিসাবে কাজ করে ইন্টারকুলারে একটি নির্দিষ্ট লিকুইড লেবেল বজায় রাখে লিকুইড ইন্টারকুলারে তরল হিমায়ক আংশিক বাষ্পায়নের মাধ্যমে লো প্রেশার কম্প্রেসর থেকে আগত সুপারহিটেড হিমায়ককে কিছুটা শীতল করে একই চাপে সেচুরেটেড ভেপার হিমায়কে পরিণত করার পর হাইপ্রেসার কম্প্রেসরে প্রেরণ করে। হাইপ্রেসার কম্প্রেসর লিকুইড ইন্টারকুলার থেকে আগত বাষ্পায়িত হিমায়ককে সংকোচন ক্রিয়ার মাধ্যমে চাপ ও তাপ বৃদ্ধি করে কন্ডেন্সারে পাঠিয়ে দেয়।

মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিতে লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহারের ফলে কম্প্রেসরের কাজ কম লাগে। ফলে COP বৃদ্ধি পায়।

ফলাফল ঃ আমরা প্রতিটি ডিভাইস এর সঠিকভাবে সংযোগ পদ্ধতি নির্ণয় করে দেখলাম সংযোগ সঠিক হয়েছে। এ থেকে আমরা অনেক বাস্তবসম্মত জ্ঞান অর্জন করলাম।

সাবধানতা ঃ

১। খুব সতর্কতার সহিত এই কাজটি করতে হবে।

২। সম্পূর্ণ কাজে শিক্ষকের পরামর্শ মতো করতে হবে।

৩। যন্ত্রপাতিগুলো সতর্কতায় সহিত নাড়াচাড়া করতে হবে।

পরীক্ষণ নং-৫	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**সৌরতাপ সংগ্রহ পর্যবেক্ষণ করণ (Study the solar heat collection)।**

তত্ত্ব ঃ এই পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা সৌরশক্তি সংগ্রহ করার পদ্ধতিসমূহ জানতে পারবো। সৌর তাপকে সংরক্ষণ করে কোন নির্দিষ্ট স্থান বা রুমকে হিটিং করার পদ্ধতিকে সোলার হিটিং পদ্ধতি বলে।

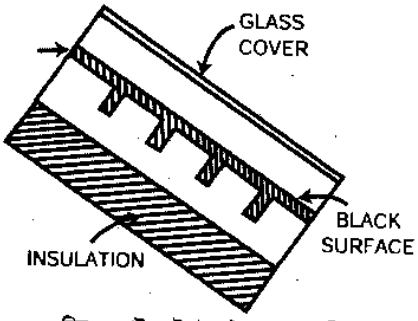
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর।

২। প্যারাবোলিক কালেক্টর, ইত্যাদি।

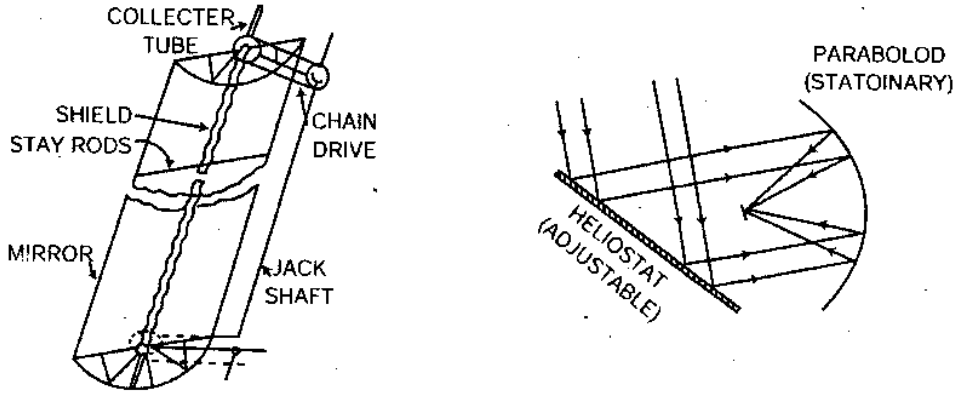
কার্যপ্রণালি ঃ পৃথিবীর গায়ে যে সৌরতাপ পাওয়া যায় তা কারিগরি কোন কাজে লাগানো যায় না। এ তাপ কোন কালেক্টরে প্রথমে সংগ্রহ করা হয়। তারপর তা সঞ্চালনের মাধ্যমে কাজে লাগানো যায়। এ উদ্দেশ্য সম্পাদনের জন্য সোলার হিট কালেক্টরের উদ্ভাবন করা হয়। সোলার হিট কালেক্টর পাঁচ ধরনের–

ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর (Flat plate collector) ঃ ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের তলায় ধাতু নির্মিত টিউব বা প্লেট থাকে। এ প্লেটের নিচে তাপ প্রবাহ প্রতিরোধী থার্মোফাম/পলিওরেথিন থাকে। প্লেটের উপর কালো রঙ হয় এবং প্লেটের ভিতরে পানি বা অন্য কোন প্রবাহ রাখা হয়। প্লেটের উপর কিছু ফাঁকা রেখে এক বা দুই স্তর বিশিষ্ট গ্লাস প্যানেল বসানো হয়। শোষক, ইনসুলেশন এবং গ্লাস প্যানেল একত্রে একটি ধাতব ফ্রেমে আটকানো থাকে। এর সাথে পানি প্রবেশ এবং নির্গমনে সংযোগ থাকে। হিট কালেক্টরের মাধ্যমে বায়ুকে উত্তপ্ত করার কাজে ব্যবহৃত হলে তাপ শোষকের সাথে ফিন্স থাকে।



চিত্র ঃ ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের প্রচ্ছদ চিত্র

ফ্ল্যাট প্লেট সংগ্রাহক গঠনে খুবই সহজ এবং সস্তা। কনসেনট্রেটিং কালেক্টর এর তুলনায় অধিক পরিমাণ বিদীর্ণ তাপ সংগ্রহ করতে পারে। আরও সুবিধা যে, এটা ঠাণ্ডা বা গরম করার কাজে ব্যবহৃত হয়। উত্তপ্ত করাই প্রধান উদ্দেশ্য হলে সমভূমি থেকে লেটিচুড অ্যাঙ্গেল এর চেয়ে 10 থেকে 20 ডিগ্রী বেশি কোণে স্থাপন করতে হয়।



চিত্র ঃ প্যারাবোলিক কালেক্টর

ফলাফল ঃ আমরা দেখতে পেলাম প্রবেশকৃত পানি বা বায়ু অপেক্ষা নির্গমন পানি বা বায়ু উত্তপ্ত হয়েছে।

সাবধানতা ঃ

১। প্রতিটি কালেক্টরকে সতর্কতা সহিত নড়াচড়া করতে হবে।

২। সমতল বা মসৃণ জায়গায় স্থাপন করতে হবে।

৩। সূর্যের তাপ লাগে এমন জায়গায় স্থাপন করতে হবে।

পরীক্ষণ নং-৬	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**সোলার কুলিং পদ্ধতি পর্যবেক্ষণকরণ (Study the solar cooling system)।**

তত্ত্ব ঃ এই পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা সোলার কুলিং পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করতে পারবো। সোলার অর্থ সৌর বা সূর্য এবং কুলিং অর্থ ঠাণ্ডা বা শীতলীকরণ প্রণালি। সৌরশক্তি ব্যবহার করে কুলিং প্রক্রিয়াকরণ মাধ্যমে বাষ্প সংকোচন ও বাষ্প শোষণ উভয় পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়।

প্রয়োজনীয়তা যন্ত্রপাতি ঃ

১। রেফ্রিজারেশন ইউনিট

২। সোলার প্যানেল, ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালি ঃ সৌরশক্তির মাধ্যমে হিমায়ন সম্ভব। বেশ কয়েকটি পদ্ধতিতে এ কাজ করা হয়। তবে প্রধানত যে পদ্ধতিগুলো ব্যবহার করা হয় তা হল–

১। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি (Vapor Compressor system)

(ক) পানি বাষ্পের মাধ্যমে কমপ্রেসর চালনা

(খ) হিমায়ক চালনা (র‍্যাংকিন সাইকেল)

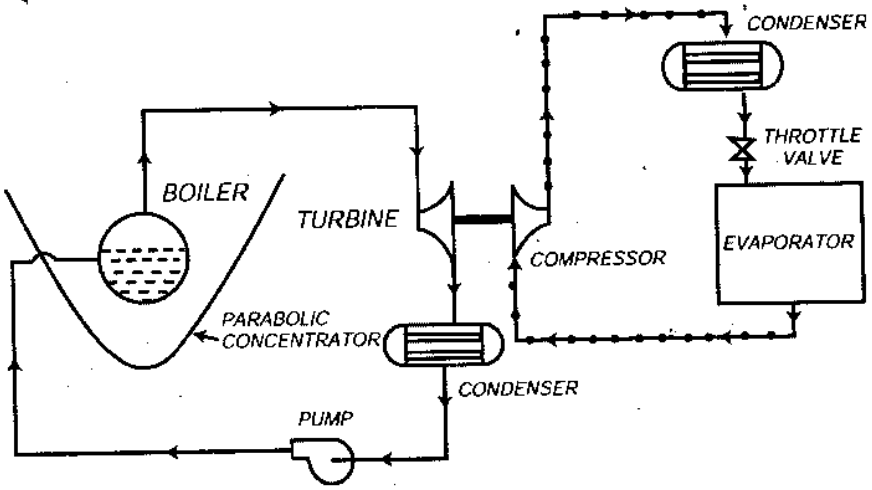
২। শোষণ পদ্ধতি (Absorption system)

(ক) অনবরত শোষণ পদ্ধতি (Continuous absorption system)

(খ) কঠিন শোষকের মাধ্যম (Solid absorption system)।

বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি (Vapor compression system) ঃ

সৌরশক্তির সাহায্যে বাষ্প সংকোচন এবং বাষ্প শোষণ উভয় পদ্ধতিই ব্যবহার করা যায়। বাষ্প সংকোচন পদ্ধতিতে সনাতন পদ্ধতির মোটরের পরিবর্তে কম্প্রেসর চালানোর জন্য স্টিম টারবাইন ব্যবহার করা হয়। কম্প্রেসর চালানো গেলে বাকি উপাংশগুলো স্বাভাবিক কাজ করে। সৌর তাপে পানি বাষ্প তৈরি হয়। আর সে বাষ্পের চাপে টারবাইন চলে যা কম্প্রেসরকে চালনা করা হয়। টারবাইন থেকে নির্গত পানি বাষ্প কন্ডেন্সারে ঘনীভূত হয়। আর পাম্প সেই তরল আবার বয়লারে পাঠায়। এক্ষেত্রে খুব শক্তিশালী প্যারাবোলিক কনসেনট্রেটর ব্যবহার করা হয়। যাতে প্রচুর তরল পানিকে বাষ্পে পরিণত করা যায়। যখন সৌর তাপ পাওয়া না যায় তখন একই বয়লারে জ্বালানির সাহায্যে বাষ্প তৈরি করে অথবা একটি স্ট্যান্ডবাই বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে কম্প্রেসরকে চালানো হয়।



চিত্র ঃ সৌরশক্তির মাধ্যমে চালিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি

চিত্রে তিনটি বর্তনী দেখানো আছে। ১নং বর্তনীতে সোলার কালেক্টরের মাধ্যমে পানিকে উত্তপ্ত করা যায়। আর সেই গরম পানি বাষ্পের সাহায্যে ২নং বর্তনীর রেফ্রিজারেন্ট ভেপার বয়লারে সঞ্চালন করা হয়। সৌরশক্তির অভাবে বিকল্প ব্যবস্থা হট ওয়াটার বয়লারের মাধ্যমে তাপ প্রয়োগ করা হয়। ৩নং বর্তনী কীভাবে কাজ করে তা আমাদের জানা আছে। এ পদ্ধতির সাহায্যে বিদ্যুৎ শক্তির ব্যবহার হ্রাস করা যায় কিন্তু পরিহার করা যায় না।

ফলাফল ঃ পরীক্ষণ শেষে আমরা পর্যবেক্ষণ করলাম যে সোলার এর মাধ্যমে কুলিং পদ্ধতি চালানো সম্ভব।

সতর্কতা ঃ এই পদ্ধতি অনেক সময় নিয়ে এবং অনেক সতর্কতায় সহিত পরিচালনা করতে হবে, খেয়াল রাখতে হবে প্যানেল যেন সূর্যের আলোময় এমন স্থানে বসানো হয়।

পরীক্ষণ নং-৭	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণের নাম ঃ	**ইউনিটের মাধ্যমে হিমায়ক স্থানান্তর প্রণালি (Refrigerant recovery at a unit)।**

তত্ত্ব ঃ এই পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা হিমায়ক স্থানান্তর প্রণালি সম্পর্কে বাস্তব সম্মত জ্ঞান অর্জন করতে পারবো। CFC গ্যাস ওজন (O_3) স্তরের জন্য মারাত্মক ক্ষতি সাধন করে। CFC হিমায়ক ওজন স্তরের জন্য ক্ষতিকারক বিধায় হিমায়ন চক্রের CFC এবং HCFC হিমায়ক বাতাসে নিঃসৃত না করে কোন প্রক্রিয়ায় অন্যত্র সংগ্রহকরণকে পুনঃলাভ বা রিকোভারী বলে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

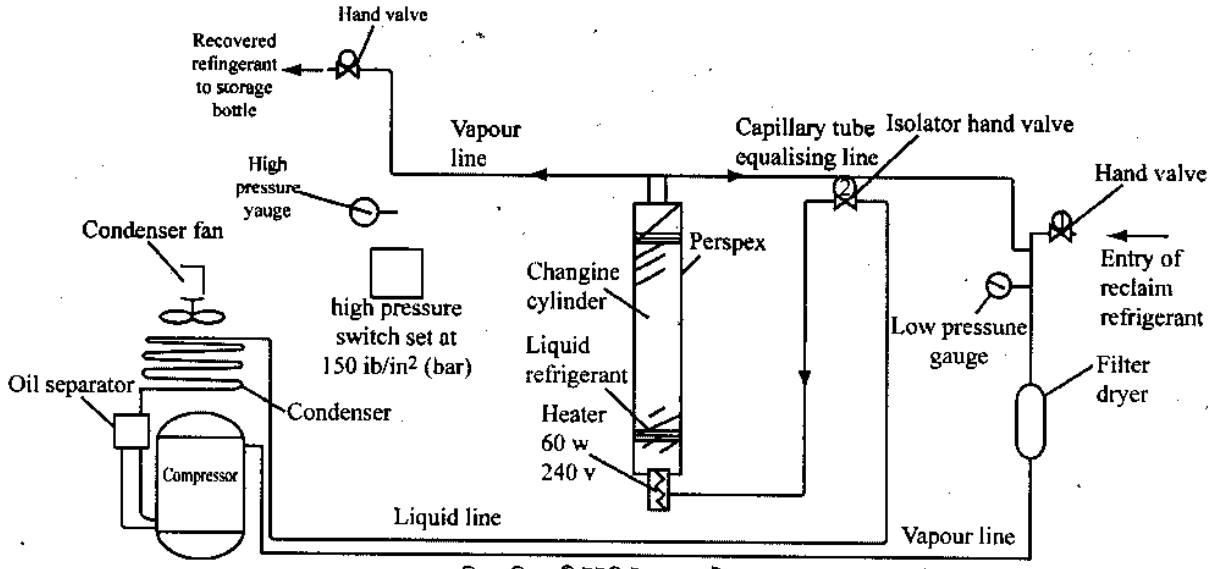
১। ভ্যাকুয়াম পাম্প
২। সিলিন্ডার
৩। রিকভারী ইউনিট।

কার্যপ্রণালি ঃ রিকোভারী ইউনিটের সাহায্যে কোন হিমায়ক বা রেফ্রিজারেন্ট কোন হিমায়ন ইউনিট হতে রেফ্রিজারেন্ট সার্ভিস সিলিন্ডারে স্থানান্তরের পদক্ষেপসমূহ হল ঃ

১। ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাহায্যে রিকোভারী ইউনিটের বায়ুশূন্যতা করে নিতে হবে।

২। যে ইউনিট থেকে হিমায়ক স্থানান্তর করতে হবে সে ইউনিটের সাথে রিকোভারী ইউনিটের সাকশন ভালভ (১) সংযোগ করতে হবে এবং সামান্য চার্জিং করে চার্জিং হোজ বায়ুশূন্য করতে হবে।

৩। রিকোভারী ইউনিটের সাকশন ভাল্‌ভ (১) খুলে রিকোভারী সিস্টেমে হিমায়ক প্রবেশের সুযোগ দিতে হবে ।



চিত্র ঃ রিকভারী ইউনিটের প্রবাহ চিত্র।

৪। মাঝের হ্যান্ড ভাল্‌ভ (২) খুলে হিমায়ক চার্জ সিলিন্ডারে স্থানান্তরের সুযোগ দিতে হবে। হাইপ্রেসার হ্যান্ড ভাল্‌ভ (৩) খোলা যাবে না। কম্প্রেসর চালু অবস্থায় এ ভাল্‌ভ বন্ধ রাখতে হবে।

৫। রিকোভারী ইউনিটের ফ্যান এবং কম্প্রেসার চালু রাখতে হবে।

৬। লো-প্রেসার গেজ ও SPSI চাপ না দেখানো পর্যন্ত বা চার্জ সিলিন্ডারের সর্বোচ্চ লেভেল পর্যন্ত হিমায়ক স্থানান্তর না হওয়া পর্যন্ত কম্প্রেসর চালু রাখতে হবে।

৭। সাকশন হ্যান্ড ভাল্‌ভ (১) ফ্যান এবং কম্প্রেসর বন্ধ করার পর পরই মাঝের হ্যান্ড ভাল্‌ভ (২) বন্ধ করে দিতে হবে। [রিকভারী করা হিমায়ক চার্জ সিলিন্ডারে কম সময়ের জন্য জমা রাখা যাবে। যেহেতু ইকুইলাইজিং লাইন (ক্যাপিলারি টিউব) দিয়ে সিস্টেমের লো-প্রেসার সাইডের হিমায়ক স্থানান্তরের সুযোগ আছে। তাই যথাসম্ভব তাড়াতাড়ি চার্জ সিলিন্ডার থেকে হিমায়ক সার্ভিস সিলিন্ডারে স্থানান্তর করা দরকার।]

৮। যে ধরনের হিমায়ক স্থানান্তর করতে হবে, সার্ভিস সিলিন্ডারটি সে ধরনের কি না এবং হিমায়ক স্থানান্তরের উপযোগী কি না তা নিশ্চিত হতে হবে। যদি সার্ভিস সিলিন্ডারটি সঠিক প্রকৃতি ও মানের হয় তবে সিলিন্ডারটি খালি কি না তা পরীক্ষা করতে হবে। যদি খালি হয় তবে তা বায়ুশূন্য করে নিতে হবে।

৯। সার্ভিস সিলিন্ডার এবং হাই-প্রেসার হ্যান্ড ভাল্‌ভ (৩) এর মধ্যে চার্জিং হুজ (hose) এর সংযোগ সামান্য ঢিলা করে এবং হাইপ্রেসার হ্যান্ড ভাল্‌ভ (৩) সামান্য খুলে সংযোগকারী হুজ সামান্য পার্জ করে নিতে হবে।

১০। সার্ভিস সিলিন্ডারের কোন হিমায়ক স্থানান্তরের পূর্বে ঐ সিলিন্ডারের ওজন রেকর্ড করতে হবে এবং কী পরিমাণ হিমায়ক ঐ সিলিন্ডারে স্থানান্তর করা সম্ভব তা নির্ধারণ করতে হবে। [সিলিন্ডারের ক্ষমতার ৭০% হিমায়ক নিরাপদে স্থানান্তর করা যায়।]

১১। রিকোভারী ইউনিটের হাইপ্রেসার হ্যান্ড ভাল্‌ভ (৩) এবং সার্ভিস সিলিন্ডারের ভাল্‌ভ খুলে দিলে গ্যাস স্থানান্তরের শব্দ (Sound) শোনা যাবে।

১২। সার্ভিস সিলিন্ডারে তার ক্ষমতার ৭০% হিমায়ক স্থানান্তর না হওয়া পর্যন্ত এবং হিমায়ক স্থানান্তরের শব্দ যতক্ষণ শোনা যাবে ততক্ষণ পর্যন্ত গ্যাস স্থানান্তর চালিয়ে যেতে হবে।

১৩। সার্ভিস সিলিন্ডার ভাল্‌ভ এবং রিকোভারী ইউনিটের সার্ভিস ভাল্‌ভ (৩) বন্ধ করে দিতে হবে।

১৪। যদি সার্ভিস সিলিন্ডারে জায়গা থাকে এবং চার্জ সিলিন্ডার এ যদি আরও হিমায়ক অবশিষ্ট থাকে তবে ৬০ ওয়াট এর হিটারটি কয়েক মিনিট অন করে রাখতে হবে।
[সতর্কতার সাথে হাইপ্রেসার রিডিং বাড়ছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। যদি প্রেসার 100 PSI-এ পৌঁছে তবে হিটারটি বন্ধ করে দিতে হবে।]

১৫। লিকুইড রিসিভার বা চার্জ সিলিন্ডারে পর্যাপ্ত চাপ সৃষ্টি হলে চার্জ সিলিন্ডার ভাল্ভ (৩) এবং সার্ভিস সিলিন্ডার ভাল্ভ খুলে দিলে পুনরায় সার্ভিস সিলিন্ডারে হিমায়কের শব্দ শোনা যাবে।
[হিমায়ক স্থানান্তরের গতি বৃদ্ধি করার জন্যে সার্ভিস সিলিন্ডার বরফ মিশ্রিত পানিতে রেখে ঠান্ডা করলে তাপমাত্রার পার্থক্য বৃদ্ধি পাবে এবং হিমায়ক দ্রুত রিকভারী হবে।]

১৬। রিকভারী সম্পন্ন হলে প্রথমে হাইপ্রেসার হ্যান্ড ভাল্ভ (HV) বন্ধ করতে হবে এবং পরে সার্ভিস সিলিন্ডার হ্যান্ড ভাল্ভ বন্ধ করতে হবে। এতে চার্জিং হোজে সর্বনিম্ন পরিমাণ হিমায়ক ঘাটতি হবে।

১৭। রিকভারী সম্পন্ন হবার পর বাইরের বাতাস সিস্টেমে প্রবেশ করবে এবং সিস্টেমের বায়ুশূন্যতা নষ্ট হয়ে যাবে। সিস্টেম বায়ুশূন্য অবস্থায় থাকলেও লো এবং হাইপ্রেসার গেজে সামান্য পাঠ নির্দেশ করতে পারে।

১৮। ভাল্ভ ৩ এবং ১-এ ভাল্ভ কভার স্থাপন করে সামান্য টাইট দিতে হবে যাতে অবশিষ্ট হিমায়ক লিক করে বের হতে না পারে বা বাইরে থেকে বাতাস বা জলীয়কণা সিস্টেমে প্রবেশ করতে না পারে।

ফলাফল ঃ আমরা সঠিকভাবে হিমায়ক স্থানান্তর করতে পেয়েছি।

সাবধানতা ঃ

১। সর্তকতার সাথে রিকভারী ইউনিটের পাইপিং কানেকশন চেক করতে হবে যাতে হিমায়ক বের না হয়ে যায়।

২। এই কাজ করার সময় খুব সর্তক থাকতে হবে যাতে CFC গ্যাস আমাদের ক্ষতি করতে না পারে।

	তারিখ ঃ .....
পরীক্ষণ নং-৮	
পরীক্ষণের নাম ঃ	**একটি হিমায়ন পদ্ধতির তৈলচার্জকরণ (Oil charge in a refrigeration system)।**

তত্ত্ব ঃ এই পরীক্ষণের মাধ্যমে আমরা হিমায়ন পদ্ধতির তৈলচার্জকরণ প্রক্রিয়া বাস্তব সম্মত জ্ঞান অর্জন করতে পারবো। ছোট ইউনিট তেল পরিবর্তন করে বড় ইউনিট তেল ও এক্সপানশন ভাল্ব পরিবর্তন করে গ্যাস চার্জ করা যায়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। পরিমাণমতো তৈল।

২। রেফ্রিজারেশন ইউনিট ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালি ঃ আধুনিক গ্যাসের সাথে আধুনিক তেল চার্জ করতে হয়। নতুন এ গ্যাসের সাথে পুরানো তেলের বিক্রিয়া ঘটে। তাই যখনই গ্যাসের পরিবর্তন করা হয়, তখনই তেলে পরিবর্তন করা হয়। তেল পরিবর্তনের ধাপগুলো হল—

১। সিল্ড বা হারমেটিক কম্প্রেসরের বেলায় এবং গ্যাস থাকলে তা পুনঃলাভ করতে হবে এবং কম্প্রেসর ইউনিট থেকে পৃথক করতে হবে। ওপেন টাইপ ইউনিটের বেলায় উভয় ভালভ বন্ধ করতে হবে।

২। তেল ড্রেন করতে হবে।

৩। নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।

৪। কম্প্রেসর চালু ও বন্ধ করতে হবে। এরূপ কয়েকবার করতে হবে।

৫। তেল আবার ড্রেন করতে হবে।

৬। আবার নতুন তেল ভর্তি করতে হবে।

৭। সিল্ড কমপ্রেসর ইউনিটে লাগাতে হবে। ওপেন ইউনিটে ভালভ খুলতে হবে।

ফলাফল ঃ আমরা আমাদের পরীক্ষণ শিক্ষকের সাহায্যে সঠিকভাবে সম্পন্ন করতে পেয়েছি।

সমাধান ঃ

১। তৈলচার্জকরণের সময় গায়ে এপ্রোন দিতে হবে যাতে তেল ছিটে গায়ে না লাগে।

২। তৈলচার্জকরণ কাজ শেষে ভালভাবে সাবান দিয়ে হাত ধুতে হবে।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। P-H চার্ট কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। p-h ডায়াগ্রাম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। COP বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। COP নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ। [বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ক্রিটিক্যাল পয়েন্ট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। P-H চার্টের তিনটি অঞ্চলের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১২]

অথবা, P-H চার্টের প্রধান অঞ্চলগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ২০১৪]

অথবা, P-H চার্টের অঞ্চল কয়টি ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। RE নির্ণয় করার সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কম্প্রেসর কর্তৃক কাজ নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। এনথালপি কী? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]

অথবা, এনথালপি বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ১ টন অব রেফ্রিজারেশন সমান কত kw? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। হিট অব কনডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হিমায়ন চক্রের উপর হিমায়কের ইভাপোরেটিং ও কন্ডেন্সিং প্রেসারের প্রভাব কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি যান্ত্রিক হিমায়ন চক্রে যে থার্মোডিনামিক প্রক্রিয়া বিদ্যমান, তা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতি বলতে কী বুঝ? [বাকশিবো-২০০৯]
অথবা, কম্পাউন্ড কম্প্রেসন বলতে কী বুঝায়? [বাকশিবো-২০০৭,২০০৮]
অথবা, মাল্টিস্টেজ কমপ্রেশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ইন্টারকুলার কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]
অথবা, হিমায়ন চক্রে ইন্টারকুলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১২]
অথবা, ইন্টারকুলার কী কাজ করে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, ইন্টারকুলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১২(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ফ্লাশ চেম্বারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭, ২০০৮, ২০০৯, ২০১০, ২০১০ (পরি), ২০১৪]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহার করা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৭,২০১২]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বার কী? [বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]
অথবা, ফ্লাশ চেম্বারের কাজ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, ফ্লাশ ট্যাংকের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, হিমায়ন চক্রে ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ফ্লোট চেম্বার ব্যবহার এর কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির বাংলা অর্থ কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কম্পাউন্ড ভ্যাপার কম্প্রেশন অপর নাম কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। সিঙ্গেল স্টেজ কম্প্রেশনের তুলনায় ইন্টারকুলার ব্যবহার করে মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনের সুবিধা উল্লেখ কর?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইন্টারকুলার ব্যবহৃত হয় এমন ২টি মাল্টিস্টেজ ভ্যাপার কম্প্রেশন পদ্ধতির নাম লিখ?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাল্টিস্টেজ টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতিতে ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলার ব্যবহারের ফলে সিস্টেমে কী ঘটে?
অথবা, মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনে ওয়াটার ইন্টারকুলার কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সাব-কুলড লিকুইড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ফ্লাশ গ্যাস বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ক্যাসকেড সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৫(পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১১ (পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড রিফ্রিজারেশন কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, কেসকেট রেফ্রিজারেশন সিস্টেম বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ক্যাসকেড সিস্টেমে ব্যবহার করা যায় এমন দুটি হিমায়কের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহারের উদাহরণ দাও। [বাকাশিবো-২০০৮,২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ব্যাক প্রেসার ভালভ-এর কাজ কী?

অথবা, ব্যাক প্রেসার ভালভ কী কাজ করে লেখ? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ক্যাসকেড কন্ডেনসার এর কাজ কী?

অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার কাকে বলে। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, ক্যাসকেড কন্ডেন্সার কেন ব্যবহার করা হয়।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ইলেকট্রোপ্লেটিং কীসের তৈরি। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। সোলার হিটিং কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, সোলার হিটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। সোলার হিট অপারেটেড এয়ারকন্ডিশনিং-এর সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। সোলার কালেক্টর কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, সোলার কালেক্টর এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, সোলার হিট কালেক্টর এর কাজ কী?

অথবা, সোলার হীট কালেক্টরের কাজ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত? [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ০৭, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। পরিব্যপ্ত সৌরতাপ বিকিরণের সংজ্ঞা দাও। [বাকশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। এয়ার সোলার কালেক্টর কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, এয়ার সোলার কালেক্টর বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। হিমায়ক কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। হিমায়কের প্রয়োজনীয়তা লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। হিমায়কের প্রধান দুটি শ্রেণিবিভাগ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। পৃথিবীর প্রথম হিমায়কের নাম কী এবং কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। শিল্প ও বাণিজ্যিক হিমায়নে কী কী হিমায়ক ব্যবহৃত হতে পারে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। রেসিপ্রোকেটিং কম্প্রেসরের সাথে ব্যবহৃত হতে পারে এমন পাঁচটি হিমায়কের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। প্রাইমারি হিমায়ক কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। হিমায়নের স্ফুটনাঙ্ক ও সুপ্ততাপ কিরূপ হওয়া উচিত?
অথবা, হিমায়কের সুপ্ততাপ কীরূপ হওয়া উচিত? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। নতুন উদ্ভাবিত তিনটি হিমায়কের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ২টি পুরাতন হিমায়ক এবং এদের স্থলাভিষিক্ত হিমায়কের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। চারটি তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ২টি হিমায়কের নাম এবং তেলের নাম লিখ। নতুন উদ্ভাবিত ২টি হিমায়কের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। R-11 ও R-12-এর রাসায়নিক নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। হিমায়ক—134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তৈলের নাম লিখ। [বাকাশিবো-০৩,০৫,০৬]
অথবা, আধুনিক হিমায়কের সঙ্গে ব্যবহৃত তৈলের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। পৃথিবীর প্রথম হিমায়ন যন্ত্রের নাম কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। R–22 হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় না কেন? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। CFC কী? [বাকাশিবো-০৪,০৭,১২]
অথবা, CFC বলতে কী ধরনের হিমায়ককে বোঝায় লেখ। [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]
অথবা, CFC বলতে কী বুঝায় লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০ (পরি)]
অথবা, সিএফসি ফ্রি হিমায়ক কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। R–134 এর রাসায়নিক সংকেত লিখ।
অথবা, হিমায়ক R-134a-এর রাসায়নিক সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২]
অথবা, গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ১০, ২০১২(পরি)]
অথবা, গ্লোবাল ওয়ামিং পটেনশিয়াল কী? [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]
অথবা, GWP বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক লেখ। [বাকশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭, ২০১২]
অথবা, হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০১১,২০১০]
অথবা, হিমায়ক 134a এর রাসয়ানিক নাম ও সংকেত লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। গ্রিনহাউজ ইফেকট কী? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। পরিবেশ বান্ধব রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। CO_2 এবং O_2 এর ভারসাম্যতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। গ্রীনহাউস প্রতিক্রিয়ার ফলে পরিবেশের কী পরিবর্তন হচ্ছে? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। ODS-কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। ওজোন (O_3) ডিপ্লেশন বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। সান্দ্রতা কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। দুটি কম্প্রেসার অয়েলের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। ফ্লক পয়েন্ট কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৮, ২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। তেল নির্বাচনে প্রবহমানতার গুরুত্ব লিখ। [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৯, ২০১০,২০১২ (পরি), ২০১২, ২০১৪]
অথবা, ক্লাউড পয়েন্ট কী? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। HFC রেফ্রিজারেন্টে কী তেল ব্যবহৃত হয় তার নাম লিখ।
অথবা, HFC হিমায়কে যে তেল ব্যবহৃত হয় এটির নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। কম্প্রেসর ওয়েল কী কাজ করে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, কম্প্রেসর অয়েল কেন ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। সান্দ্রতার উপর তাপের প্রভাব লিখ।
অথবা, সান্দ্রতা (Viscosity) এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১২, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, হিমায়ক রিকোভারী বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। রেফ্রিজারেন্ট রিসাইকেলিং বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৪]
অথবা, রিসাইক্লিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]
অথবা, হিমায়কপূর্ণ চক্রায়ন বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। রেফ্রিজারেন্ট রিক্লেইম বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০(পরি)]]
অথবা, হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১৫(পরি)]
অথবা, রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, রিক্লেইম কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০, ২০১১(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। হিমায়ক পুনঃলাভের দুটি পদ্ধতির নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৮, ২০১১ (পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। রেট্রোফিটিং বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৮, ২০১১ (পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১২ (পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। ড্রাই আইসের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, ড্রাই আইস কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪,২০১০]
অথবা, ড্রাই আইস বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। এয়ার সাইকেল হিট পাম্পের সংজ্ঞা দাও।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। হিট পাম্প বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, হিট পাম্প কী? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। বর্তমানে ব্যবহৃত হচ্ছে এমন কয়েকটি হিট পাম্পের নাম লিখ।
অথবা, হিট পাম্পের তালিকা দাও। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। হিট পাম্প ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৬, ২০১২ (পরি), ২০১৫(পরি)]
অথবা, হিট পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৯]
অথবা, শিল্পক্ষেত্রে হিট পাম্পের ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, হিট পাম্পে ৪টি ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০০৮, ২০১০, ২০১২, ২০১০ (পরি), ২০১৫(পরি)]
অথবা, COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?
অথবা, উদাহরণসহ হিট এক্সচেঞ্জার এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১০ (পরি)]
অথবা, হিট এক্সচেঞ্জার কী কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। উদাহরণসহ ডাইরেক্ট কন্টাক্ট হিট এক্সচেঞ্জার এর সংজ্ঞা দাও।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জার কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। শেল অ্যান্ড টিউব টাইপ হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। হিট এক্সচেঞ্জারে তাপ স্থানান্তরের হার নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। লগ মিন বা লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।
অথবা, LMTD-বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। ইভাপোরেটিভ এসির মূলতত্ত্বটি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৮, ২০১০]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, ইভাপোরিটিভ কুলির সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৪, ২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। ইভাপোরেটিভ এসির বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। ইভাপোরেটিভ রেফ্রিজারেশন সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। ইভাপোরেটিভ কুলিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১০]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর সংজ্ঞা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। একই আদর্শ প্রেসার এনথালপি ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। COP এর মান কীভাবে বাড়ানো যায়? [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, COP-এর গুরুত্ব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। RE, WD এবং COP নির্ণয়ের সূত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। একটি সম্পৃক্ত সরল হিমায়ন চক্রের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। RE = 90 kJ/kg এবং WD = 30 kJ/kg হলে Heat of condensation কত? [বাকাশিবো-২০১১ (পরি), ২০০৭, ২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। পি.এইচ চার্ট অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন Zone-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। DBT এবং WBT এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Critical temparatur, Critical pressure Ges Critical point এর সংজ্ঞা দাও।

অথবা, ক্রিটিক্যাঅল প্রেসার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ইন্টারকুলার ব্যবহৃত কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেসর পদ্ধতির সুবিধাসমূহ লিখ।

অথবা, সিঙ্গেল স্টেজ অপেক্ষা মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির সুবিধাগুলি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইন্টারকুলার ব্যবহৃত মাল্টিস্টেজ বা কম্পাউন্ড কম্প্রেশন পদ্ধতিগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি ফ্লাশ চেম্বারসহ ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।

অথবা, ফ্লোট চেম্বার ব্যবহার এর কারণ কী? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৭, ১২, ২০১১(পরি), ১৪]

অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপের বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২, ২০১১(পরি), ২০১৪]

অথবা, ভেপার কম্প্রেশন সিস্টেমের ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, একটি মাল্টিস্টেজ সিস্টেমের প্রবাহচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। নিম্ন তাপমাত্রা উৎপাদনের ক্ষেত্রে ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভেপার কম্পাউন্ড কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১১]
অথবা, মাল্টি-ইভাপোরেটর সিস্টেমের অসুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, মাল্টি-ইভাপোরেটর সিস্টেমের দুইটি সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১০(পরি)]
অথবা, মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশনে ওয়াটার ইন্টারকুলার কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, মাল্টি স্টেজ কম্প্রেশন সিষ্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৭]
অথবা, ডেডার কম্প্রেশন সাইকেল সাব-কুল্ড ও সুপার হিটের সুবিধা অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, কম্পাউড কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। নিম্ন তাপমাত্রার হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ইভাপোরেটরের চাপ কমলে RE এবং WD এবং (COP এর উপর কী প্রভাব পড়ে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ক্যাসকেড সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাল্টি রেফ্রিজারেন্টের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০, ২০১১ (পরি), ২০১২, ২০১৪]
অথবা, মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়? [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমে ব্যবহারের সুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ব্যাক প্রেসার ভালভ কী কাজ করে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। দু-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম PH ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১১ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকাশিবো-২০০৪,২০০৭, ২০১০ (পরি)]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সোলার হিট কোথায় কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]
অথবা, বাংলাদেশে সোলার হিটের প্রয়োগক্ষেত্রসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। এয়ার সোলার কালেক্টর চিত্রসহ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। সোলার কালেক্টর কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, দু'টি সোলার কালেক্টরের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। লিকুইড সোলার কালেক্টর কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১২, ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। সোলার হিট কালেক্টরগুলো নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রাহকের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১৫(পরি)]

অথবা, দুটি সোলার কালেক্টর এর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের কাজ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। সোলার এনার্জির প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। [বাকশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬]

অথবা, সোলার এনার্জি চালিত একটি রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিমায়কের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০১০ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। পাঁচটি হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং প্রতিটির ব্যবহার ক্ষেত্র লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। অর্গানিক ও ইনঅর্গানিক হিমায়কের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। হিমায়ক 502 এবং এর স্থলাভিষিক্ত হিমায়ক 69S এর মধ্যে চারটি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। হিমায়ক 69S এর পাঁচটি ভাল বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০, ২০১২ (পরি), ২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। হিমায়কের ভৌত গুণাবলিসমূহ লিখ।

অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের ভৌত গুণাবলি কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, আদর্শ রেফ্রিজারেন্টের ভৌত গুণাবলি কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলিসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, একটি আধুনিক হিমায়কের রাসয়নিক গুনাবলির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। হিমায়কের থার্মোডাইনামিক গুণাবলি কী কী লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। কোন কোন গুণের অধিকারী হলে একটি হিমায়ককে আদর্শ হিমায়ক বলা যায়?

অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

অথবা, আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। আধুনিক হিমায়কের ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকশিবো-২০০৮,২০০৯,২০১০, ২০১১ (পরি), ২০১২ (পরি), ২০১৪]
অথবা, আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন তা লেখ। [বাকশিবো-২০১১]
অথবা, আধুনিক রেফ্রিজারেন্টের চারটি সুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, তিনটি আধুনিক হিমায়কের গুণাবলি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, আধুনিক হিমায়কের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। হ্যালো কার্বন রেফ্রিজারেন্টের নম্বর প্রদানের নিয়ম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪,২০০৮]
অথবা, হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেন্টের নামারিং করার পদ্ধতি উদাহরণসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। চিকিৎসা ক্ষেত্রে হিমায়কের চারটি ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় না কেন?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। হিমায়ক-১১ এর ব্যবহার বন্ধ করার বৈজ্ঞানিক যুক্তি কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক বলতে কী বুঝ?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। আধুনিক হিমায়কের সুবিধাসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। চারটি পরিবেশ বান্ধব হিমায়কের রাসায়নিক সংকেতসহ নাম লিখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ODS ও ODP ও GWP বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। CFC এর সাথে ওজোন এর বিক্রিয়াটি লিখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। গ্রীনহাইজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭,২০১২, ২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। গ্রীনহাইস প্রতিক্রিয়া ব্যক্ত কর। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। পরিবেশ বন্ধু হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকা প্রয়োজন লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। CFC হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫,২০০৬, ২০০৭, ২০১১ (পরি)]
অথবা, সিএফসি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশকে ক্ষতি করে, লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। ODP এবং GWP এর মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। ক্লাউড পয়েন্ট ও পোরপয়েন্ট তেল নির্বাচনে কীভাবে প্রভাবিত করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। কম্প্রেসর অয়েলের ৪টি বৈশিষ্ট্য লিখ এবং যে কোন একটির ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। আধুনিক হিমায়কের জন্য ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২

অথবা, একটি ভাল কম্প্রেসর অয়েলের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন লেখ। [বাকাশিবো-

অথবা, কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০১১

অথবা, রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭,

অথবা, কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনে যে চারটি বিষয়ে গুরুত্ব দিতে হয়, তা লিখ। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। রিক্লেইম ও রিসাইকেলিং এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। R-12 ব্যবহৃত চক্রে R-134a এবং HC-blend হিমায়ক চার্জ করার তুলনামূলক পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। আধুনিক তেল চার্জকরণ পদ্ধতি লিখ। [বাকাশিবো-২০১০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১০ (পরি), ২০১২,

অথবা, কৃত্রিম উপায়ে তুষার তৈরির পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪,

অথবা, বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। পুনঃলাভ এবং পুনঃচক্রায়নের ব্যাখ্যা দাও। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১০,

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। রেফ্রিজারেন্টকে কীভাবে রিকোভারি করা যায় চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। হিমায়ক রিকোভারী করার প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। একটি হিমায়ক রিকোভারী পদ্ধতি অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। যে কোন একটি হিমায়ক রিক্লেইম করা যায় না এবং কেন? [বাকাশিবো-

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৪]
অথবা, রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে দু'টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১২]
অথবা, রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে ১ টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। ওয়াটার টু এয়ার হিট পাম্পের চিত্রটি অঙ্কন কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। Geothermal heat পাম্প এবং Air source হিট পাম্প Solar heat পাম্প এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। হিট এক্সচেঞ্জারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
অথবা, দু'টি হিট এক্সচেঞ্জারের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। রিজেনারেটর হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। প্যারালাল ফ্লো, কাউন্টার ফ্লো এবং ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। চিত্রসহ ডাইরেক্ট হিট এক্সচেঞ্জারের বর্ণনা দাও।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ২০০৭, ২০১০, ২০১২]
অথবা, একটি হিট এক্সচেঞ্জার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। চিত্রসহ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। হিট এক্সচেঞ্জার এর প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। হিট এক্সচেঞ্জারের সাইজ কী কী বিষয়ের ওপরে নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্রসহ প্রকারভেদ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহারে সুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। হিট এক্সচেঞ্জার এর ব্যবহার লিখ? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। ইভাপোরেটিভ কুলার এর ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১০ (পরি)]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০০৯]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চারটি ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। ইভাপোরেটিভ এসির সুবিধা এবং অসুবিধাসমূহ লিখ।
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর অসুবিধাগুলো লিখ।
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং এর অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলারের অসুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১২]
অথবা, ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের নাম ও কাজ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। দুই প্রকার ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। কুইক ফ্রিজিং এবং স্লো-ফ্রিজিং এর মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪]
অথবা, কুইক ফ্রিজিং এবং শার্প ফ্রিজিং এর মধ্যে ৪টি পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। P-H চার্টের সরল সম্পৃক্ত হিমায়ন চক্র এঁকে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের ট্রপিক্যাল চিত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করে তাদের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। P-H এবং T-S ডায়াগ্রামের বিভিন্ন ধরনের লাইন ও জোনের নাম লিখে কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। R – 12 ব্যবহৃত 1 টন ক্ষমতাসম্পন্ন একটি হিমায়ন যন্ত্র 0°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 50°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় কাজ করছে। নিচের তথ্যের ভিত্তিতে সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন হিসেবে হিমায়ন যন্ত্রের COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি হিমায়ন যন্ত্রটিকে 5°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 60°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তবে নিচের তথ্যানুযায়ী ওটির COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর।
তথ্যাদি ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে	হিট পাম্পের ক্ষেত্রে
h_1 = 186 kJ/kg.	h_1 = 185 kJ/kg.
h_2 = 215 kJ/kg.	h_2 = 225 kJ/kg.
h_3 = 215 kJ/kg.	h_2 = 100 kJ/kg.

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। লিকুইড ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
অথবা, লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেম চিত্রে দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার এবং লিকুইড সাবকুলার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলারযুক্ত একটি টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতি প্রবাহচিত্র ও p-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং লিকুইড ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহৃত দু'ধাপে সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
অথবা, ওয়াটার ইন্টার কুলার লিকুইড সারকুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অংকন কর। [বাকাশিবো-২০০৭,২০০৮,২০১০,২০১২, ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রীস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৭, ১০, ১১(পরি), ১২(পরি), ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। C.O.P বৃদ্ধির উপায়গুলো চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। একাধিক ইভাপোরেটর এবং কম্প্রেসর ব্যবহৃত পদ্ধতির নামগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। বিভিন্ন তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন কম্প্রেসর, এক্সপানশন ভাল্‌ভ ও ইভাপোরেটর ব্যবহৃত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কেসকেট রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে কীভাবে নিম্ন তাপমাত্রা সৃষ্টি করে তা বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০]
অথবা, ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। থ্রী স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেম এর প্রবাহ চিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি টু-স্টেজ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র সহকারে কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেসন সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪(পরি), ২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। মাল্টিপল এক্সপানশন ভালভ ব্যবহৃত পদ্ধতির বিস্তারিত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। এয়ার টাইপ সোলার হিটিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। লিকুইড টার্বো সোলার হিটার এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সৌরশক্তি ব্যবহৃত হিউমিডিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। সৌরশক্তি ব্যবহৃত বাৎসরিক শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২১। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকশিবো-২০০৪, ০৭, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সোলার হীটকে কীভাবে ব্যবহার করা যায় তা চিত্রসহ বর্ণনা কর।[বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]
অথবা, সৌরশক্তি কাজে লাগিয়ে কীভাবে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ করা যায়, বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০১১ (পরি)]
অথবা, সৌরশক্তি ব্যবহার করে শীতলীকরণ পদ্ধতির সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সোলার হীট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
[বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫, ২০০৬, ২০১০, ২০১০ (পরি), ২০১২, ২০১৪]
অথবা, সৌরশক্তির সাহায্যে চালিত ভ্যাপার অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রের কার্যপ্রণালি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর। [বাকশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সৌরশক্তির মাধ্যমে চালিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হিমায়কের নামকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
অথবা, R-12 এবং R–717 হিমায়কের বাণিজ্যিক নাম্বারের তাৎপর্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। বিভিন্ন ধরনের হিমায়কের কালার কোড লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। গ্রীনহাউজ ইফেক্ট বলতে কী বুঝ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। মনট্রিল প্রোটকল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক এর উপর মনট্রিল প্রোটকন (Montreal Protocols) এবং ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট (Clean are act) কী, তা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ০৫টি পরিবেশ বান্ধব আধুনিক হিমায়কের নাম সংকেতসহ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ODS, ODP, GWP, CFC এবং HFC, HCFC বলতে কী বুঝায়।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ওজোন স্তর ক্ষয়, গ্রীনহাউজ ইফেক্ট এবং গ্লোবাল ওয়ার্মিং বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ওজোন স্তরের সাথে ক্লোরিনের রাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণসহ উল্লেখ করে দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। কম্প্রেসর ওয়েলের গুণাবলি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, কম্প্রেসর ওয়েলের কী কী গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন তা ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। সিস্টেম থেকে হিমায়ক বের করার সময় কী কী নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয় লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। R-12 ব্যবহৃত চক্রে R-134a চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অথবা, একটি R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৪, ২০০৫, ২০০৬, ২০০৭, ২০০৮]

অথবা, R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেম কীভাবে রূপান্তর করা যায়। ধারাবাহিকভাবে লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। R-12 ব্যবহৃত চক্রে HC-blend চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি)]

অথবা, হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC– Blend) চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪]

অথবা, হিমায়ক আর-১২ এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারি করার পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬, ০৯, ১০ (পরি), ১১ (পরি), ১২, ১৪]

অথবা, বরফের সাহায্যে কীভাবে হিমায়ক পুনঃলাভ করা যায়, তা সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, একটি হিমায়ন চক্রের হিমায়ক রিকোভারি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। প্রমাণ কর যে, হিট পাম্পের COP রেফ্রিজারেটরের COP-এর চেয়ে এক বেশি।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। হিট পাম্পের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। কুলিং ও হিটিং মুডসহ হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২ (পরি), ২০১৪, ২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। একটি হিট পাম্প সাইকেল অঙ্কন করে উহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। শিল্পকারখানায় হিট পাম্পের ব্যবহার বিস্তারিত আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। হিট এক্সচেঞ্জার বলতে কী বুঝায়? বিভিন্ন ধরনের হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন পূর্বক বর্ণনা দাও।

অথবা, হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন পূর্বক বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। প্যারালাল ফ্লো কাউন্টার হিট এক্সচেঞ্জারের প্রবাহীর প্রবাহ ও তাপমাত্রা বন্টনের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। হিট এক্সচেঞ্জারের লগ মিন বা লগারিদমিক মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স Δt_m-এর সমীকরণ প্রতিপাদন করে দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। প্যারালাল ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। উইন্ডো টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলার-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ইভাপোরেটিভ কুলারের ব্যবহার বাংলাদেশে ব্যাপকভাবে প্রসার না ঘটার কারণ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। ইভাপোরেটিভ কুলার নির্বাচন এবং ডিজাইনে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০০৯, ২০১০ (

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। একটি ইভাপোরেটিভ কুলার এর গঠন এবং কার্য পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২

অথবা, একটি ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। এলাইস (Alice) ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চিত্র অঙ্কন করে উহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 134a হিমায়ক ব্যবহৃত একটি শীতকের বাষ্পীভবন তাপমাত্রা (-10)° সেঃ এবং ঘনীভবন তাপমাত্রা 40° সেঃ। সাকশন লাইনে কেলভিন সুপারহিট হলে (a) রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (Refrigerating effect – RE) (b) কমপ্রেসর কর্তৃক কাজ (Work done b compressor – WD) এবং (c) কো-ইফিশিয়েন্ট অব পারফরম্যান্স (Co-efficient of performance – COP) নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। হিমায়ক-502 ব্যবহৃত একটি হিমায়ক চক্রের ঘনীভবন তাপমাত্রা 35° সেঃ এবং বাষ্পীভবন তাপমাত্রা (– 25)° কমপ্রেসরের সাকশনের সম্পৃক্ত হিমায়কের পরিবর্তে 7° সেঃ উত্তপ্ত (সুপারহিট) বাষ্প প্রবেশ করে এবং তরল হিমায় 15° পর্যন্ত অবশীতল করা হলে প্লান্টের (ক) RE (খ) WD এবং (গ) COP নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রে 7.5 এবং 1.5 ব্যারোমেট্রিক চাপে যথাক্রমে ঘনীভূ বাষ্পীভবন ঘটে। বাষ্পীভূত হিমায়ক (–15)° সেঃ ইভাপোরেটর ত্যাগ করে এবং 30° সেঃ কন্ডেন্সার ত্যাগ করে। হি চক্রের ইভাপোরেটরের ক্ষমতা 5 কিলোওয়াট হলে নির্ণয় কর– (ক) COP এবং (খ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমাণ।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

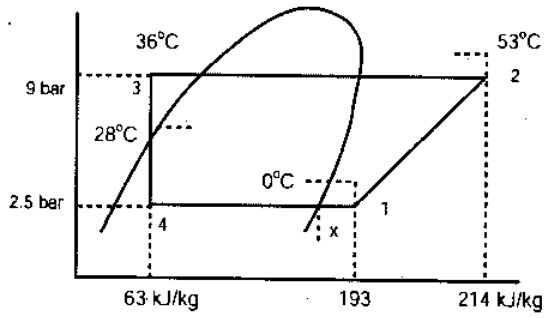
৪। 175 কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘনীভবন তাপমাত্রা 30° সেঃ এবং এক্সপা ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (–8)° সেঃ কমপ্রেসরে প্র করে। নির্ণয় কর– [বাকাশিবো-২০১০(পরি), ২০১১(

(ক) চক্রের COP (খ) কমপ্রেসরের পাওয়ার (Compressor power) (গ) ঘনীভবন ক্ষমতা (Condensing capacity)

অথবা, অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশান ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্র করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (– 8°)C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথ 1464 kJ/kg। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 325 kJ/kg কম্প্রেসর দিয়ে কম্প্রেসড্ বাষ্পের এনথালপি 1635 kJ/kg হলে বের (ক) হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ, (খ) COP., (গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা। [বাকাশিবো-২

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিমায়ক-১২ ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ 0.854 কেজি/সেঃ। প্লান্টের ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন চাপ যথাক্রমে 9.0 এবং 2.5 বার (bar)। মিটারিং ডিভাইসে তরল পৌঁছার পূর্বে 8 ডিগ্রি অবশীতল করা হয় এবং কমপ্রেসরে 0° সেঃ এর হিমায়ক প্রবেশ করে। নির্ণয় কর– (ক) চক্রের COP। (খ) কমপ্রেসরের নির্গত গ্যাসের তাপমাত্রা এবং সুপারহিটের পরিমাণ। (গ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা। (ঘ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা।



উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিড তাপমাত্রা (– 10)° সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সেঃ। হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5° সেঃ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330 kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/ kg হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) হিমায়ক প্রবাহের হার অথবা, হিমায়কের পরিমাণ। (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) COP ।

[বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৭, ২০১০, ২০১২, ২০১০ (পরি),২০১২, ২০১৪, ২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। R-12 ব্যবহৃত 1 টন ক্ষমতাসম্পন্ন একটি হিমায়ন যন্ত্র 0°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 50°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা কাজ করছে। নিচের তথ্যের ভিত্তিতে সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন হিসেবে হিমায়ক যন্ত্রের COP এবং কম্পেসরে ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি হিমায়ন যন্ত্রটিকে –5°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 60°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তবে নিচের তথ্যানুযায়ী এর COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

তথ্যগুলো ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে	হিট পাম্পের ক্ষেত্রে
$h_1 = 186$ kJ/kg	$h_1 = 185$ kJ/kg
$h_2 = 215$ kJ/kg	$h_2 = 225$ kJ/kg
$h_3 = 85$ kJ/kg	$h_3 = 100$kJ/kg

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্যে হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 20°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357 kJ/ kg সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 225 kJ/kg সুপারহিটের বাষ্পের এনথালপি 377 kJ/kg হলে বের কর ঃ (ক) হিমায়কের পরিমাণ। (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা। (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট (আয়তনিক দক্ষতা .৭৫%)।(ঘ) COP ।[বাকাশিবো-২০০৩,২০০৫,২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘণীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (–8)°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 1464 kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলে এনথালপি 325kJ/kg কম্প্রেসর দিয়ে কম্প্রেসড বাষ্পের এনথালপি 1635 kJ/kg হলে বের কর ঃ (ক) হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ; (খ) COP; (গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের অ্যানথালপি 22kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের অ্যানথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ (খ) কমপ্রেসরের ক্ষমতা, (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, যদি আয়তনিক দক্ষতা 85% হয়, (ঘ) COP (হিট পাম্প) [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৫]

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি R-12 হিমায়কের থার্মোডাইনামিক্স প্রপারটি সাকসন উষ্ণতার বাষ্পীয় হিমায়কের আপেক্ষিক আয়তন এবং এনথালপি যথাক্রমে 15°C উষ্ণতার V = 92.7 লি./কেজি এবং এনথালপি 223.54 kJ/kg। বাষ্পীয় হিমায়ক সংকোচনের পর এনথালপি 344.94 kJ/kg এবং হিমায়কের প্রসারণ এনথালপি 135.34 kJ/kg হয় তবে বাহির কর যে, (ক) কার্যকরী হিমায়ন (খ) কম্প্রেসরের বাষ্প (গ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমান (ঘ) COP।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। নিম্নলিখিত ডাটাসমূহ ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ একটি টু স্টেজ অ্যামোনিয়া কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের–

কন্ডেন্সিং প্রেসার = 14 bar; ইভাপোরেটর প্রেসার = 2 bar; ইন্টারকুলার প্রেসার = 15 bar; ইভাপোরেটর লোড = 2 Tk.; যদি ডি-সুপারহিটেড বাষ্প ও সাবকুলড তরল হিমায়কের তাপমাত্রা 30°C হয়, তাহলে বের কর–

১। সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় পাওয়ার। ২। সিস্টেমের C.O.P

উত্তর সংকেত অধ্যায় ২ এর উদাহরণ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। যদি সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357 kJ/kg । সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি ২২০kJ/kg এবং সুপার হিটেড বাষ্পের এনথালপি 377 kJ/kg হলে হিট পাম্পের wp কত হবে।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১০ এর উদাহরণ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি রেফ্রিজারেটরে ইভাপোরেটর প্রতি মিনিটে 22kg শোষণ করে এবং কন্ডেন্সার প্রতি মিটিটে 27 kg পরিত্যাগ করে। তাহলে রেফ্রিজারেন্ট কপ এবং হিট পাম্পের কপ কত হবে।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১০ এর উদাহরণ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। টিউবযুক্ত একটি হিট এক্সচেঞ্জারের ভেতর দিয়ে 20 kg/min হারে এগজস্ট গ্যাস প্রবাহিত হয়ে ঠাণ্ডা হয় এবং 450°C তাপমাত্রা থেকে 150°C তাপমাত্রায় পরিণত হয়। ঠাণ্ডা করার কাজে পানি ব্যবহৃত হয় যার প্রাথমিক তাপমাত্রা 20°C। গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ 1.23 kJ/kgk এবং সার্বিক তাপ স্থানান্তর গুণাঙ্ক 140W/m^2 K. যদি পানি 25 kg/min হারে প্রবাহিত হয়, তবে হিট এক্সচেঞ্জারের সারফেস এরিয়ার পরিমাণ নির্ণয় কর ঃ (i) প্যারালাল ফ্লো এর জন্য (ii) কাউন্টার ফ্লো এর জন্য।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ১১ এর উদাহরণ ১১.১ নং দ্রষ্টব্য।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৩

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা

পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২। হিমায়ন চক্রের উপর হিমায়কের ইভাপোরেটিং ও কন্ডেন্সিং প্রেসারের প্রভাব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হিমায়ক 134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। রেট্রোফিট (Retrofit) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি আধুনিক হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারী চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘণ্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের অ্যানথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 22kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, যদি আয়তনিক দক্ষতা 85% হয়, (ঘ) COP (হিট পাম্প)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

২। হিমায়ন চক্রে ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ডাইরেক্ট স্টেজিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। রেফ্রিজারেটিং ইফেক্ট (Effect) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। O D S কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ফ্লোট চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। এয়ার সোলার কালেক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি যান্ত্রিক হিমায়ন চক্রে যে থার্মোডিনামিক প্রক্রিয়া বিদ্যমান, তা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হিট অব কন্ডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্লক পয়েন্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের নাম ও কাজ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কুইক ফ্রিজিং এবং শার্প ফ্রিজিং এর মধ্যে ৪টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। যে কোন একটি হিমায়ক রিক্লেইম করা যায় না এবং কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ব্যবহারের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের কাজ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনে যে চারটি বিষয়ের গুরুত্ব দিতে হয়, তা লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হিট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। হিমায়ক-১১ এর ব্যবহার বন্ধ করার বৈজ্ঞানিক যুক্তি কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ODP এবং GWP এর মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক এর উপর মনট্রিল প্রোটোকল (Montreal protocols) এবং ক্লিন এয়ার অ্যাক্ট (Clean air act) কী, তা লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেম কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বরফের সাহায্যে কীভাবে হিমায়ক পুনঃলাড করা যায়, তা সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা $(-10)^\circ$ সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সেঃ। হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5° সেঃ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330 kJ/kg; সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা (গ) COP।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। হিমায়ন চক্রে ইন্টারকুলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। R – 22 হিমায়কের সুপ্ততাপ বেশি হওয়া সত্ত্বেও আবাসিক রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় না কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফ্লাশ গ্যাস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। গ্রীনহাউস প্রতিক্রিয়ার ফলে পরিবেশের কী পরিবর্তন হচ্ছে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। আদর্শ রেফ্রিজারেন্টের ভৌত গুণাবলি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ক্যাসকেড সিস্টেমের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ড্রাই আইস কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। CFC বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ইভাপোরেটিভ কুলিং এর সংজ্ঞা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। আধুনিক হিমায়কের সঙ্গে ব্যবহৃত দুটি তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ১০ × ২ = ২০)

১১। ভেপার কম্প্রেশন সাইকেলে সাব-কুল্ড ও সুপারহিটের সুবিধা-অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত দুই ধাপের বাষ্প সংকোচন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাসকেট সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারী ও রিক্লেইম (Reclaim) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেন্টের নামারিং করার পদ্ধতি উদাহরণসহ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বাংলাদেশের সোলার হিটের প্রয়োগক্ষেত্রসমূহ লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কৃত্রিম উপায়ে তুষার তৈরির পদ্ধতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। দুই প্রকার ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি হিমায়ক রিকোভারী পদ্ধতি অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০। আধুনিক রেফ্রিজারেন্টের চারটি সুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি হিট পাম্প সাইকেল অঙ্কন করে এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। অ্যালাইস (Alice) ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চিত্র অঙ্কন করে এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কম্প্রেসর ওয়েলের কী কী গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন, তা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৫

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

আরএটি-৬৫৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে ১টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২। হিমায়ন চক্রের উপর হিমায়কের ইভাপোরেটিং ও কন্ডেন্সিং প্রেসারের প্রভাব কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হিমায়ক 134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। রেট্রোফিট (Retrofit) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ১০ × ২ = ২০)

১১। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি আধুনিক হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারী চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজরপশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের অ্যানথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 225kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, যদি আয়তনিক দক্ষতা 85% হয়, (ঘ) COP (হিট পাম্প)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

আরএটি-৬৫৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে দু'টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রেট্রোফিট (Retrofit) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হিমায়ক 134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হিট পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি আধুনিক হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারী চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘন্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 225kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, যদি আয়তনিক দক্ষতা 85% হয়, (ঘ) Co (হিট পাম্প)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মধ্যে দু'টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিমায়ক চক্রের উপর হিমায়কের ইভাপোরেটিং ও কন্ডেন্সিং প্রেসারের প্রভাব কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রেট্রোফিট (Retrofit) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিট পাম্পের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হিমায়ক 134a এর সঙ্গে ব্যবহৃত তেলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। লগ মিন টেম্পারেচার ডিফারেন্স (LMTD) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাসকেড সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি আধুনিক হিমায়কের রাসায়নিক গুণাবলির উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সোলার এনার্জি ব্যবহারপূর্বক ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারী চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যাবলি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। R–12 সিস্টেমকে R–134a সিস্টেমে কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R–12 হিমায়ক ব্যবহৃত সিস্টেম প্রতি ঘণ্টায় 100 MJ তাপে গরম করার জন্য হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে সাইকেলটি 15°C হতে 50°C তাপমাত্রার মধ্যে চলছে। সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 357kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 225kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 377kJ/kg, হলে বের কর ঃ
(ক) হিমায়কের পরিমাণ, (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) পিস্টন ডিসপ্লেসমেন্ট, (আয়তনিক দক্ষতা 75%) (ঘ) CO (হিট পাম্প)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৭

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। PH চার্টের তিনটি অঞ্চলের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ফ্লাশ চেম্বার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কম্পাউন্ড কম্প্রেসন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চারটি ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। CO_2 এবং O_2 এর ভারসাম্যতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। রিক্লেইম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। RE = 90 kJ/kg এবং WD = 30 kJ/kg হলে Heat of condenstation কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইভাপোরেটরের চাপ কমলে RE, WD এবং COP এর উপর কী প্রভাব পড়ে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। লিকুইড সোলার কালেক্টর কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। চিকিৎসা ক্ষেত্রে হিমায়কের চারটি ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। গ্রীনহাউস ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হিমায়ক 69_S এর পাঁচটি ভাল বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পুনঃলাভ এবং পুনঃচক্রায়নের ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। দ্রুত ব্যালেন্সিং পদ্ধতির ধাপগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং ফ্লাস ইন্টারকুলার যুক্ত টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র এবং P-ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সৌরশক্তি কাজে লাগিয়ে কীভাবে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ করা যায়, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি R–12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বায়ু সরবরাহ ব্যবস্থার ব্যালান্সিং করার দু'টি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৭

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। হিমায়ন চক্রে ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। ফ্লাশ গ্যাস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। আদর্শ রেফ্রিজারেন্টের ভৌত গুণাবলি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মাঝে দু'টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিট অব্ কন্ডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাঙ্ক লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহারের কারণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। CFC বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। একটি যান্ত্রিক হিমায়ন চক্রে যে থার্মোডিনামিক প্রক্রিয়া বিদ্যমান, তা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের নাম ও কাজ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কুইক ফ্রিজিং এবং শার্প ফ্রিজিং এর চারটি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বাংলাদেশ সোলার হিটের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী বিষয় (Factor) বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। হিট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে কীভাবে রূপান্তর করা যায়, ধারাবাহিকভাবে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কম্প্রেসর ওয়েলের গুণাবলি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা (–10)° সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সেঃ হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5° সেঃ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পে এনথালপি 330 kJ/kg; সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360kJ/kg; হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ, (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) COP।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। সিএফসি ও হিমায়ক কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। পরিব্যাপ্ত সৌরতাপ বিকিরণের সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহারের উদাহরণ দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফ্লাশ চেম্বারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কম্পাউন্ড কম্প্রেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ইভাপোরেটিভ কুলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। উদাহরণসহ হিট এক্সচেঞ্জারের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রেট্রোফিট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্রক পয়েন্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। হ্যালোকার্বন রেফ্রিজারেন্টের নম্বর প্রদানের নিয়ম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রাহকের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ক্যাসকেড সিস্টেম সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেসনে ওয়াটার ইন্টারকুলার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ইভাপোরেটিভ কুলিং এর অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ক্রস-ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্রসহ প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। শিল্পক্ষেত্রে হিট পাম্পের ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। আধুনিক হিমায়কের চারটি বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। R – 12 ব্যবহৃত 1 টন ক্ষমতা সম্পন্ন একটি হিমায়ন যন্ত্র 0°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 50°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় কাজ করছে। নিচের তথ্যের ভিত্তিতে সরল বাষ্প সংকোচন হিমায়ন হিসেবে হিমায়ন যন্ত্রের COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি হিমায়ন যন্ত্রটিকে 5°C ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা এবং 60°C কন্ডেন্সিং তাপমাত্রায় হিট পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তবে নিচের তথ্যানুযায়ী ওটির COP এবং কম্প্রেসরের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ

হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষেত্রে	**হিট পাম্পের ক্ষেত্রে**
$h_1 = 186$ kJ/kg.	$h_1 = 185$ kJ/kg.
$h_2 = 215$kJ/kg.	$h_2 = 225$kJ/kg.
$h_3 = 215$kJ/kg.	$h_2 = 100$kJ/kg.

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। R–12 সিস্টেমকে R – 134a সিস্টেমে রূপান্তরের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ইভাপোরেটিভ কুলার নির্বাচন এবং ডিজাইনে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। সৌর শক্তির মাধ্যমে চালিত বাষ্প সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ওয়াটর ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং পি.এইচ ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ইন্টারকুলারের চাপ নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী = এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর = নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফ্লাশ চেম্বারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পরিব্যাপ্ত সৌরতাপ বিকিরণের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। দু'টি সোলার ক্যালেক্টরের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মাল্টি ইভাপোরেটর ব্যবহার ক্ষেত্রের উদাহরণ দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সান্দ্রতা (Viscosity) এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। 'রেট্রোফিট' বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। দু'টি হিট এক্সচেঞ্জারের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। সিঙ্গেল-স্টেজ কম্প্রেশন অপেক্ষা মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির সুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সোলার এনার্জি চালিত একটি রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কম্প্রেসর অয়েল নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। R-12 এবং R-717 হিমায়কের বাণিজ্যিক নম্বরের তাৎপর্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Recovery, Recycling এবং Reclaim কী, বুঝিয়ে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। আধুনিক হিমায়কের চারটি বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Geothermal হিট পাম্প ও Air source হিট পাম্পের পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হিট এক্সচেঞ্জারের ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ইভাপোরেটিভ কুলিং এর ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি মাল্টিস্টেজ সিস্টেমের প্রবাহচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাব-কুলারযুক্ত একটি টু স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতি প্রবাহচিত্র ও p-h ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। 250 kw ক্ষমতাসম্পন্ন অ্যামোনিয়া চালিত একটি হিমায়ন যন্ত্রের ইভাপোরেটরের তাপমাত্রা −২৫° সেন্টিগ্রেড এবং কন্ডেন্সার তাপমাত্রা ৩৫° সেন্টিগ্রেড। হিমায়ন চক্রটি ইন্টারকুলারযুক্ত। দ্বিতীয় ধাপে কম্প্রেশনকালে ফ্লাশ গ্যাসকে সংকুচিত করা হয়। হিমায়ন চক্রটি আঁক এবং নিচের তথ্যের ভিত্তিতে হিমায়ন যন্ত্রটি পরিচালনার জন্য কত ক্ষমতার প্রয়োজন হবে, নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ নিচু ধাপের কম্প্রেসরের সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি = ১৪৩০ kJ/kg
নিচু ধাপের কম্প্রেশন শেষে এনথালপি = ১৫৭৩ kJ/kg
ইন্টারকুলারের নির্গত সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি = ১৪৬৩ kJ/kg
উঁচু ধাপের কম্প্রেশন শেষে এনথালপি = ১৬২০ kJ/kg
উঁচু ধাপের সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি = ৩৩৬ kJ/kg
নিচু ধাপের সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি = ২০২ kJ/kg

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর উদাহরণ ২.২ নং এর অনুরূপ।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম
২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯
টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬৫

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। ফ্লাশ চেম্বার এর কাজ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। কম্পাউন্ড কম্প্রেসন সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সোলার হীট কালেক্টরের কাজ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। পৃথিবীর প্রথম হিমায়ন যন্ত্রের নাম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কম্প্রেসরে ওয়েল কেন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিমায়কপূর্ণ চক্রায়ন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। C.F.C হিমায়ক বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হীট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক নাম ও সংকেত লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ভেপার কম্প্রেশন সিস্টেমের ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। নিম্ন তাপমাত্রার হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কম্প্রেসর ওয়েলের ক্লাউড পয়েন্ট ও ফ্লক পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। তিনটি আধুনিক হিমায়কের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কম্পাউন্ড কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ইলেকট্রোপ্লেটিং কীসের তৈরি?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। সৌর শক্তির সাহায্যে চালিত ভ্যাপার অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রের কার্যপ্রণালি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি হিমায়ন চক্রের হিমায়ক রিকোভারি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি টু-স্টেজ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র সহকারে কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (–8)°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 1464 kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 325kJ/kg কম্প্রেসর দিয়ে কম্প্রেসড বাষ্পের এনথালপি 1635 kJ/kg হলে বের কর ঃ (ক) হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ; (খ) COP; (গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি আদর্শ হিমায়কের বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কম্প্রেসর ওয়েলের ক্লাউড পয়েন্ট ও ফ্লক পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। তিনটি আধুনিক হিমায়কের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কম্পাউন্ড কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ইলেকট্রোপ্লেটিং কীসের তৈরি?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। সৌর শক্তির সাহায্যে চালিত ভ্যাপার অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির হিমায়ন চক্রের কার্যপ্রণালি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি হিমায়ন চক্রের হিমায়ক রিকোভারি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি টু-স্টেজ বিশিষ্ট ক্যাসকেড সিস্টেম এর চিত্র সহকারে কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেমের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত একটি হিমায়ন চক্রে ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। এ হিমায়ক (–8)°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 1464 kJ/kg, সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 325kJ/kg কম্প্রেসর দিয়ে কম্প্রেসড বাষ্পের এনথালপি 1635 kJ/kg হলে বের কর ঃ (ক) হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণ; (খ) COP; (গ) কম্প্রেসর এর ক্ষমতা ও ঘনীভবন ক্ষমতা।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম
৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০
টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬০

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা

পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। সি.এফ.সি ফ্রি হিমায়ক কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ইভাপোরেটিভ কুলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান দিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রিক্লেইম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। LMTD বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। আর্দশ রেফ্রিজারেন্ট এর ভৌত গুণাবলি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ড্রাই আইস কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ক্যাসকেড সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। আধুনিক হিমায়কের চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। RE = 90 kJ/kg এবং WD = 30 kJ/kg হলে Heat of Condensation কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। হিমায়ক 69_S এর পাঁচটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। পুনঃলাভ ও পুনঃচক্রায়নের ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কৃত্রিম উপায়ে তুষার তৈরির পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কুইক ফ্রিজিং এবং শার্প ফ্রিজিং এর মাঝে ৪টি পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি হিট Exchanger ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং পি-এইচ ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা 5°C এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সে.। হিমায়ক কম্প্রেসরের প্রবেশের পূর্বে 5°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330 kJ/kg, সুপার হিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ, (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা, (গ) COP

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ওয়াটার ইন্টারকুলারস থ্রী-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ইভাপোরেটিভ কুলার এর গঠন এবং কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬০

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। PH চার্টের অঞ্চল কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ফ্লাশ চেম্বার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্রিটিক্যাল প্রেসার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রিক্লেইম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। রিট্রোফিট (Retrofit) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্যাসকেড সিস্টেমের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইন্টারকুলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কম্প্রেসর ওয়েল নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। দু-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। আধুনিক হিমায়কের ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হিট পাম্পের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। CFC হিমায়কে কীভাবে পরিবেশের ক্ষতি করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। RE = 90 kJ/kg এবং WD = 30 kJ/kg হলে Heat of Condensation কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। দ্রুত ব্যালেন্সিং পদ্ধতির ধাপগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু-স্ট্রেজ কম্প্রেসশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারী করার পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। থ্রী স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের প্রবাহ চিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি 175 kW ক্ষমতাসম্পন্ন অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রের ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে সেচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার (bar)। হিমায়ক (– 8°C) তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে।

নির্ণয় কর ঃ (ক) চক্রের COP; (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) কন্ডেন্সেশন ক্যাপাসিটি।

তথ্যাদি ঃ $H_1 = 1464$ kJ/kg; $H_2 = 1635$ kJ/kg ; $H_4 = 325$ kJ/kg

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সৌরশক্তি কাজে লাগিয়ে কীভাবে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ করা যায়, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬০

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। কেসকেট রেফ্রিজারেশন সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। হিট এক্সচেঞ্জার কী কাজ করে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। C.F.C বলতে কী ধরনের হিমায়ককে বোঝায় লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। এনথালপি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রিসাইক্লিং বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। গ্রিনহাইজ ইফেক্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কম্প্রেসর অয়েল কী কাজ করে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হিট পাম্প কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সোলার হিটিং বলতে কী বোঝায় লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। পরিবেশ বন্ধু হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকা প্রয়োজন লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি ভাল কম্প্রেসর অয়েলের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। হিমায়ক রিকোভারী করার প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ইন্টারকুলার কী কাজ করে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রিসাইক্লিং এবং রিক্লেম এর পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। হিট পাম্পের তালিকা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হিট এক্সচেঞ্জার এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকার প্রয়োজন তা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ব্যাক প্রেসার ভালভ কী কাজ করে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। কেসকেট রেফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে কীভাবে নিম্ন তাপমাত্রা সৃষ্টি করে তা বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি ১৫ × ১৫ সে.মি. স্ট্রোক এবং গ্যাস এর ২ সিলিন্ডার বিশিষ্ট অ্যামোনিয়া কম্প্রেসর প্রতি মিনিটে ৪৮০ বার ঘুরলে ঐ কম্প্রেসর এর শীতল ক্ষমতা কত হবে?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। লিকুইড টার্বো সোলার হীটার এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি R-12 হিমায়কের থার্মোডায়নামিক্স প্রোপারটি সাকসন উষ্ণতায় বাষ্পীয় হিমায়ক এর আপেক্ষিক আয়তন এবং এনথালপি যথাক্রমে ১৫° সে. উষ্ণতার V = ৯২.৭ লি/কেজি, এবং এনথালপি ২২৩.৫৪ কি.জু/কেজি। বাষ্পীয় হিমায়ক সংকোচন এর পর এনথালাপি ৩৪৪.৯৪ কি.জু/কেজি এবং হিমায়কের প্রসারণ এনথালপি ১৩৫.৩৪ কি.জু/কেজি হয় তবে বাহির কর যে,

(ক) কার্যকরী হিমায়ন। (খ) কম্প্রেসরের বাষ্প। (গ) হিমায়কের প্রবাহের পরিমাণ। (ঘ) COP.

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১.১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬০

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল (GWP) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। P-H চার্টের প্রধান অঞ্চলগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্লাউড পয়েন্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ক্যাস্কেড কন্ডেন্সার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফ্লাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ওজোন (O_3) ডিপ্লেশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ইন্টারকুলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ড্রপ ইন রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হিট পাম্পের ৪টি ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ড্রাই আইসের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। চিত্রসহ কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। গ্রীনহাউজ প্রতিক্রিয়া ব্যক্ত কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রেফ্রিজারেন্টকে কীভাবে রিকোভারি করা যায়, চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। আধুনিক হিমায়কের ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। সোলার হীট কালেক্টরগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কুইক-ফ্রিজিং এবং স্লো-ফ্রিজিংয়ের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ক্যাসকেড সিস্টেম ব্যবহারের কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। আধুনিক হিমায়কের জন্য ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। নিম্ন-তাপমাত্রা উৎপাদানের ক্ষেত্রে ভ্যাপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ ওয়াটার ইন্টারকুলার সহযোগে থ্রী-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। হিমায়ক R-12 এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HE-Blend) চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কুলিং ও হিটিং মুডসহ হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সোলার হিটকে কীভাবে ব্যবহার করা যায়, তা চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিং তাপমাত্রা (–10°C) এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35°C। হিমায়ক কম্প্রেসর প্রবেশ করে 5°C তাপমাত্রায় বাষ্পীয় অবস্থায় সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg, সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330 kJ/kg, সুপারহীটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়কের পরিমাণ; (খ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা; (গ) COP।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৩২৬০

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। P-H চার্টের তিনটি অঞ্চলের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ফ্লাশ চেম্বার ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। আদর্শ হিমায়কের ভৌত গুণাবলি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রিকোভারী ও রিক্লেইম এর মাঝে ২টি পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিমায়ক 134a এর রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। CFC বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের চারটি পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লিকুইড সোলার কালেক্টর কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। গ্রীনহাউজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হিমায়ক 69_S এর পাঁচটি ভাল বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। পুনঃলাভ এবং পুনঃচক্রায়নের ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইন করতে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য

২২। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার এবং ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র এবং P-I ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারি করার পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিভ তাপমাত্রা (–10)° সেঃ এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35° সে হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5° সেঃ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg; সম্পৃক্ত বাষ্পে এনথালপি 330 kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ

(ক) হিমায়ক প্রবাহের হার; (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) COP।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৪

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০১০ প্রবিধান), পরীক্ষার তারিখ ঃ ১৫/১/২০১৫

বিষয় ঃ এডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৭২৬১

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ২ = ৩০)

১। রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। এনথালপি কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্লাউড পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ক্যাসকেড রিফ্রিজারেশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হিট এক্সচেঞ্জারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রিসাইক্লিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। P-H ডায়াগ্রামের প্রধান অঞ্চলগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্যাসকেড কন্ডেন্সারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্লাশ চেম্বারের দুটি কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। আদর্শ হিমায়কের ভৌত গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইউটেকটিক ফ্লুইডের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। CFC বলতে কোন ধরনের হিমায়ককে বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সোলার হীটিং কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৪ = ৪০)

১৬। একটি মাল্টিস্টেজ কম্প্রেশন হিমায়ন চক্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। লিকুইড সোলার কালেক্টর কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। গ্রীনহাউজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। রিকোভারি ও রিক্লেইম ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। লিকুইড ইন্টারকুলারসহ টু-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেম চিত্র লেখ ও

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। কৃত্রিম উপায়ে বরফ তৈরি পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি হিট এক্সচেঞ্জার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কুইক ফ্রিজিং এবং স্লো-ফ্রিজিং এর পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। আধুনিক হিমায়কের জন্য ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। হিমায়ক-১২ এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ওয়াটার ইন্টারকুলার, লিকুইড সাব-কুলার ও ফ্লাশ ইন্টারকুলারযুক্ত টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র ও P-H ডা অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। রিফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারি করার পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। থ্রী-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের প্রবাহ চিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রিফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিভ তাপমাত্রা (−10° সে.) এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা (35 (হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5°সে. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230kJ/kg, সম্পৃক্ত বা এনথালপি 330kJ/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) হিমায়ক প্রবাহের (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) COP ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর উদাহরণ ১০ এর অনুরূপ।

৩২। কুলিং ও হিটিং মুডসহ দুটি পাম্পের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০১০ প্রবিধান) [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১/৮/২০১৫]

বিষয় ঃ অ্যাডভান্স রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

বিষয় কোড ঃ ৭২৬১

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। এনথালপি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২। সাবকুলড লিকুইড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্যাসকেড সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। এয়ার সোলার কালেক্টর বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান দিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সোলার কুলিং পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হিমায়কের সুপ্ততাপ কীরূপ হওয়া উচিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হিমায়ক R-134-a-এর রাসায়নিক সংকেত লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। G.W.P বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ওজোন ডিপ্লেশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। কম্প্রেসর অয়েল কেন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। HFC হিমায়কে যে তেল ব্যবহৃত হয়, এটির নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ড্রাই আইস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। হিট পাম্পের COP নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫

১৭

১৮।

১৯।

২০। রি

২১। লি

২২। কৃত্রি

২৩। একটি

২৪। কুইক

২৫। আধুনিক

২৬। হিমায়ক-

২৭। ওয়াটার ইন
অঙ্কন কর।

২৮। রিফ্রিজারেশন

২৯। থ্রী-স্টেজ ক্যাস

৩০। সোলার হিট ব্য

৩১। একটি R-12 হিম
হিমায়ক কম্প্রেসর
এনথালপি 330kJ
(খ) কম্প্রেসরের ক্ষ

৩২। কুলিং ও হিটিং মুডস

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। একটি সম্পৃক্ত সরল হিমায়ন চক্রের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। মাল্টিইভাপোরেটর সিস্টেমের অসুবিধাগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। বিভিন্ন প্রকার সৌরতাপ সংগ্রাহকের নাম লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। আধুনিক হিমায়কের সুবিধাগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। হিমায়ক রিকোভারি ও রিক্লেম বলতে কী বোঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। হিট পাম্প ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ক্রস ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইভাপোরেটিভ কুলারের অসুবিধাগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সি.এফ.সি হিমায়ক কীভাবে পরিবেশকে ক্ষতি করে, লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় সৌরশক্তিকে কীভাবে প্রয়োগ করা যায়, সচিত্র বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রী স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কুলিং ও হিটিং মুডসহ হিট পাম্পের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। বরফের মাধ্যমে হিমায়ক পুনঃলাভ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি R-12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 25 টন, যার ইভাপোরেটিভ তাপমাত্রা (–10°C) এবং কন্ডেন্সিং তাপম কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230 kJ/kg, সম্পৃক্ত বা kJ./kg। সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360 kJ/kg হলে নির্ণয় কর ঃ (ক) হিমায়কের পরিমাণ; (খ) (গ) COP; (ঘ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা।
উত্তর সংকেত অধ্যায় ১ এর উদাহরণ ১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। হিমায়ক আর-১২-এর পরিবর্তে হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ৭/১/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

(বিষয় কোড ঃ ৭২৬১)

ঃ ঃ ঘণ্টা পূর্ণমান ৪১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

ম্যা চার্টের প্রধান অঞ্চলগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

হট অব কনডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

সব-কুল্ড লিকুইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

ব্যাক প্রেসার ভালভ-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

তুন উদ্ভাবিত ৩টি হিমায়কের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

হিমায়ক 134a-এর সাথে ব্যবহৃত তেলের নাম লেখ।

উত্তর ঃ কেসটাল আইসমেটিক ইস্টার অয়েল।

FC কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

জোন (O_3) ডিপ্লেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

পয়েন্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

মাত্রা 3

বাষ্পের ইন-রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝায়?

(i) কম্প্রেসর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

পাম্প কী?

সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

D বলতে কী বুঝায়?

সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

ারেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ৭/১/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

(বিষয় কোড ঃ ৭২৬১)

ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ৪১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

P-H চার্টের প্রধান অঞ্চলগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

হিট অব কনডেন্সেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

সাব-কুল্ড লিকুইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

ব্যাক প্রেসার ভালভ-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টর কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

তুন উদ্ভাবিত ৩টি হিমায়কের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

হিমায়ক 134a-এর সাথে ব্যবহৃত তেলের নাম লেখ।

উত্তর কেসটাল আইসমেটিক ইস্টার অয়েল।

FC কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

জোন (O_3) ডিপ্লেশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

পয়েন্ট কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

হিমায়ক রিক্লেইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

মাত্রা 3

বাষ্পের ইন-রেফ্রিজারেন্ট বলতে কী বুঝায়?

) কম্প্রেশ্ন উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

বাষ্প কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

D বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

রেটিভ কুলিং সিস্টেমের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। COP-এর মান কীভাবে বাড়ানো যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিম্ন তাপমাত্রায় হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের ৪টি করে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সোলার হিট কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। হিমায়ক 695-এর ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১। গ্রিনহাউজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। শিল্পক্ষেত্রে হিট পাম্পের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হিট এক্সচেঞ্জার-এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। কম্প্রেসর অয়েলের কী কী গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন, তা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি 175kW ক্ষমতাসম্পন্ন অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রের ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে স্যাচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার। হিমায়ক –8°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। নির্ণয় কর ঃ
(ক) চক্রের COP; (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) কনডেনসেশন ক্যাপাসিটি।
তথ্যাদি ঃ H_1 = 1464 kJ/kg; H_2 = 1635 kJ/kg; H_3 = 325 kJ/kg

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। হিমায়ক-১২ এর পরিবর্তে হাইড্রোজেন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। COP-এর মান কীভাবে বাড়ানো যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিম্ন তাপমাত্রায় হিমায়নের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের ৪টি করে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সোলার হিট কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। হিমায়ক 695-এর ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১। গ্রিনহাউজ ইফেক্ট কমানোর উপায় বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ড্রাই আইস তৈরির কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। শিল্পক্ষেত্রে হিট পাম্পের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হিট এক্সচেঞ্জার-এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ইভাপোরেটিভ কুলার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ব্যবহৃত তিন ধাপে সংকোচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ক্যাসকেড সিস্টেমের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। সোলার হিট ব্যবহৃত অ্যাবজর্পশন রেফ্রিজারেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। কম্প্রেসর অয়েলের কী কী গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন, তা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি R-12 সিস্টেমকে R-134a সিস্টেমে রূপান্তর করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি 175kW ক্ষমতাসম্পন্ন অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রের ঘনীভবন তাপমাত্রা 30°C এবং এক্সপানশন ডিভাইসে স্যাচুরিত তরল প্রবেশ করে। ইভাপোরেটরের চাপ 2.9 বার। হিমায়ক –8°C তাপমাত্রায় কম্প্রেসরে প্রবেশ করে। নির্ণয় কর ঃ (ক) চক্রের COP; (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) কনডেনসেশন ক্যাপাসিটি।

তথ্যাদি ঃ H_1 = 1464 kJ/kg; H_2 = 1635 kJ/kg; H_3 = 325 kJ/kg

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। হিমায়ক-১২ এর পরিবর্তে হাইড্রোজেন ব্লেন্ড চার্জ করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২৩/০৬/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (প্রবিধান-২০১০)

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং

(বিষয় কোড ঃ ৭২৬১)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (**পাঁচ**)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। ইন্টার কুলার কী?

উত্তর ঃ ইন্টারকুলার হলো একটি মেকানিক্যাল ডিভাইস, যা সাধারণ তরল বা গ্যাস শীতল করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

২। সাবকুলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ সাবকুলিং হলো এমন একটি প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে কোনো তরলের তাপমাত্রা তার সম্পৃক্ত তাপমাত্রার নিচে রাখা হয়।

৩। ব্যাক প্রেসার ভালভের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফ্লক পয়েন্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। সোলার কালেক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রেট্রোফিট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। HC blend কী?

উত্তর ঃ HC blend হলো একটি রেফ্রিজারেন্ট, যার অর্থ হলো Hydrocarbon blend। Freon-12 এর পরিবর্তে এই রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয়।

৮। মন্ট্রিল প্রটোকল কী?

উত্তর ঃ ১৯৮৭ সালে বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞানী ও সরকারি প্রতিনিধি মন্ট্রিলে CFC ব্যবহার সম্পর্কে কিছু সিদ্ধান্ত নেন। তাতে CFC উৎপাদন হ্রাস ও হিমায়কের আবমুক্তি নিষিদ্ধ এবং নতুন হিমায়ক উদ্ভাবনের ব্যাপারে সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। জলবায়ুর এই বিশ্বব্যাপী সম্মেলনই হলো মন্ট্রিল প্রটোকল।

৯। রিফ্রিজারেন্ট রিমেইক বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। হিট পাম্প কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১। হিট এক্সচেঞ্জারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইভাপোরেটিভ কুলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। এল.এস.টি.ডি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ফ্লাশ গ্যাস বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। COP কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। কম্পাউন্ড ভেপার কম্প্রেশন সিস্টেমের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ফ্ল্যাট প্লেট কালেক্টরের চিত্রসহ সংক্ষেপে বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং এর প্লেট কালেকটর অংশ দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি সরল ভেপার কম্প্রেশন সাইকেলকে P-H diagram এর মাধ্যমে উপস্থাপন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ভাল রেফ্রিজারেন্ট অয়েলের কী কী গুণাবলি থাকা প্রয়োজন, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। CFCs এর সাথে ওজনের (O_3) রাসায়নিক বিক্রিয়া লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২১। দুটি CFC ও দুটি HFC রেফ্রিজারেন্টের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রেফ্রিজারেন্ট রিকোভারি ও রিসাইক্লিং এর ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ইভাপোরেটিভ কুলিং এর চারটি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হিট পাম্পের প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি হিট এক্সচেঞ্জার ডিজাইনে কী কী ফ্যাক্টর বিবেচনা করতে হয়, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। ওয়াটার ইন্টারকুলার ও লিকুইড সাবকুলার ব্যবহৃত টু-স্টেজ কম্প্রেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র ও P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। টু-স্টেজ ক্যাসকেড সিস্টেমের P-H ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। সৌরশক্তি-চালিত একটি ভেপার কম্প্রেশন রেফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রবাহচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। রেফ্রিজারেশন ইউনিট হতে হিমায়ক রিকোভারি করার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। একটি আদর্শ হিমায়কের কী কী গুণাবলি থাকা প্রয়োজন, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কুলিং ও হিটিং মোডসহ হিট পাম্পের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২৭/১২/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং (প্রবিধান-২০১০)

বিষয় ঃ অ্যাডভান্সড্ রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং

(বিষয় কোড ঃ ৭২৬১)

য় ঃ ৩ ঘণ্টা **পূর্ণমান ঃ ১২০**

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

এনথালপি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

রিক্লেইম (Reclaim) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

রেট্রোফিট (Retrofit) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

ODP ও GWP-এর পূর্ণরূপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

ওজন (O_3) এর সাথে Cl-এর রাসায়নিক বিক্রিয়া লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

দুটি জিওট্রোপিক (Zeotropic) রিফ্রিজারেটরের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

Refrigerant Oil-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

ইভাপোরেটিভ কুলিং সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

হিট এক্সচেঞ্জারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

রিফ্রিজারেটিং ইফেক্ট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

কন্ডেন্সারের দক্ষতা কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত

দুটি রিফ্রিজারেন্ট অয়েল-এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

ক্যাসকেড সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

একটি রিফ্রিজারেশন সাইকেলের p-h ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে জোনগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

সোলার কাল্লেক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। আদর্শ হিমায়কের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। হিট পাম্প ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সোলার হিটিং কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মাল্টিস্টেজ কমপ্রেশন পদ্ধতির সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২১। কাউন্টার ফ্লো হিট এক্সচেঞ্জারের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাল্টিস্টেজ ও ক্যাসকেড সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সাব-কুলিং কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ ২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২৪। Simple evaporative cooling system-এর সীমাবদ্ধতা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২৫। COP বাড়ানোর উপায়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। প্যাড টাইপ ইভাপোরেটিভ কুলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ওয়াটার ইন্টারকুলারসহ থ্রি-স্টেজ কম্প্রেশন সিস্টেমের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। হিট এক্সচেঞ্জার (Heat Exchanger) ডিজাইনে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। সৌরশক্তি-চালিত ভেপার কমপ্রেশন সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৩.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩০। R–12 ব্যবহৃত হিমায়ক প্ল্যান্টের RE = 110 kj/kg এবং V_C = 90.06 L/kg। এটির 5cm × 5cm ব্যাসার্ধ ও স্ট্রোক দৈর্ঘ্যের একটি রেসিপ্রকেটিং কম্প্রেসরের গতি 1500 R.P.M এবং ভলিউমেট্রিক ইফিসিয়েন্সি 76% হলে ঐ কম্প্রেসরের তাত্ত্বিক অশ্বক্ষমতা কত?

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ-১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। টু-স্টেজ ক্যাসকেড রিফ্রিজারেশন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। একটি R–12 হিমায়ন যন্ত্রের ক্ষমতা 30 টন, যার ইভাপোরেটিভ তাপমাত্রা (–10°c) এবং কন্ডেন্সিং তাপমাত্রা 35°c। হিমায়ক কম্প্রেসরে প্রবেশের পূর্বে 5°c তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়। সম্পৃক্ত তরলের এনথালপি 230kj/kg; সম্পৃক্ত বাষ্পের এনথালপি 330kj/kg, সুপারহিটেড বাষ্পের এনথালপি 360kj/kg হলে নির্ণয় কর ঃ
(ক) হিমায়কের পরিমাণ; (খ) কম্প্রেসরের ক্ষমতা; (গ) COP; (ঘ) কন্ডেন্সারের ক্ষমতা।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর উদাহরণ-১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

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