

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

Ideal Gas and Kinetic Theory of Gases

অধ্যায়
১০

এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন

শিখনফলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর



পাঠাবইয়ের সূচনা

প্রশ্ন ও উত্তর



সমৰ্বিত অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর



সেরা কলেজের
প্রশ্ন বিবরণ



অ্যাপস-এ
MCQ Exam

তৃ.মি.কা (Introduction)

কোনো বস্তুতে তাপ প্রয়োগ বা গ্রহণ করলে ঐ বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং কোনো বস্তু তাপ বর্জন করলে বা বস্তুটি হতে তাপ অপসারণ করা হলে ঐ বস্তুর তাপমাত্রা হ্রাস পায়। পর্যবেক্ষণের সাহায্যে দেখা যায় যে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার বস্তু হতে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে পরিবাহিত হচ্ছে। তাপের এই স্বাভাবিক বৈশিষ্ট্যের ওপর ভিত্তি করে 1889 সালে বিজ্ঞানী ড. জুল একটি মতবাদ প্রণয়ন করে দেখান যে, তাপ এক প্রকার শক্তি এবং তাপ ও যান্ত্রিক শক্তির মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক বিদ্যমান। পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থা প্রকৃতপক্ষে তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তি রূপে প্রয়োগের ফল মাত্র। বর্তমানে প্রচলিত মত অনুসারে সংকট তাপমাত্রার উপরে কোনো পদার্থের বায়বীয় অবস্থার নাম গ্যাস। কাজেই গ্যাসের ওপর তাপ চলকটির প্রভাব রয়েছে।

► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পার্টটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।

PART 01 অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ

কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর

পৃষ্ঠা : ৬৭৫-৭১৭

বহুনির্বাচনি অংশ

১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর

পৃষ্ঠা : ৭১৮-৭২৮

PART 02 যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৭২৯

PART 03 এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৭৩১

PART 04 বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার পুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমস্যায় বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৭৩১

PART 05 এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরণে জিনিব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৭৩১

EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৭০২

চিত্রসংক্ষিপ্ত অনুসরণে
ভিত্তি ধারায় উপস্থাপন



ও.য়ে.ব.সাইটে তথ্য সংযোগ
অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের ধারাবাহিকতায় প্রয়োজন হওয়া প্রতিটি প্রশ্ন ও উত্তরকে তথ্যবচূল ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোর্ড বিহুরের পাশাপাশি নিম্নোক্ত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

en.wikipedia.org/wiki/Ideal_gas

en.wikipedia.org/wiki/Ideal_gas_law

http://en.wikipedia.org/wiki/Boyle's_law

http://en.wikipedia.org/wiki/Charles's_law

http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_laws

http://en.wikipedia.org/wiki/Kinetic_theory

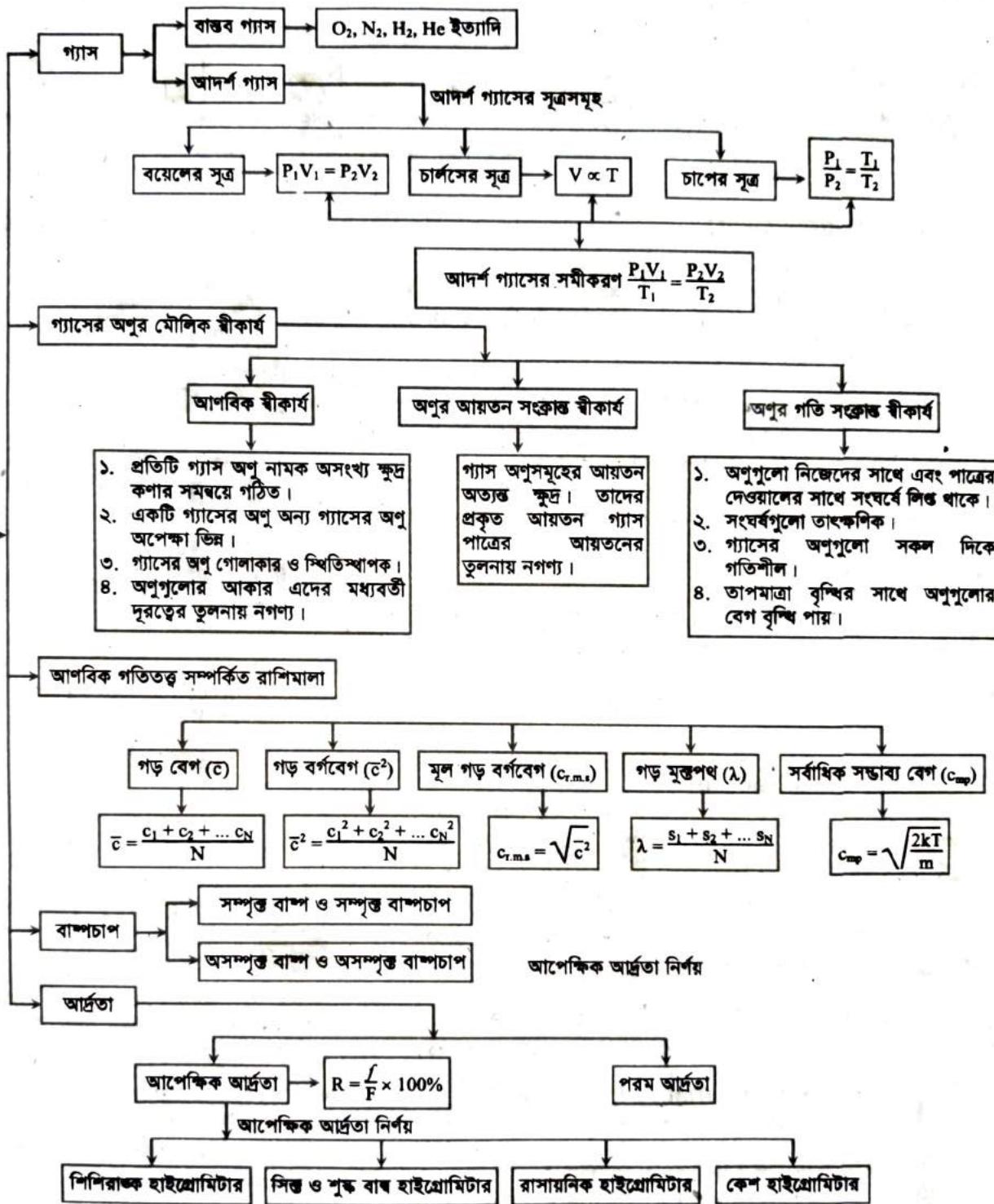
http://en.wikipedia.org/wiki/Equation_of_state



৭৯
নজরে

অধ্যায়ের প্রবাহ চিত্র

বিশ্ব শিক্ষার্থী বস্তুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রয় ও উত্তর আবশ্যিক করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের পুরুষপূর্ণ বিষয়বাবলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ১১৭ টি সূজনশীল প্রয় ও উত্তর (বোর্ড প্রয় ৩১টি + অনুশীলনীর প্রয় ৭৪টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রয় ৬টি + কলেজ প্রয় ৫টি + সমর্পিত প্রয় ১টি)
- ২৪১ টি বহুনির্বাচনি প্রয় ও উত্তর (বোর্ড প্রয় ৫৯টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রয় ৭৩টি + কলেজ প্রয় ৭০টি + অনুশীলনীর প্রয় ৩৯টি)

অনলাইনে প্রতুতি যাচাই



সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



PART
01

**অনুশীলন
Practice**

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পর্কে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দৃষ্টি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রথ ও উভয়ের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার টেস্টের প্রয়োজন করা হয়েছে। প্রথ ও উভয়ের সর্বশেষ সংশোধিত ফরমাট অনুসৃত হয়েছে।


অধ্যায়ের শিখনমূল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- আদর্শ গ্যাসের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্রের সমৰ্থয়ে $PV = RT$ সমীকরণ প্রতিটা করতে পারব।
- ব্যবহারিক : বয়েলের সূত্র যাচাই করতে পারব।
- গ্যাসের অণুর মৌলিক বীকার্য বর্ণনা করতে পারব।
- গ্যাসের অণুর মৌলিক বীকার্যের আলোকে গ্যাসের আণবিক গতি তত্ত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- গ্যাসের গতি তত্ত্ব ব্যবহার করে আদর্শ গ্যাসের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- শক্তির সমবিভাজন নীতি বর্ণনা করতে পারব।
- জলীয়বাস্প ও বায়ুর চাপের সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- শিশিরাঙ্ক ও আপেক্ষিক অর্দ্ধতার সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- ব্যবহারিক : নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রের সাহায্যে তরলের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করতে পারব।


শিখন অর্জন যাচাই

- বয়েলের সূত্র সম্পর্কে জানতে এবং ব্যাখ্যা করতে পারব।
- চার্লসের সূত্রের ব্যাখ্যা করতে পারব।
- আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ নির্ণয় পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারব।
- গ্যাসের ঘনত্ব ও চাপের সাথে ঘনত্বের সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব।
- গড়মুক্ত পথ নির্ণয় এবং এর সমীকরণ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- আদর্শ গ্যাসের চাপের রাশিমালা নির্ণয় করতে পারব।
- সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাস্পের মধ্যে পার্থক্য অনুধাবন করতে পারব।


শিখন সহায়ক উপকরণ

- বয়েলের সূত্রের প্রমাণের ছক।
- বায়ুমণ্ডলের চাপ বনাম জলীয়বাস্পের তরল লেখচিত্র।
- নিউটনের শীতলীকরণ সূত্র যাচাইয়ের জন্য একটি ক্যালকুলেটর।
- আপেক্ষিক অর্দ্ধতা নির্ণয়ের জন্য হাইগ্রোমিটার।
- এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি, প্রতীক ও একটি পরিচিতির ছক।


সকল বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা এইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ | 168 g নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি একটি বেলুনকে সমৃদ্ধের তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। সমৃদ্ধপৃষ্ঠের চাপ, বায়ুর চাপ এবং তাপমাত্রা 30°C । তলদেশের তাপমাত্রা 14°C । [পানির ঘনত্ব 1025 kg/m^3 , $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $R = 8.314 \text{ J/mol/K}$]

- ক. ধার্থীনতার মাত্রা কী? ১
 খ. কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক 18°C বলতে কী বুঝায়? ২
 গ. সমৃদ্ধপৃষ্ঠে নাইট্রোজেন গ্যাসের গতিশীল নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় হৃদের গভীরতা নির্ণয় করা সহজ কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[ঢ. বো. '১৯]

১২ ধরের উত্তর

ক) কোনো গতিশীল সংস্থার অবস্থা বা অবস্থান সুনির্দিষ্টভাবে প্রকাশের জন্য যতগুলো স্থানান্তরের প্রয়োজন হয় তাই এ গতিশীল সংস্থার ধার্থীনতার মাত্রা।

খ) কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক 18°C বলতে বুঝায় এই দিন 18°C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাস্প ভারা এই স্থানের বায়ু সম্পৃক্ত হবে এবং তা ধৰ্মীভূত হয়ে বিন্দু বিন্দু জলকণায় পরিণত হবে।

- গ) এখানে, N_2 এর ভর, $m = 168 \text{ g}$
 N_2 এর আণবিক ভর, $M = 28$
 মোলার গ্যাস ত্বরণ, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 তাপমাত্রা, $T = 30^{\circ}\text{C} = (30 + 273) \text{ K} = 303 \text{ K}$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{168 \text{ g}}{28 \text{ g mol}^{-1}} \times 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 303 \text{ K} \\ \therefore E &= 2.27 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

সুতরাং, সমৃদ্ধপৃষ্ঠে নাইট্রোজেন গ্যাসের গতিশীলি $2.27 \times 10^4 \text{ J}$ ।

ঘ) ধরি, হৃদের গভীরতা h

হৃদের পৃষ্ঠদেশে বেলুনের আয়তন, $V_1 = V$

হৃদের তলদেশে বেলুনের আয়তন, $V_2 = \frac{V}{2}$

সমৃদ্ধপৃষ্ঠের চাপ, $P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2}$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_2 = P_1 + hpg$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1025 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

হৃদের পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা, $T_1 = 30^{\circ}\text{C} = 303 \text{ K}$

হৃদের তলদেশের তাপমাত্রা, $T_2 = 14^{\circ}\text{C} = 287 \text{ K}$

আমরা জানি,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{P_1 V}{303 \text{ K}} = \frac{(P_1 + hpg) \frac{V}{2}}{287 \text{ K}}$$

$$\text{বা, } \frac{P_1}{303} = \frac{P_1 + hpg}{574}$$

$$\text{বা, } 574P_1 = 303P_1 + 303hpg$$

$$\text{বা, } 574P_1 - 303P_1 = 303 \times h \times 1025 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{বা, } 3043635 \text{ h} = 271 \times 10^5 \text{ m}$$

$$\therefore h = 8.9 \text{ m}$$

সুতরাং, তাপমাত্রা বিবেচনায় হৃদের গভীরতা নির্ণয় সক্ষম এবং গভীরতা হবে ৮.৯ m।

বিপ্লব একটি হৃদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে ৮ °C ও ৩০ °C। 2L আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হৃদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা 15 L। হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2} , হৃদের গভীরতা 15 m এবং পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} ।

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে?

১

খ. বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বেলুনে আবস্থ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

৩

ঘ. বেলুনটি হৃদের পৃষ্ঠে এসে বিস্কেরিত হওয়ার স্থাবনা পারিস্কৃতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

[রা. বো. '১৯]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিত্বের মৌলিক বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ বলতে বুঝায় একটি গ্যাসীয় অণুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে $1.38 \times 10^{-23} \text{ J}$ কাজ করতে হয়।

গ এখানে, $T_1 = 8 \text{ }^{\circ}\text{C} = 281 \text{ K}$; $T_2 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} = 303 \text{ K}$
বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

আমরা জানি,

$$E = \frac{3}{2} kT$$

$$\therefore \Delta E = \frac{3}{2} k (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times (303 - 281)$$

$$\therefore \Delta E = 4.554 \times 10^{-22} \text{ J}$$

অতএব, বেলুনে আবস্থ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন $4.554 \times 10^{-22} \text{ J}$ ।

ঘ এখানে, পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

হাসের গভীরতা, $h = 15 \text{ m}$

হৃদের তলদেশে আয়তন, $V_1 = 2\text{L}$

হৃদের তলদেশে তাপমাত্রা, $T_1 = 281 \text{ K}$

হৃদের পৃষ্ঠে তাপমাত্রা, $T_2 = 303 \text{ K}$

হৃদের পৃষ্ঠে চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_1 = 10^5 + h\rho g$

$$= (10^5 + 15 \times 1000 \times 9.8) \text{ Pa}$$

$$= 247000 \text{ Nm}^{-2}$$

এখন, হৃদের পৃষ্ঠে বেলুনটির আয়তন V_2 হলে,

আমরা জানি,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{247000 \times 2 \times 303}{10^5 \times 281} \text{ L}$$

$$\therefore V_2 = 5.33 \text{ L}$$

যেহেতু, $V_2 < 15 \text{ L}$

অর্থাৎ, হৃদের পৃষ্ঠে বেলুনটির আয়তন বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা অপেক্ষা কম, সেহেতু বেলুনটি হৃদের পৃষ্ঠে এসে বিস্কেরিত হওয়ার স্থাবনা নেই।



প্রশ্ন

প্রশ্ন-১

$m_1 = 30 \text{ g}$
 $C = 575 \text{ m s}^{-1}$
তাপমাত্রা = T
 $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

চিত্র-১ : নাইট্রোজেন গ্যাস

$m_2 = 48 \text{ g}$
তাপমাত্রা = T

চিত্র-২ : কার্বন ডাইঅক্সাইড



ক. বয়েলের সূত্রটি বিবৃত কর।

খ. স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনার P

গ্রাফের প্রকৃতি কিরূপ হবে ব্যাখ্যা কর।

গ. সিলিন্ডারে রাস্কিত গ্যাসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. কোন গ্যাসের পতিশক্তি বেশি— পারিস্কৃত বিশেষণের

সাহায্যে নির্ণয় কর।

৪

[রা. বো. '১৯]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট তরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্তানুগাতে পুরিবর্তিত হয়।

খ আমরা জানি,

$$\text{বয়েলের সূত্রানুসারে, } V \propto \frac{1}{P}, \text{ যখন তাপমাত্রা স্থির।}$$

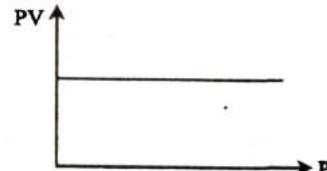
উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে,

$$V = K \frac{1}{P}$$

বা, $PV = K$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক। যার অর্থ P বা V -এর পরিবর্তনে P ও V -এর গুণফলের কোনো পরিবর্তন হবে না।

অতএব, স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P প্রাকৃতি দাঁড়ায় নিম্নরূপ—



ঘ এখানে, মূলগড় বর্গবেগ, $C = 575 \text{ m s}^{-1}$
মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

নাইট্রোজেনের মোলার ভর, $M = 28 \text{ g mol}^{-1} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$
তাপমাত্রা, $T = ?$

আমরা জানি, $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$$\text{বা, } T = \frac{C^2 M}{3R} = \frac{575^2 \times 28 \times 10^{-3}}{3 \times 8.31} \text{ K}$$

$$\therefore T = 371.34 \text{ K} = 98.34^{\circ}\text{C}$$

অতএব, সিলিন্ডারে রাস্কিত গ্যাসের তাপমাত্রা 371.34 K বা 98.34°C ।

ঙ এখানে, $m_1 = 30 \text{ g} = 30 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$m_2 = 48 \text{ g}$$

নাইট্রোজেনের মোলার ভর, $M_1 = 28 \text{ g mol}^{-1}$

কার্বন ডাইঅক্সাইডের মোলার ভর, $M_2 = 44 \text{ g mol}^{-1}$

নাইট্রোজেনের মোল সংখ্যা, $n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{30}{28} = \frac{15}{14} \text{ mole}$

কার্বন ডাইঅক্সাইডের মোলসংখ্যা, $n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{48}{44} = \frac{12}{11} \text{ mole}$

'g' থেকে পাই, $T = 371.34 \text{ K}$

চিত্র-১ এর পাত্রের গ্যাসের পতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{3}{2} n_1 RT = \frac{3}{2} \times \frac{15}{14} \times 8.31 \times 371.34 \text{ J}$$

$$\therefore E_1 = 4959.38 \text{ J}$$

২য় পুরুরের ক্ষেত্রে,

এখানে, $h_2 = 25 \text{ m}$

$$P_2 = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$P_2 = 1.2 \text{ atm} = 121560 \text{ Pa}$$

$$V_2 = V \text{ (বেলুনের আয়তন)}$$

$$P_2 V_2 = P_2' V_2'$$

$$\text{বা, } V_2' = \frac{P_2 V_2}{P_2'} = \frac{P_2 V_2}{P_2 + h_2 \rho_2 g}$$

$$\text{বা, } V_2' = \frac{121560 \times V}{121560 + 25 \times 1000 \times 9.8} \text{ m}^3$$

$$\therefore V_2' = 0.332 \text{ m}^3 \quad \text{(ii)}$$

(i) + (ii) করে পাই,

$$\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{0.425 V}{0.332 V}$$

$$\text{বা, } \frac{V_1'}{V_2'} = 1.28 \therefore \frac{V_1'}{V_2'} > 1$$

$$\text{বা, } V_1' > V_2'$$

অতএব, উচ্চীপকের ২য় পুরুরের তলদেশে গ্যাস ভর্তি বেলুনের আয়তন কম হবে।

বিপ্লবি কক্ষ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট কোনো স্থানে 0.6 m^3 আয়তনের একটি সিলিডারে 800 gm মিথেন (CH_4) গ্যাসকে 202650 Pa চাপে পূর্ণ করা হলো। শিক্ষক তার ছাত্রদের বললেন ঐ স্থানের শিশিরাঙ্গক 11.5°C এবং স্থানটির আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% এর উপর থাকলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। 11°C , 12°C , 19°C ও 20°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 9.84 mm(Hg) , 10.52 mm(Hg) , 16.46 mm(Hg) ও 17.54 mm(Hg) পাওয়া গেল। মিথেনের আণবিক ভর 16 gm/mole ।

? ক. শব্দের তীব্রতা লেভেল কাকে বলে?

১

খ. প্রাসের গতিগৰ্থের সর্বোচ্চ বিস্তৃত গতিশক্তি সর্বনিম্ন কি

না—ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ঐ স্থানের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উচ্চীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে কি না।
গাণিতিকভাবে বিপ্লবপের মাধ্যমে উপস্থাপন কর।

৪

[দি. বো. '১৯]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো শব্দের তীব্রতা এবং প্রমাণ তীব্রতার অনুপাতের নথগারিদমকে ঐ শব্দের তীব্রতা লেভেল বলে।

খ. আমরা জানি, যেকোনো মুহূর্তে প্রাসের বেগ, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$. এখানে, বেগের অনুভূমিক উপাংশ v_x ধ্রুবক এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগের উচ্চার উপাংশ $v_y = 0$ হয় বলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের বেগ v সর্বনিম্ন হয়। ফলে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ সূজানুসারে সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের গতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়।

গ. এখানে, আয়তন, $V = 0.6 \text{ m}^3$

চাপ, $P = 202650 \text{ Pa}$

$$\text{মোলসংখ্যা, } n = \frac{800}{16} \text{ mole} = 50 \text{ mole}$$

$$\text{মোলার গ্যাস ধ্রুবক, } R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

তাপমাত্রা, $T = ?$

আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } T = \frac{PV}{nR} = \frac{202650 \times 0.6}{50 \times 8.314} \text{ K} = 292.49 \text{ K}$$

$$\therefore T = 19.49^\circ\text{C}$$

অতএব, ঐ স্থানের কক্ষ তাপমাত্রা 19.49°C ।

১. 'গ' হতে পাই, ঐ স্থানের তাপমাত্রা 19.49°C

11°C থেকে 12°C এই 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের অন্য জলীয় বাষ্পচাপে পরিবর্তন $= (10.52 - 9.84) \text{ mmHg} = 0.68 \text{ mmHg}$

২. 0.5°C তাপমাত্রার পরিবর্তনে জলীয় বাষ্পচাপে পরিবর্তন $= (0.68 \times 0.5) \text{ mmHg} = 0.34 \text{ mmHg}$

৩. শিশিরাঙ্গক তথা 11.5°C এ জলীয় বাষ্পচাপ,

$$f = 9.84 + 0.34 = 10.18 \text{ mmHg}$$

অনুমতভাবে, 19°C থেকে 20°C এই 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনে জলীয় বাষ্পচাপে পরিবর্তন $= (17.54 - 16.46) \text{ mmHg} = 1.08 \text{ mmHg}$

৪. 0.49°C তাপমাত্রার পরিবর্তনে জলীয় বাষ্পচাপে পরিবর্তন $= (1.08 \times 0.49) \text{ mmHg} = 0.5292 \text{ mmHg}$

৫. ঐ স্থানে বায়ুর তাপমাত্রার জলীয় বাষ্পচাপ,

$$F = (16.46 + 0.5292) \text{ mmHg} = 16.9892 \text{ mmHg}$$

৬. ঐ স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{10.18}{16.9892} \times 100\%$$

$$\therefore R = 59.92\%$$

যেহেতু, ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% অপেক্ষা কম। অতএব, উচ্চীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা নেই।

২. এইচএসপি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

বিপ্লবি A স্থানের একটি হৃদের তলদেশে হতে একটি বায়ু বৃদ্ধির পানির উপরিতলে আসায় বৃদ্ধবৃদ্ধের ব্যাসার্ধ হিস্পুল হয়। হৃদাতিতে বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2} , বায়ুর তাপমাত্রা 18.6°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 52.4% । অন্য কোনো দিন B স্থানের অন্য একটি হৃদে বায়ুর তাপমাত্রা A স্থানের হৃদের সমান এবং শিশিরাঙ্গক 7.4°C , 7°C , 8°C , 18°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8.2 \times 10^{-3} \text{ m}$, $15.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $16.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

? ক. প্রমাণ চাপ কী?

খ. শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে কাপড় দেরিতে শুকার—ব্যাখ্যা কর।

গ. A স্থানের হৃদের গতীরতা নির্ণয় কর।

ঘ. উচ্চীপকের কোন স্থানে একজন ব্যক্তি বেশি ব্রতবোধ করবে? গাণিতিক বিপ্লবপদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

ক. সেট : ঢাকা, রাজশাহী, বগুড়া, সিলেট, নিমাজপুর বোর্ড ২০১৮।

৩. ৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সমুদ্র পৃষ্ঠে 45° অকাংশে 0°C বা 273.16 K তাপমাত্রার উপরিভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শূন্য ও বিশুর পারদস্তত যে চাপ দেয় তাই প্রমাণ চাপ।

খ. শীতকালে বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে ফলে তেজা কাপড় থেকে পানি সহজে জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়ে বাতাসে যিশে যায়। কিন্তু বর্ষাকালে বাতাসে অপেক্ষাকৃত বেশি জলীয় বাষ্প থাকায় তেজা কাপড়ের পানি অপেক্ষাকৃত ধীরে জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। ফলে শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে কাপড় দেরীতে শুকার।

গ. এখানে, হৃদের গতীরতা b

হৃদের তলদেশের আয়তন V_1 ,

$$\text{এবং বৃদ্ধবৃদ্ধের ব্যাসার্ধ } r_1 \text{ হলে, } V_1 = \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

হৃদের উপরিতলের ব্যাসার্ধ $r_2 = 2r_1$

$$\therefore \text{আয়তন, } V_2 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 = \frac{4}{3} \pi (2r_1)^3 = 8 \times \frac{4}{3} \pi r_1^3 = 8 V_1$$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_1 = P_2 + hpg$

$$\text{হৃদের উপরিতলে চাপ, } P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

ধরি, হৃদের সর্বত্র একই তাপমাত্রা বিনাইয়ান :

$$\therefore P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_1 V_1 = P_2 \times 8V_1$$

$$\text{বা, } P_1 = 8P_2$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho g = 8P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{7P_2}{\rho g} = \frac{7 \times 10^5}{1000 \times 9.8} \text{ m} = 71.43 \text{ m}$$

$$\therefore h = 71.43 \text{ m}$$

অতএব, A স্থানের হৃদের গভীরতা 71.43 m।

৩) এখানে, A স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R_A = 52.4\%$

B স্থানে : $8^\circ\text{C} - 7^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রা ব্যবধানের জন্য সম্পৃক্ত

জলীয় বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= (8.2 - 7.5) \times 10^{-3} \text{ m} = 7 \times 10^{-4} \text{ m}$

$\therefore 0.4^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের

পরিবর্তন $= 7 \times 10^{-4} \times 0.4 \text{ m} = 2.8 \times 10^{-4} \text{ m}$

\therefore শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$f_B = (7.5 \times 10^{-3} + 2.8 \times 10^{-4}) \text{ m} = 7.78 \times 10^{-3} \text{ m}$$

আবার, $(19^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}) = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য

সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের পরিবর্তন $= (16.5 - 15.6) \times 10^{-3} \text{ m}$

$$= 9 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$\therefore 0.6^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের পরিবর্তন $= (0.6 \times 9 \times 10^{-4}) \text{ m} = 5.4 \times 10^{-4} \text{ m}$

\therefore বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$F_B = (15.6 \times 10^{-3} + 5.4 \times 10^{-4}) \text{ m} = 16.14 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$\therefore R_B = 48.2\%$

সূতৰং $R_A > R_B$ অর্থাৎ, A স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা B স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা অপেক্ষা বেশি। অতএব B স্থানে একজন ব্যক্তি বেশি ব্রহ্ম বোধ করবে।

নিচের ছকটি লক্ষ কর :

| স্থান | শুক্র বাল্ব থার্মোমিটার পাঠ | সিন্ত বাল্ব থার্মোমিটার পাঠ |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|
| কুমিল্লা | 20 °C | 12 °C |
| স্থান | বায়ুর তাপমাত্রা | শিশিরাঙ্ক |
| খুলনা | 20 °C | 85 °C |
| তাপমাত্রা | সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প | |
| 5.68 °C | $6.856 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ | |
| 8 °C | $8.04 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ | |
| 9 °C | $8.61 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ | |
| 20 °C | $17.6 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ | |

- ক. জড়ত্বার ভ্রামক কাকে বলে ? ১
 খ. পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘূরছে কিন্তু কোনো কাজ করছে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. কুমিল্লার শিশিরাঙ্ক কত? (20°C তাপমাত্রায় $G = 1.79$) ৩
 ঘ. উচ্চীপকের আলোকে কোন স্থানটি অধিক আর্দ্ধ থাকবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪
 খ. সেট : কুমিল্লা, চট্টগ্রাম, বরিশাল মোর্ড ২০১৮।

৪৮. প্রশ্নের উত্তর

- ১) একটি নিমিট অক্তের চারদিকে ঘূর্ণিয়ান দৃঢ় বৃত্ত বলের প্রত্যেকটি কণার ক্ষেত্র এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে প্রত্যেকটি কণার দূরত্বের বর্গের পূর্ণকলের সমষ্টিকে জড়ত্বার ভ্রামক বলে।
 ২) সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনের সময় সূর্যের মহাকর্ষ বল কোনো কাজ করে না।

কারণ : কোনো বৃত্ত বৃত্তাকার পথে ঘূরলে তার উপরে যে মহাকর্ষ বল ক্রিয়া করে তা বৃত্তের গতির সঙ্গে সমকোণে থাকে। আমরা জানি, বল এবং সরল পরিস্পরের সঙ্গে লম্বভাবে থাকলে সরণের অভিযুক্ত বলের উপাংশ $= F \cos 90^\circ = 0$ । তাই, সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর আবর্তনের ক্ষেত্রে মহাকর্ষ বল কোনো কাজ করে না, কারণ মহাকর্ষ বল পৃথিবীর গতির অভিযুক্তের সঙ্গে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

৩) এখানে, শুক্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

সিন্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 12^\circ\text{C}$

শুক্র বাল্বের তাপমাত্রায় শিশিরাঙ্কের ধ্রুব, $G = 1.79$

শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$

আমরা জানি,

$$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 20^\circ\text{C} - 1.79(20^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C})$$

$$\text{বা, } \theta = 20^\circ\text{C} - 14.32^\circ\text{C}$$

$$\therefore \theta = 5.68^\circ\text{C}$$

অতএব, কুমিল্লায় শিশিরাঙ্ক 5.68°C ।

৪) কুমিল্লায় আর্দ্ধতা :

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ

$$F_C = 17.6 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, $f_C = 6.856 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

$$\therefore \text{আর্দ্ধতা, } R_C = \frac{f_C}{F_C} \times 100\% = \frac{6.856 \times 10^{-3}}{17.6 \times 10^{-3}} \times 100\% = 38.95\%$$

খুলনার আর্দ্ধতা :

$9^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পার্থক্যের কারণে সম্পৃক্ত জলীয়

বাষ্পের পরিবর্তন $(8.61 - 8.04) \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

$$= 0.57 \times 10^{-3} \text{ m HgP.}$$

$\therefore 0.5^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের পরিবর্তন, $0.57 \times 10^{-3} \times 0.5 = 2.85 \times 10^{-4} \text{ mHgP}$

$\therefore 8.5^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$f_k = (8.04 \times 10^{-3} + 2.85 \times 10^{-4}) \text{ mHgP}$$

$$= 8.325 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$$

বায়ুর তাপমাত্রা তখা 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$F_k = 17.6 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore \text{আর্দ্ধতা, } R_k = \frac{f_k}{F_k} \times 100\% = \frac{8.325 \times 10^{-3}}{17.6 \times 10^{-3}} \times 100\% = 47.3\%$$

৫) উচীপক অনুসারে, $R_k > R_C$ অর্থাৎ, খুলনা অধিক আর্দ্ধ থাকবে।

৬) এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

- ১) কোনো একদিন ল্যাবরেটরিতে সিন্ত ও শুক্র বাল্বের পাঠ 30 °C এবং সিন্ত বাল্বের পাঠ 28 °C পাওয়া গেল। তিনি তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ ও প্লেইসারের উৎপাদকের মান নিচের সারণি-১ এ প্রদত্ত হলো :

সারণি-১

| তাপমাত্রা | সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ (mHg) | প্লেইসারের উৎপাদক |
|-----------|-------------------------------|-------------------|
| 26°C | 25.21×10^{-3} | 1.69 |
| 28°C | 28.35×10^{-3} | 1.67 |
| 29°C | 29.93×10^{-3} | 1.66 |
| 30°C | 31.83×10^{-3} | 1.65 |

ক. সংরক্ষণশীল বলের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে পার্থক্য কী? ২

গ. ল্যাবরেটরিতে এ দিন আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কত হিসেব কর। ৩

ঘ. যদি এ দিন তাপমাত্রা হাতাং ১ °C হাস পায় তবে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন কিরূপ হবে তা পার্থিভিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

দশম অধ্যায় ১১ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

আবার বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বেশি হলে বায়ুতে জলীয় বাস্পের পরিমাণ বেড়ে যায় ফলে বাস্পায়ন কম হয়। ফলে অস্তি লাগে। 'গ' নং প্রশ্নের থেকে পাই,

এসি চালু করার পরে আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 45% এবং উদ্বিপক হতে পাই, এসি চালু করার পূর্বে আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 75%

এখনে, দেখা যায় যে, কক্ষের তিতের এসি চালু করায় আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 75% থেকে কমে 45% হয়। উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, এসি চালু করার পরে আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কমে যাওয়ার কারণে বিজ্ঞান স্যার আরাম বোধ করেন।

প্রশ্ন ১১ একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে স্থির চাপে প্রমাণ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ O_2 গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় গ্যাসের আয়তন হিসুণ হলো। এতে তার বন্ধু মন্তব্য করল পরীক্ষার্থীন গ্যাসের অঙ্গুলোর গড় বর্গবেগও হিসুণ হবে।

- ক. বলের ঘাত কাকে বলে? ১
- খ. একটি ভারী স্থির বস্তু ও হাঙ্কা গতিশীল বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের বেগের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তার বন্ধুর মন্তব্যের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

[ষ. বো. '১৭]

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

খ যে সংঘর্ষে দুটি বস্তুর সংঘর্ষের আগে ও পরে মোট শক্তি একই থাকে তাকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

ধরি, m_1 ও m_2 তরের দুটি বস্তু কণা একই সরলরেখা বরাবর একই দিকে যথাক্রমে u_1 ও u_2 বেগে চলে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটাল এবং সংঘর্ষের পর যথাক্রমে v_1 ও v_2 বেগে একই সরলরেখা বরাবর একই দিকে চলতে লাগল।

তরবেগ সূত্রানুসারে,

$$m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2 - u_2) \quad \text{(i)}$$

$$\text{এবং } m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(u_2^2 - v_2^2) \quad \text{(ii)}$$

এক্ষেত্রে, $m_1 > m_2$ এবং $u_1 = 0$

তাই, $m_2 - m_1 \approx -m_1$ এবং $m_1 + m_2 \approx m_2$

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

$$v_2 \approx -u_2 \text{ এবং } v_1 = 0$$

সূত্রাং একটি ভারী স্থির বস্তু এবং হাঙ্কা গতিশীল বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে সংঘর্ষের পরে ভারী বস্তুটি স্থিরই থাকবে এবং হাঙ্কা বস্তুটি তার প্রাথমিক বেগ নিয়ে বিপরীত দিকে ছুটে যাবে।

গ উদ্বিপক হতে পাই, আদি আয়তন = V_1

চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 2V_1$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 273\text{ K}$ [প্রমাণ তাপমাত্রা]

চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

আমরা জানি, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$\text{বা, } T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = \frac{2V_1}{V_1} \times 273\text{ K} = 546\text{ K}$$

অতএব, চূড়ান্ত তাপমাত্রা 546 K ।

ঘ দেওয়া আছে, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 273\text{ K}$

O_2 এর আণবিক তর, $M = 32\text{ gm} = 32 \times 10^{-3}\text{ kg}$

সার্বজনীন গ্যাস ধূবক, $R = 8.316\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$

৬৮১ ১১

আমরা জানি, O_2 গ্যাসের গড় বর্গবেগ,

$$C_1^2 = \left(\sqrt{\frac{3RT_1}{M}} \right)^2 = \left(\sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{32 \times 10^{-3}}} \right)^2 \text{ ms}^{-1}$$

$$= (461.34)^2 \text{ ms}^{-1} = 212834.595 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে, চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 546\text{ K}$

আমরা জানি, O_2 গ্যাসের গড় বর্গ বেগ,

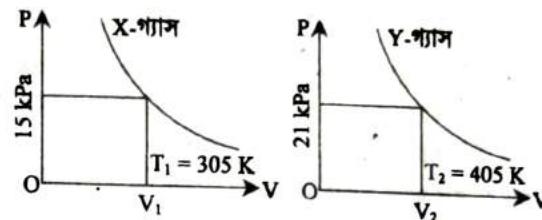
$$C_2^2 = \left(\sqrt{\frac{3RT_2}{M}} \right)^2 = \left(\sqrt{\frac{3 \times 8.316 \times 546}{32 \times 10^{-3}}} \right)^2 \text{ ms}^{-1}$$

$$= (652.44)^2 \text{ ms}^{-1} = 425677.95 \text{ ms}^{-1}$$

এখনে, $C_2^2 = 2C_1^2$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, বন্ধুর মন্তব্যটি সঠিক।

১২নং প্রশ্নের গ্রাফ দুটি সক্ষ কর :



দুটি ভিন্ন পাত্রে সংরক্ষিত 325 g এবং 288 g ভরের 10 mol করে যথাক্রমে X গ্যাস ও Y গ্যাস এর জন্য দুটি P-V লেখ অঙ্কিত আছে।

ক আপেক্ষিক আর্দ্ধতার সংজ্ঞা লিখ। ১

খ কুটিয়ায় কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাত্মক 15°C বলতে কী বুঝা? ২

গ উদ্বিপক অনুযায়ী গ্যাসছয়ের আয়তনের তুলনা ($V_1 : V_2$) কর। ৩

ঘ পাত্র দুটির মুখ একই সময়ে খুলে দিলে কোন পাত্রটি আগে খালি হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[ক. বো. '১৭]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাস্পের ভর এবং ঐ একই তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাস্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বলে।

খ কুটিয়ায় কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাত্মক 15°C বলতে বুঝায়, ঐ দিন কুটিয়ায় 15°C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাস্প থারা কুটিয়ায় বায়ু সম্পৃক্ত হবে এবং তা ঘনীভূত হয়ে বিন্দু বিন্দু জলকণায় পরিণত হবে।

ঘ দেওয়া আছে, প্রথম পাত্রের ক্ষেত্রে—

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_1 = 305\text{ K}$

গ্যাসের চাপ, $P_1 = 15\text{ kPa}$

গ্যাসের আয়তন, $= V_1$

দ্বিতীয় পাত্রের ক্ষেত্রে—

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_2 = 405\text{ K}$

গ্যাসের চাপ, $P_2 = 21\text{ kPa}$

গ্যাসের আয়তন $= V_2$

আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ [:: মোল সংখ্যা সমান]

$$\text{বা, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2T_1}{P_1T_2} = \frac{21\text{ kPa} \times 305\text{ K}}{15\text{ kPa} \times 405\text{ K}} = \frac{427}{405}$$

$$\therefore V_1 : V_2 = 427 : 405 !$$

৩ উচ্চীপক হতে পাই, প্রথম পাত্রের গ্যাসের আয়তন = V_1

গ্যাসের চাপ, $P_1 = 15 \text{ kPa}$

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_1 = 305 \text{ K}$

গ্যাসের ভর, $W_1 = 325 \text{ g}$

হিতীয় পাত্রের গ্যাসের আয়তন = V_2

গ্যাসের চাপ, $P_2 = 21 \text{ kPa}$

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_2 = 405 \text{ K}$

গ্যাসের ভর, $W_2 = 288 \text{ g}$

মনে কৰি, প্রথম পাত্রের ও হিতীয় পাত্রের গ্যাসের ব্যাপন হার, নিম্নলিখিত সময় এবং ঘনত্ব যথাক্রমে t_1, t_2, p_1 এবং t_2, t_1, p_2

$$\text{আমরা জানি, } \frac{t_1}{t_2} = \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{P_1 P_2}{P_1 P_2}} = \sqrt{\frac{P_2}{P_1} \times \frac{W_1/V_1}{W_2/V_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{P_2}{P_1} \times \frac{W_1}{W_2} \times \frac{V_2}{V_1}} = \sqrt{\frac{21}{15} \times \frac{325}{288} \times \frac{405}{427}} = 1.22$$

$$\therefore t_1 : t_2 = 1.22 : 1$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, প্রথম পাত্রটি দ্রুত নিঃশেষ হবে।

প্রয়োজন একটি সিলিডারে 127°C তাপমাত্রা ও 72 cm পারদ চাপে ও 3 g হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। একই পরিমাণ হিলিয়াম গ্যাস অপর একটি সিলিডারে STP তে রাখা হলো।

- ক.** পরবর্ষ কম্পন কাকে বলে? ১
খ. বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রথম সিলিডারে গ্যাসের আয়তন হিসাব কর। ৩
ঘ. সিলিডার দুটিতে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয়পূর্বক তাপমাত্রা তুলনা করে ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

[চ. বো. '১৭]

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কম্পনরত বস্তুকে অন্য একটি কম্পনক্ষম বস্তুর নিকট আনলে হিতীয় বস্তুটিতে যে কম্পন শুনু হয় তাকে পরবর্ষ কম্পন বলে।

খ বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন হয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেওয়ার জন্য। এ সময় কেন্দ্রমুখী বল পাওয়া না গেলে গাঢ়ি গতি জড়তার কারণে বক্রপথে স্পর্শক বরাবর চলে যাবে। ফলে গাঢ়ি দুর্ঘটনায় পতিত হওয়ার সম্মুখীন হয়। দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন হয়।

গ দেওয়া আছে, ১ম সিলিডারে চাপ, $P = 72 \text{ cm}$ পারদ
 $= 72 \times 13596 \times 9.8 \text{ Pa}$
 $= 9.593 \times 10^6 \text{ Pa}$

তাপমাত্রা, $T = 127^{\circ}\text{C} = (127 + 273) \text{ K} = 400 \text{ K}$

হিলিয়াম গ্যাসের ভর, $m = 3 \text{ g}$

হিলিয়ামের আণবিক ভর, $M = 4 \text{ g/mol}$

মোলার গ্যাস ধূবক, $R = 8.314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

গ্যাসের আয়তন, $V = ?$

আমরা জানি, $PV = n RT$

$$\text{বা, } V = \frac{m RT}{MP} = \frac{3 \times 8.314 \times 400}{4 \times 9.593 \times 10^6} \text{ kg m}^{-3}$$

$$= 2.6 \times 10^{-4} \text{ kg m}^{-3}$$

অতএব, প্রথম সিলিডারে গ্যাসের আয়তন $2.6 \times 10^{-4} \text{ kg m}^{-3}$ ।

ঘ উচ্চীপক হতে পাই,

১ম সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_1 = 127^{\circ}\text{C}$
 $= (127 + 273) \text{ K} = 400 \text{ K}$

২য় সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_2 = 273 \text{ K}$

হিলিয়ামের আণবিক ভর, $M = 4 \text{ g/mol}$

হিলিয়ামের মোল সংখ্যা, $n = \frac{m}{M} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ mol}$

এখন, ১ম সিলিডারের গ্যাসের গতিশক্তি, $E_{K_1} = \frac{3}{2} n RT_1$

$$= \frac{3}{2} \times 0.75 \times 8.314 \times 400 \text{ J}$$

$$= 3.74 \times 10^3 \text{ J}$$

এবং ২য় সিলিডারের গ্যাসের গতিশক্তি, $E_{K_2} = \frac{3}{2} n RT_2$

$$= \frac{3}{2} \times 0.75 \times 8.314 \times 273 \text{ J}$$

$$= 2.55 \times 10^3 \text{ J}$$

এখানে, $T_1 > T_2$ এবং $E_{K_1} > E_{K_2}$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, ১ম সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রা ২য় সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রার চেয়ে বেশি হওয়ায় ১ম সিলিডারের গ্যাসের গতিশক্তি ২য় সিলিডারের গ্যাসের গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি।

প্রয়োজন কোনো ঘরের তাপমাত্রা 32°C , শিশুরাত ১৪°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48%। এ সময় ঘরের বাইরে তাপমাত্রা 11°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 32°C ও 11°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথাক্রমে 33.6 mmHg ও 9.8 mmHg . 30°C -এ প্রেইসুরের ধূবক 1.63।

- ক.** মূল গড় বর্গবেগ কাকে বলে? ১
খ. প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তরের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২

- গ.** এ ঘরে ঝুলানো আর্দ্র ও শুক বাবু হাইথ্রোমিটারে আর্দ্র বাবু থার্মোমিটার কত পাঠ দেখাবে? ৩

- ঘ.** যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেওয়া হয় তাহলে জলীয় বাস্প কোন দিকে চলাচল করবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

[সি. বো. '১৭]

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

খ প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তরের প্রয়োজনীয়তা হলো: পারদের বাস্পচাপ কম হওয়ায় বায়ুমণ্ডলীয় চাপের খুব সাধারণ পরিবর্তন হলেও সঠিক পাঠ নির্ণয় করা যায়। এছাড়া 273 K তাপমাত্রার নিচেও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ পরিমাপ করা যায়।

গ দেওয়া আছে,

ঘরের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ, $F = 33.6 \text{ mm Hg}$
 আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 48\%$

বায়ুর তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাস্পের চাপ = f

আমরা জানি, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$$\text{বা, } 48\% = \frac{f}{33.6 \text{ mm Hg}} \times 100\%$$

$$\therefore f = 16.128 \text{ mm Hg}$$

তালিকা থেকে পাই, 18°C তাপমাত্রায় বাস্পচাপ 15.48 mm Hg এবং 20°C তাপমাত্রায় বাস্পচাপ 17.54 mm Hg

এখন $(17.54 - 15.48) \text{ mm Hg} = 2.06 \text{ mm Hg}$ বাস্পচাপের পার্শ্বক হয় $(20^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C})$ বা 2°C তাপমাত্রার অন্তর।

$$\therefore (33.6 - 16.128) \text{ mm Hg} = 17.472 \text{ mm Hg}$$

$$\text{চাপের পার্শ্বক হয় } \frac{2 \times 17.472}{2.06}^{\circ}\text{C} \text{ বা } 16.96^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রার অন্তর।}$$

$$\therefore \text{আর্দ্র বারের পাঠ} = (32 - 16.96)^{\circ}\text{C} = 15.04^{\circ}\text{C}$$

- য) দেওয়া আছে, ঘরের তাপমাত্রা = 32°C
 32°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, $F_1 = 33.6 \text{ mm Hg}$
 আপেক্ষিক অর্হতা, $R_1 = 48\%$
 ঘরের বাইরের তাপমাত্রা = 11°C
 11°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, $F_2 = 9.8 \text{ mm Hg}$
 আপেক্ষিক অর্হতা, $R_2 = 70\%$

$$\text{আমরা জানি, } R_1 = \frac{f_1}{F_1} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 48\% = \frac{f_1}{33.6 \text{ mm Hg}} \times 100\%$$

$$\therefore f_1 = 16.128 \text{ mm Hg}$$

$$\text{আবার, } R_2 = \frac{f_2}{F_2} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 70\% = \frac{f_2}{9.8 \text{ mm Hg}} \times 100\%$$

$$f_2 = 6.86 \text{ mm Hg}$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $f_1 > f_2$ তাই জলীয় বাষ্প
ঘরের ডেতের থেকে বাইরে বের হবে।

পদাৰ্থবিজ্ঞান ল্যাবে একদল ছাত্র কুল বিশুদ্ধ
গ্যাসপূর্ণ পাত্রে বায়ু বুদ্বুদ তলদেশ থেকে পৃষ্ঠদেশে আসার ফলে
আয়তন 1.1 গুণ হয়। পরীক্ষার এক পর্যায়ে একজন ছাত্র পানিতে
অন্য একটি তরল মিশ্রিত করায় পানির ঘনত্ব বেড়ে বিগুণ হয়ে যায়।
(বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2})

- ক. শিশিরাঙ্ক কী? ১
 খ. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশি এবং
যথার্থতা লেখ। ২
 গ. পানির তাপমাত্রা ধূব থাকলে পাত্রটির উচ্চতা কত? ৩
 ঘ. তরল মিশ্রিত করার পর পৃষ্ঠদেশে আসা বুদ্বুদগুলোর
আয়তনের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি-না গাণিতিক
বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

[ব. বো. '১৭]

১৫৮. প্রশ্নের উত্তর

ক) নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু যে তাপমাত্রায় তার মধ্যে বিদ্যমান জলীয়
বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, তাই এ বায়ুর শিশিরাঙ্ক।

খ) সম্পৃক্ত বাষ্প যে চাপ প্রয়োগ করে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।
বাষ্পচাপ দ্বারা কোনো স্থান সম্পৃক্ত হলে সেই স্থানে বাষ্প দ্বারা সাথে
মিশ্রিত পারে না : তাই কোনো স্থান বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে এই স্থানে
সর্বাধিক পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে। ফলে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কোনো
স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশি।

গ) উচ্চিপক হতে পাই, পাত্রের পৃষ্ঠদেশের চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
 পাত্রের তলদেশের আয়তন, $V_1 = V$ (ধরি)
 পাত্রের পৃষ্ঠদেশের আয়তন, $V_2 = 1.1 V$
 পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$
 অভিকর্ত্তা ত্ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 পাত্রের গভীরতা, $h = ?$

$$\therefore \text{পাত্রের তলদেশের চাপ, } P_1 = \text{বায়ুমণ্ডলের চাপ} + h \text{ গভীরতার পানির চাপ}$$

$$= 10^5 + hpg$$

$$\text{আমরা জানি, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (10^5 + hpg)V = 10^5 \times 1.1 V$$

$$\text{বা, } hpg = 10^5 \times 1.1 - 10^5$$

$$\text{বা, } hpg = 0.1 \times 10^5$$

$$\text{বা, } h = \frac{0.1 \times 10^5}{pg} = \frac{0.1 \times 10^5}{1000 \times 9.8} = 1.02 \text{ m}$$

অতএব, পাত্রের উচ্চতা 1.02 m ।

ঘ) উচ্চিপক হতে পাই, পাত্রের পৃষ্ঠদেশের চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
 পাত্রের তলদেশের আয়তন, $V_1 = V$ (ধরি)
 পাত্রের পৃষ্ঠদেশের আয়তন, $V_2 = ?$
 পানির ঘনত্ব = $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$
 তরল মিশ্রণের ঘনত্ব, $\rho' = 2$
 $= 2 \times 1000 \text{ kg m}^{-3}$
 অভিকর্ত্তা ত্ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

$$\text{আমরা জানি, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (10^5 + hpg'g) V = 10^5 \times V_2$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{10^5 + hpg'g}{10^5} V$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{10^5 + 1.02 \times 2 \times 1000 \times 9.8}{10^5} V$$

[‘গ’ থেকে পাই, $h = 1.02$]

$$\text{বা, } V_2 = 1.199 V = 1.2 V$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, পানির ঘনত্ব বৃদ্ধি করলে পৃষ্ঠদেশে
আসা বুদ্বুদগুলোর আয়তন তলদেশের আয়তনের 1.2 গুণ হবে।

ঘ) একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন 1.5 m^3 । সিলিন্ডারটিতে
 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের 30×10^{25} টি অণু আবস্থ আছে।
গ্যাস অণুর ব্যাস $25 \times 10^{-10} \text{ m}$ । পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি
সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হলো।

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১

খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্পন করে—
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সিলিন্ডারে আবস্থ গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. খালি সিলিন্ডার যুক্ত করার গ্যাসের অণুর গড় মূল পথের
পরিবর্তন হবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

[দি. বো. '১৭]

১৬৮. প্রশ্নের উত্তর

ক) তাত্ত্বিকভাবে যেসব গ্যাস বয়েল ও চার্লসের সূত্র পুরোপুরি মেনে
চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ) গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3} mNc^2 = \frac{1}{3} Mc^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} Mc^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{2}{3} E \quad [E = \text{গ্যাসের অণুসমূহের মোট গতিশক্তি}]$$

তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপের পরিমাণ স্থির
থাকে। ফলে মোট গতিশক্তি ও স্থির থাকে।

$$PV = \text{ধূবক}$$

$$\text{বা, } P \propto \frac{1}{V} \quad [\text{যখন তাপমাত্রা}]$$

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার উপর
প্রযুক্ত চাপের ব্যক্তিগতিক। এটিই বয়েলের সূত্র।

গ) আমরা জানি,

$$E = \frac{3}{2} kT$$

সিলিন্ডারে আবস্থ গ্যাসীয় অণুর
সংখ্যা = 30×10^{25} টি

$\therefore 30 \times 10^{25}$ টি অণুর গতিশক্তি,

$$E = 30 \times 10^{25} \times \frac{3}{2} kT$$

$$= 30 \times 10^{25} \times \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300$$

$$= 1.863 \times 10^6 \text{ J}$$

অতএব, সিলিন্ডারে আবস্থ গ্যাসের গতিশক্তি $1.863 \times 10^6 \text{ J}$ ।

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{তাপমাত্রা, } T &= 27^{\circ}\text{C} \\ &= (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K} \\ \text{বোলজয়ান ধূবক, } K &= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \end{aligned}$$

গতিশক্তি, $E = ?$

উদ্বিগ্ন হতে, সিলিভারের আয়তন 1.5 m^3

$$\text{অণুর সংখ্যা} = 30 \times 10^{25} \text{ টি}$$

$$\text{প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা, } n = \frac{30 \times 10^{25}}{1.5} = 2 \times 10^{26}$$

$$\text{অণুর ব্যাস, } d = 25 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{গড় মুক্তপথ, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 3.1416 \times (25 \times 10^{-10})^2 \times 2 \times 10^{26}}$$

$$\therefore \lambda = 1.8 \times 10^{-10} \text{ m}$$

আবার, সিলিভারটির সাথে সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিভার যুক্ত করা হলে গ্যাসে পাত্রের আয়তন হিঁগুণ হবে।

অর্থাৎ, পরিবর্তিত আয়তন হবে $(2 \times 1.5) \text{ m}^3 = 3 \text{ m}^3$

একেতে, প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা,

$$n = \frac{30 \times 10^{25}}{3} = 10 \times 10^{25} \text{ টি}$$

$$\text{গড় মুক্তপথ, } \lambda_1 = \frac{1}{\sqrt{2} \times 3.1416 \times 10 \times 10^{25} \times (25 \times 10^{-10})^2}$$

$$\therefore \lambda_1 = 3.6 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{3.6 \times 10^{-10} \text{ m}}{1.8 \times 10^{-10} \text{ m}} = 2.$$

$$\therefore \lambda_1 = 2\lambda$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে গ্যাস পূর্ণ সিলিভারের সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিভারের সাথে যুক্ত করায় গড় মুক্তপথ হিঁগুণ হয়। আয়তন বাড়লে অণুসমূহ বেশি পথ অতিক্রম করে যার ফলে গড় মুক্তপথ বেশি হয়।

ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $3 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘন সেলিমিটারে অণুর সংখ্যা 6×10^{20} । স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অণুগুলোর মূলগড় বর্গবেগ 500 m s^{-1} ।

ক. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কী?

খ. পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগ

ও বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কর।

গ. N.T.P তে গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্বিগ্নকের তথ্য থেকে প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত সংঘর্ষের সংখ্যা কোন ক্ষেত্রে বেশি? ক্লসিয়াস ও

বোলজ্যানের সমীকরণ ব্যবহার করে তুলনা কর।

[ৱা. বো. '১৬]

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং সেই একই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো সেই স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা।

খ. কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে। পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে জলীয় বাষ্পের ভরও বৃদ্ধি পায়। এতে ঐ স্থানে অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে এদের ছুটাছুটির পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। ফলে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

গ. ধরি, NTP তে গ্যাসের ঘনত্ব ρ

উদ্বিগ্ন হতে, মূল গড় বর্গবেগ, $C_{r.m.s} = 500 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{স্বাভাবিক চাপ, } P = 101325 \text{ N m}^{-2}$$

$$\text{আমরা জানি, } C_{r.m.s} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\text{বা, } C_{r.m.s}^2 = \frac{3P}{\rho}$$

$$\text{বা, } P = \frac{3P}{C_{r.m.s}^2} = \frac{3 \times 101325 \text{ N m}^{-2}}{(500 \text{ ms}^{-1})^2} = 1.216 \text{ kg m}^{-3}$$

অর্থাৎ NTP তে গ্যাসের ঘনত্ব 1.216 kg m^{-3} .

ঘ. উদ্বিগ্ন অনুসারে,

$$\text{অণুর ব্যাস } d = 3 \times 10^{-10} \text{ m} = 3 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা, $n = 6 \times 10^{20}$

ধরি, ক্লসিয়াসের ক্ষেত্রে, গড় মুক্ত পথ λ_C

এবং বোলজ্যানের ক্ষেত্রে, গড় মুক্ত পথ λ_B

$$\text{আমরা জানি, } \lambda_C = \frac{1}{\pi d^2 n} = \frac{1}{3.1416 \times (3 \times 10^{-8} \text{ cm})^2 \times 6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}}$$

$$\therefore \lambda_C = 5.89 \times 10^{-7} \text{ cm} = 5.89 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \lambda_B = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\pi d^2 n} = \frac{3}{4} \times 5.89 \times 10^{-9} \text{ m} = 4.42 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{আবার, গড়মুক্ত পথ, } \lambda = \frac{\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{অণুর ধারার সংখ্যা}} = \frac{L}{N}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্দিষ্ট হলে, } \lambda \propto \frac{1}{N}$$

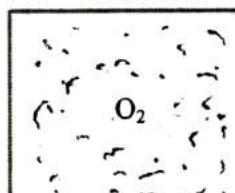
অর্থাৎ গড় মুক্তপথ সংঘর্ষ সংখ্যার ব্যত্তানুপাতিক। একেতে λ_C ও λ_B এর মধ্যে যার মান বেশি প্রতি সেকেন্ডে তার সংঘর্ষ সংখ্যা কম।

যেহেতু $\lambda_C > \lambda_B$ সেহেতু বোলজ্যানের সমীকরণের ক্ষেত্রে সংঘর্ষের সংখ্যা বেশি হবে।

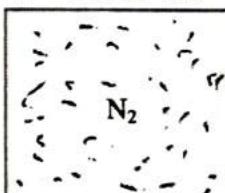
প্রশ্ন ১৮। 3 cm^3 আয়তনের দুটি অভিন্ন পাত্র A ও B। A পাত্রে O₂ এবং B-পাত্রে N₂ গ্যাস নিয়ে চিত্রে প্রদর্শিত চাপ পাওয়া গেল।

$$P = 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$P = 4.7 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$



পাত্র-A



পাত্র-B

ক. ঝুকের সূত্র লিখ।

খ. ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ বলতে কী বুঝ? ১

গ. A-পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের মধ্যে কোনটি বেশি উত্তোলন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মুতামত প্রদান কর। ৪

[য. বো. '১৬]

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ঝুকের সূত্রটি হলো— স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ. কোনো বস্তুর ইয়ং গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ বলতে বুঝা হয়ে ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট এই বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর $2 \times 10^{11} \text{ N}$ বল প্রয়োগ করা হলে বস্তুটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আনি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

গ. এখানে, A পাত্রের গ্যাসের চাপ, $P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

A পাত্রের গ্যাসের আয়তন, $V_1 = 3 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

A পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি, $E_1 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} \times 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 1.8 \text{ J}$$

অতএব, A পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি 1.8 J ।

ঘ. যনে করি, A ও B পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা যথাক্রমে T_1 ও T_2 । এখানে, A পাত্রের গ্যাসের আয়তন, $V_1 = 3 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

A পাত্রের গ্যাসের চাপ, $P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

B পাত্রের গ্যাসের আয়তন, $V_2 = 3 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

B পাত্রের গ্যাসের চাপ, $P_2 = 4.7 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

আমরা জানি, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
 $\text{বা, } \frac{4 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-6}}{T_1} = \frac{4.7 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-6}}{T_2}$

বা, $\frac{1.2}{T_1} = \frac{1.41}{T_2}$

বা, $1.41 T_1 = 1.2 T_2$

বা, $T_1 = \frac{1.2}{1.41} T_2 = 0.85 T_2$

$\therefore T_2 > T_1$

অতএব, B পাত্রের গ্যাসটি বেশি উত্তপ্ত হবে।

নিচের চিত্রে A ও B দুটি পাত্রে একটির মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ও অপরটিতে একটি অজানা গ্যাস রয়েছে।

চাপ, $P = 42 \text{ MPa}$
 $C_{\text{rms}} = 1500 \text{ m s}^{-1}$
 $V = 10^{-3} \text{ m}^3$
 $n = 2 \text{ mole}$

পাত্র-A

$P = 52 \text{ MPa}$
 $C_{\text{rms}} = 1600 \text{ m s}^{-1}$
 $V = 10^{-3} \text{ m}^3$
 $n = 2 \text{ mole}$

পাত্র-B

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে?

খ. গ্যাসের ক্ষেত্রে ঘনত্ব বলায় তাপমাত্রা লেখচিত্রের প্রকৃতি কেমন ব্যাখ্যা কর।

গ. S.T.P তে পাত্র-B তে রাস্কিত গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

ঘ. কোন পাত্রে জানা গ্যাসটি আছে বলে তুমি মনে কর?

উভীগকের তথ্য হতে তোমার গাণিতিকভাবে মতামত দাও।

[কু. বো. '১৬]

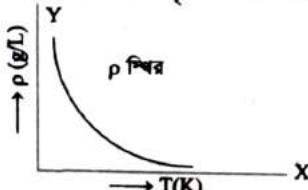
১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক) তাত্ত্বিকভাবে যেসব গ্যাস বহেল ও চার্লসের সূত্র পুরোপুরি মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ) আমরা জানি, স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব এর পরম তাপমাত্রার ব্যক্তানুপাতিক। অর্থাৎ স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ এবং তাপমাত্রা $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ হলো।

$$P_1 T_1 = P_2 T_2 = P_3 T_3 = \dots = P_n T_n$$

তাই ঘনত্ব ও তাপমাত্রার বিভিন্ন মানের জন্য স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব ও তাপমাত্রার লেখচিত্র হবে সম্পর্কাত্মক বা আয়তাকার পরাবৃত্ত।



গ) ধরি, পাত্র B তে রাস্কিত গ্যাসের গতিশক্তি E

উভীগক হতে, মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

STP তে তাপমাত্রা, $T = 273 \text{ K}$

মোল সংখ্যা, $n = 2$

আমরা জানি,

$$E_a = \frac{3}{2} n RT = \frac{3}{2} \times 2 \times 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 273 \text{ K} = 6809.166 \text{ J}$$

\therefore STP তে পাত্র B তে রাস্কিত গ্যাসের গতিশক্তি 6809.166 J.

ঘ) এখানে, A পাত্রের গ্যাসের চাপ, $P = 42 \text{ MPa} = 42 \times 10^6 \text{ Pa}$
 আয়তন, $V = 10^{-3} \text{ m}^3$
 $C_{\text{rms}} = 1500 \text{ ms}^{-1}$

\therefore ভর M হলে, $PV = \frac{1}{3} m C_{\text{rms}}^2$

বা, $M = \frac{3PV}{C_{\text{rms}}^2} = \frac{3 \times 42 \times 10^6 \text{ Pa} \times 10^{-3} \text{ m}^3}{(1500 \text{ ms}^{-1})^2} = 0.056 \text{ kg} = 56 \text{ g}$

এখন, 2 mole এর ভর 56 g

$\therefore 1 \text{ mole এর ভর } \frac{56}{2} \text{ g} = 28 \text{ g}$

আবার, B পাত্রের ক্ষেত্রে, চাপ, $P = 52 \text{ MPa} = 52 \times 10^6 \text{ Pa}$

আয়তন, $V = 10^{-3} \text{ m}^3$

$C_{\text{rms}} = 1600 \text{ ms}^{-1}$

$$M = \frac{3PV}{C_{\text{rms}}^2} = \frac{3 \times 52 \times 10^6 \text{ Pa} \times 10^{-3} \text{ m}^3}{(1600 \text{ ms}^{-1})^2} = 0.061 \text{ kg} = 60.1 \text{ g}$$

2 mole এর ভর 60.1 g

$\therefore 1 \text{ mole এর ভর } \frac{60.1}{2} \text{ g} = 30.05 \text{ g}$

এখনে, A ও B পাত্রে রাখা গ্যাসের 1 mole এর যথাক্রমে 28 g ও 30.05 g। আমাদের জানা গ্যাসটি হলো নাইট্রোজেন, যার আণবিক ভর অর্থাৎ 1 mole এর ভর 28 g। সুতরাং আমরা বলতে পারি A পাত্রে জানা গ্যাসটি আছে।

১৯নং ৩। একদিন হাইপ্রোমিটারের পাঠ নিতে পিয়ে দেখা গেল শুষ্ক ও অর্দ্ধ বাতারে তাপমাত্রা যথাক্রমে 20°C এবং 12.8°C । 20°C তাপমাত্রার প্রেসিয়ারের উৎপাদক, 1.79। $7^\circ\text{C}, 8^\circ\text{C}$ ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্পচাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3}, 8.1 \times 10^{-3}, 17.4 \times 10^{-3}$ পারদচাপ।

ক. প্রমাণ চাপ কী?

খ. গ্যাস ও বাস্পের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ।

গ. ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহাওয়ার পূর্বভাস বিশ্লেষণ কর।

[চ. বো. '১৬]

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক) সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273K তাপমাত্রায় উল্লব্ধভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুর্ব পারদস্তত যে চাপ দেয় তাই প্রমাণ চাপ।

খ) বাস্প ও গ্যাসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

| গ্যাস | বাস্প |
|--|---|
| ১. গ্যাস ব্যাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় বাস্পরূপে থাকে। | ১. বাস্প ব্যাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় কঠিন বাস্পরূপে থাকে। |
| ২. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সকল গ্যাসের প্রসারণ একই হয়। | ২. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সকল বাস্পের প্রসারণ সমান হয় না। |

ঘ) শুষ্ক বাস্প থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

অর্দ্ধ বাস্প থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_2 = 12.8^\circ\text{C}$

প্রেসিয়ারের উৎপাদক, $G = 1.79$

শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 20^\circ\text{C} - 1.79 (20^\circ\text{C} - 12.8^\circ\text{C}) = 7.112^\circ\text{C}$$

অতএব, ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক 7.112°C ।

ঘ) 'গ' থেকে পাই, ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক 7.112°C ।

উভীগক থেকে পাই, $7^\circ\text{C}, 8^\circ\text{C}$ ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3}, 8.1 \times 10^{-3}$ এবং $17.4 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$.

$$(8 - 7)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপের পরিবর্তন}$$

$$= (8.1 \times 10^{-3} - 7.1 \times 10^{-3}) \text{ m HgP}$$

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore (7.112 - 7)^\circ\text{C} = 0.112^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ু চাপের পরিবর্তন}$$

$$= (1 \times 10^{-3} \times 0.112) \text{ m HgP}$$

$$= 0.112 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

\therefore শিশিরাঙ্ক অর্থাৎ, 7.112°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুর চাপ,

$$f = (7.5 \times 10^{-3} + 0.112 \times 10^{-3}) \text{ m HgP}$$

$$= 7.612 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় অর্ধাং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ, $F = 17.4 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.612 \times 10^{-3}}{17.4 \times 10^{-3}} \times 100\% = 43.75\%$$

অতএব এই দিনের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 43.75% অর্ধাং বায়ুর তাপমাত্রার একটি নিমিট আয়তনের এই বায়ুকে সম্পৃষ্ট করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা 43.75 ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে। এবং এই বায়ুর শিশিরাঙ্ক সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রার সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 43.75 ভাগ।

বিজ্ঞানের ছাত্রী জুড়ি আর্দ্ধতা মাপক যন্ত্রের সাহায্যে দুপুরের তাপমাত্রা পেল 32 °C। এই দিনের শিশিরাঙ্ক 10 °C জেনে সে আপেক্ষিক আর্দ্ধতা পেল 75%। আবার এই দিন সম্ম্যায় বায়ুর তাপমাত্রা দেখতে পেল 20 °C। (10 °C তাপমাত্রার সম্পৃষ্ট বাষ্প চাপ $9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$, 20 °C এ সম্পৃষ্ট বাষ্প চাপ $17.54 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$.)

- ক. ভেট্টের বিভাজন কী? ১
- খ. মহাকর্ষ বিভবের মান ঝণাঝক হয় কেন? ২
- গ. উচ্চীপকের আলোকে দুপুরের বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ বের কর। ৩
- ঘ. জুড়ির মনে হলো দুপুরের তুলনায় সম্ম্যায় তাড়াতাড়ি ঘাম শুকাছে— উচ্চীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৬]

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একটি ভেট্টের রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেট্টের রাশিতে বিভক্ত করার পদ্ধতিকে ভেট্টের বিভাজন বলে।

খ) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব বলতে অসীম দূরত্ব থেকে একক ভরের কোনো বস্তুকে এই বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে বোঝায়।

এই সরণ বলের বিপরীতমুখী হয় বলে কৃতকাজ ঝণাঝক। আবার মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব এই বিন্দুতে একক ভরের কোনো বস্তুর স্থিতিশীল সমান। কৃতকাজ ঝণাঝক বলে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বদা ঝণাঝক।

গ) 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপ = $9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$
 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপ = $17.54 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

$$\therefore (20 - 10) ^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = $(17.54 \times 10^{-3} - 9.22 \times 10^{-3}) \text{ m Hg}$
= $8.32 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

$$\therefore (32 - 20) ^{\circ}\text{C} = 12^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = $\frac{8.32 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \times 12}{10}$
= $9.984 \times 10^{-2} \text{ m Hg}$

$$\therefore \text{দুপুরের তাপমাত্রায় } (32^{\circ}\text{C}) \text{ সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপ} = (17.54 \times 10^{-3} + 9.984 \times 10^{-2}) \text{ m Hg}$$

= $27.524 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

অতএব, উচ্চীপকের আলোকে দুপুরের বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ $27.524 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

ঘ) শিশিরাঙ্কে সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্প চাপ, $f = 9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$
সম্ম্যায় বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপ, $F = 17.54 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

$$\therefore \text{সম্ম্যায় বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{9.22 \times 10^{-3}}{17.54 \times 10^{-3}} \times 100\% = 52.57\%$$

আবার, দুপুরে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা = 75%

অর্থাৎ দুপুরের চেয়ে সম্ম্যায় বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কম। সুতরাং দুপুরের তুলনায় সম্ম্যায় বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কম। ফলে শরীর থেকে নির্ণয় ঘাম দুপুরের তুলনায় সম্ম্যায় দুর্ত শুকাবে। এ কারণেই জুড়ির মনে হলো দুপুরের তুলনায় সম্ম্যায় তাড়াতাড়ি ঘাম শুকাবে।

১১৪ কোনো একটি পরীক্ষণে জাফলংয়ের আবশ্য বায়ুর তাপমাত্রা 19°C ও শিশিরাঙ্ক 7.4°C পাওয়া গেল। শৈত্যপ্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে 15°C হলো। 7°C , 8°C ও 19°C তাপমাত্রায় এই সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.5 , 8.2 এবং 16.5 mm পারদ।

ক. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে?

খ. সুষম দুর্তিতে সরল পথে চলমান বস্তুর তুরণ থাকে না। অথবা বৃত্তাকার পথে সুষম দুর্তিতে চলমান বস্তুর তুরণ থাকে— ব্যাখ্যা কর।

গ. জাফলংয়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর।

ঘ. তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঐ স্থানের আবশ্য বায়ুর শিশিরাঙ্ক পরিবর্তিত হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও।

[ব. বো. '১৬]

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্ধাং যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

খ) আমরা জানি, বেগের পরিবর্তনের হারকে তুরণ বলে। বেগ একটি ভেট্টের রাশি। যার মান বা দিক বা উভয়ের পরিবর্তনে এটি পরিবর্তিত হয়। কিন্তু বেগের মানই হলো দুর্তি। কাজেই সুষম দুর্তিতে বস্তু সরল পথে চললে বেগের মানের কোনো পরিবর্তন হয় না এবং সরলপথে চলে বলে দিকেরও পরিবর্তন হয় না। ফলে তুরণ থাকে না। অপরপক্ষে সুষম দুর্তিতে বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু চলতে থাকলে তা অনবরত দিক পরিবর্তন করে। সমদ্রুতিতে চলে বলে বেগের মানের কোনো পরিবর্তন হয় না কিন্তু দিক পরিবর্তনের ফলে বেগের পরিবর্তন হয় কাজেই বৃত্তাকার পথে সুষম দুর্তিতে চলমান বস্তুর তুরণ থাকে যাকে কেন্দ্ৰমুখী তুরণ বলে।

গ) এখানে, $(8 - 7) ^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = $(8.2 - 7.5) ^{\circ}\text{C mm Hg} = 0.7 \text{ mm Hg}$.

$$\therefore (7.4 - 7) ^{\circ}\text{C} = 0.4^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃষ্ট জলীয়বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = $(0.7 \times 0.4) \text{ mm Hg} = 0.28 \text{ mm Hg}$

ঘ) শিশিরাঙ্ক $(7.4)^{\circ}\text{C}$ সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্প চাপ, $f = (7.5 + 0.28) \text{ mm Hg} = 7.78 \text{ mm Hg}$

বায়ুর তাপমাত্রা (19°C) সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্প চাপ, $F = 16.5 \text{ mm Hg}$

$$\therefore \text{বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.78}{17.5} \times 100\% = 47.15\%$$

অতএব, জাফলংয়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 47.15% ।

ঘ) এখানে, 19°C ও 15°C তাপমাত্রায় এই স্থানের অসম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে P_1 ও P_2 হলে শিশিরাঙ্কের সংজ্ঞানুসারে,

$$P_1 = 19^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রায় অসম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ

$$= 7.4^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রায় সম্পৃষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ

$$= 7.78 \text{ mm Hg}$$

আবার, স্থানটি আবশ্য বলে বায়ুর আয়তন নিমিট

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{19 + 273}{15 + 273} = \frac{292}{288}$$

$$\therefore \text{পরিবর্তিত জলীয় বাষ্প চাপ, } P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 7.78 \times \frac{288}{292}$$

= 7.67 mm Hg

এখন, পরিবর্তিত শিশিরাঞ্জক 1°C হলে, 1°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বায়ুর চাপ = 7.67 mm Hg

$\therefore (8.2 - 7.5)$ বা 0.7 mm Hg চাপের পরিবর্তন হয় $(8 - 7)^{\circ}\text{C}$ বা 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য

$\therefore (7.67 - 7.5)$ বা 0.17 mm Hg চাপ বৃদ্ধির জন্য

$$7^{\circ}\text{C} \text{ থেকে } \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে} = \frac{1}{0.7} \times 17^{\circ}\text{C} = 0.24^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঞ্জকের পরিবর্তন} = (7 + 0.24)^{\circ}\text{C} = 7.24^{\circ}\text{C}$$

অতএব, তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঐ স্থানের আবস্থ বায়ুর শিশিরাঞ্জক পরিবর্তিত হবে।

প্রয়োগ ২৩ কোনো একদিন রাজশাহীর তাপমাত্রা 35°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 50% । একটি সময়ে কর্কবাজারে স্থাপিত একটি হাইওয়েমিটারের শূক ধার্মোমিটারের পাঠ 35°C । এবং আর্দ্ধ ধার্মোমিটারের পাঠ 30°C । 35°C তাপমাত্রায় ফ্লেইসারের উৎপাদক এর মান 1.60 ; 26°C , 28°C এবং 35°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ যথাক্রমে 25.21 , 28.35 এবং 42.16 mm পারদ।

- ক. স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১
 খ. সব দোলক সরল দোলক নয়—ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উচ্চীপক অনুসারে কর্কবাজারে শিশিরাঞ্জক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও রাজশাহীর চেয়ে কর্কবাজারে কোনো ব্যক্তির অধিক অবস্থি অনুভব করার কারণ কি—গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

[দি. বো. '১৬]

২৩নং প্রয়োগের উত্তর

ক. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধূব সংখ্যা। এ ধূব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

খ. পর্যাপ্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বা দোলন গতি এবং বক্তৃতিকে দোলক বলে। আর স্পন্দন গতিসম্পন্ন বস্তুর ত্বরণ যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিযুক্ত হয় তাহলে বস্তুর এই গতিকে সরল দোলন গতি এবং বক্তৃতিকে সরল দোলক বলে। সব দোলকের ক্ষেত্রে বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিযুক্ত হয় না। তাই সব দোলক সরল দোলক নয়।

গ. এখানে, কর্কবাজারে, শূক বাৰ ধার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_1 = 35^{\circ}\text{C}$ আৰ্দ্ধ বাৰ ধার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_2 = 30^{\circ}\text{C}$

ফ্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.60$

শিশিরাঞ্জক, $\theta = ?$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

বা, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

বা, $\theta = 35^{\circ}\text{C} - 1.60(35^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C})$

বা, $\theta = 35^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C} = 27^{\circ}\text{C}$

অতএব, উচ্চীপক অনুসারে কর্কবাজারের শিশিরাঞ্জক 27°C ।

ঘ. 'গ' হতে পাই, এ দিন কর্কবাজারের শিশিরাঞ্জক 27°C ।

এখানে, $(28 - 26)^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C}$ এর জন্য সম্পৃক্ত জলীয়বাস্প চাপের বৃদ্ধি $= (28.35 - 25.21) \text{ mm Hg} = 3.14 \text{ mm Hg}$

$\therefore (27 - 26)^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$ এর জন্য সম্পৃক্ত জলীয়বাস্প চাপের বৃদ্ধি $= \frac{3.14}{2} \text{ mm Hg} = 1.57 \text{ mm Hg}$

\therefore শিশিরাঞ্জকে সম্পৃক্ত জলীয় বাস্প চাপ, $f = (25.21 + 1.57) \text{ mm Hg} = 26.78 \text{ mm Hg}$

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্প চাপ, $F = 42.16 \text{ mm Hg}$

$$\therefore \text{ঐ দিনে কর্কবাজারের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R_c = \frac{f}{F} \times 100\% \\ = \frac{26.78}{42.16} \times 100\% \\ = 63.52\%$$

আবার, ঐ দিনে রাজশাহীর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R_R = 50\%$ এখানে, $R_c > R_R$

অর্থাৎ, রাজশাহীর চেয়ে কর্কবাজারের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বেশি। সূতরাং একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও রাজশাহীর তুলনায় কর্কবাজারের বায়ুতে জলীয়বাস্পের পরিমাণ বেশি। ফলে রাজশাহীর চেয়ে কর্কবাজারের বায়ুতে শরীর থেকে নির্গত ঘাষ কম শুকাবে এবং ঘাষ বাস্পায়ানের জন্য কর্কবাজারে কম সুগতাপের প্রয়োজন হবে। তাই রাজশাহীর তুলনায় কর্কবাজারে শরীর কম তাপ হারাবে। ফলে কর্কবাজারে ঐ ব্যক্তি অধিক অবস্থি অনুভব করে।

১২ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৫ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রয়োগ ১৪ একটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে একটি হুদের 40.81 m গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় সেটি 1 লিটার আয়তন ধারণ করল। হুদের তলদেশে বেলুনে আরও 1 লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 N m^{-2} , পানির ঘনত্ব 10^3 kg m^{-3} এবং $g = 9.804 \text{ m s}^{-2}$ ।

- ক. প্রমাণ চাপ কী? ১
 খ. সমোক্ষ প্রক্রিয়া বলতে কী বুঝা? ২
 গ. নিমজ্জনের পূর্বে উচ্চীপকের বেলুনের আয়তন কত ছিল? ৩
 ঘ. বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণের ক্ষমতা 9 লিটার । পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় পৌছাবে কি? ৪
 বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[দি. বো. '১৫]

২৪নং প্রয়োগের উত্তর

ক. সমূদ্র পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273.16 K তাপমাত্রায় উল্লব্ধভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিট শূক ও বিশুল্প পারদস্ত যে চাপ দেয় তাই প্রমাণ চাপ।

খ. যে প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে, সে প্রক্রিয়াকে সমোক্ষ প্রক্রিয়া এবং পরিবর্তনকে সমোক্ষ পরিবর্তন বলে।

অন্যকথায়, যে তাপগভীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে তাকে সমোক্ষ প্রক্রিয়া বলে।

গ. বেলুনের আদি আয়তন = V_1 (ধরি)

$$\text{বায়ুর চাপ, } P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

হুদের তলদেশে আয়তন, $V_2 = 1 \text{ L}$

হুদের তলদেশে চাপ,

$$P_2 = P_1 + hpg \\ = 10^5 \text{ N m}^{-2} + 40.81 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ = 10^5 \text{ N m}^{-2} + 399938 \text{ N m}^{-2} = 499938 \text{ Pa}$$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{বা, } V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1} = \frac{499938 \text{ Pa} \times 1 \text{ L}}{10^5 \text{ Pa}} = 4.99938 \text{ L} \approx 5 \text{ L}$$

অতএব, নিমজ্জনের পূর্বে উচ্চীপকের বেলুনের আয়তন 5 L ছিল।

ঘ. এখানে, হুদের তলদেশে বেলুনের আয়তন, $V_1 = (1+1) \text{ L} = 2 \text{ L}$

হুদের তলদেশে চাপ, $P_1 = 499938 \text{ Pa}$ [গ থেকে]

হুদের পৃষ্ঠদেশে চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Pa}$

এখন, হুদের পৃষ্ঠদেশে আয়তন V_2 হলে,

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{499938 \text{ Pa} \times 2 \text{ L}}{10^5 \text{ Pa}} = 9.99876 \text{ L} \approx 10 \text{ L}$$

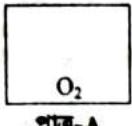
এখানে, $V_2 > 9 \text{ L}$

অতএব, পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত থাকবে না অর্থাৎ ফুটে যাবে।

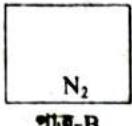


প্রয়োগ 2 cm³ আয়তনের দুটি অভিন্ন পাত্র A ও B। A পাত্রে O₂ ও B পাত্রে N₂ নিয়ে নিচের চিত্রে প্রদর্শিত চাপ পাওয়া গেল :

$$P = 3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \quad P = 3.66 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$



পাত্র-A



পাত্র-B

ক. শিশিরাঙ্ক কাকে বলে?

১

খ. একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখলে কী ঘটবে? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. A পাত্রে গ্যাসের গতিশক্তি কত?

৩

ঘ. পাত্র A ও পাত্র B এর মধ্যে কোনটি বেশি উত্তপ্ত হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

৪

[য. বো. '১৫]

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তাপমাত্রায় একটি নিদিষ্ট আয়তনের বায়ু এর ভেতরের জলীয় বাষ্প ছাঁড়া সম্পৃক্ত হয় তাকে সেই বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ. এখানে, একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখলে বেশি তাপমাত্রায় রাখা বেলুনটি কম তাপমাত্রায় রাখা বেলুন অপেক্ষা বেশি চাপ অনুভব করবে। কারণ আমরা জানি, নিদিষ্ট আয়তনে একটি নিদিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের চাপ তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

গ. এখানে, A পাত্রের গ্যাসের চাপ, $P_1 = 3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$A \text{ পাত্রের গ্যাসের আয়তন}, V_1 = 2 \text{ cm}^3 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$A \text{ পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি}, E_1 = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, E_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} \times 3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 0.9 \text{ J}$$

অতএব, A পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি 0.9 J।

ঘ. এখানে, A পাত্রের গ্যাসের আয়তন, $V_1 = 2 \text{ cm}^3 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$$A \text{ পাত্রের গ্যাসের চাপ}, P_1 = 3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$B \text{ পাত্রের গ্যাসের আয়তন}, V_2 = 2 \text{ cm}^3 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$B \text{ পাত্রের গ্যাসের চাপ}, P_2 = 3.66 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

এখন A ও B পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা যথাক্রমে T₁ ও T₂ হলে,

$$\text{আমরা জানি}, \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{3 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-6}}{T_1} = \frac{3.66 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-6}}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{0.6}{T_1} = \frac{0.732}{T_2}$$

$$\text{বা, } 0.732 T_1 = 0.6 T_2$$

$$\text{বা, } T_1 = 0.82 T_2$$

$$\therefore T_2 > T_1$$

অতএব, B পাত্রের গ্যাসটি বেশি উত্তপ্ত হবে।

প্রয়োগ একদিন শূরু ও সিন্ত বালুব হাইট্রোমিটারে পাঠ যথাক্রমে 20°C এবং 12.8°C পাওয়া গেল। 20°C তাপমাত্রায় প্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.79। 7°C, 8°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5×10^{-3} , 8.1×10^{-3} এবং 17.4×10^{-3} mHg P।

ক. গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত বিবৃত কর।

১

খ. চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার চাপ বৃদ্ধি পাওয়া কেন?

২

গ. এই দিনের শিশিরাঙ্ক কত?

৩

ঘ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা বের করে এই দিনের আবহাওয়া সম্পর্কে মতামত দাও।

৪

[য. বো. '১৫]

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্রটি হলো— নিদিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যৱনুপাতে পরিবর্তিত হয়।

খ. চলমান মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বাড়ে। কারণ চলমান গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে ঘর্ষণ হয়। ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ বৃদ্ধি পাওয়ার দরুন চাপও বৃদ্ধি পায়, ফলে বায়ুমুখ অণুসমূহের ঝুটাঝুটি বৃদ্ধি পায়। তাই টায়ারের দেয়ালের উপর চাপও বৃদ্ধি পায়। সুতরাং বলা যায় যে, চলমান মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পায়।

ঘ. ধরি, এই দিনের শিশিরাঙ্ক, θ

উদ্বীপক হতে পাই, শূরু বালু থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

সিন্ত বালু থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_2 = 12.8^\circ\text{C}$

প্লেসিয়ারের উৎপাদক, $G = 1.79$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$= 20^\circ\text{C} - 1.79(20^\circ\text{C} - 12.8^\circ\text{C}) = 20^\circ\text{C} - 12.888^\circ\text{C} = 7.112^\circ\text{C}$$

অতএব, এই দিনের শিশিরাঙ্ক 7.112°C।

ঙ. ধরি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা R

'গ' থেকে পাই, এই দিনের শিশিরাঙ্ক 7.112°C।

উদ্বীপক থেকে পাই, 7°C, 8°C ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5×10^{-3} , 8.1×10^{-3} এবং 17.4×10^{-3} mHg P।

এখানে, $(8 - 7)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$ এর জন্য সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের বৃদ্ধি

$$= (8.1 \times 10^{-3} - 7.5 \times 10^{-3}) \text{ mHg P}$$

$$= 0.6 \times 10^{-3} \text{ mHg P}$$

$$\therefore (7.112 - 7)^\circ\text{C} = 0.112^\circ\text{C}$$

$$= (0.6 \times 10^{-3} \times 0.112) \text{ mHg P}$$

$$= 0.0672 \times 10^{-3} \text{ mHg P}$$

∴ শিশিরাঙ্কে অর্ধাংশ, 7.112°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ,

$$f = (7.5 \times 10^{-3} + 0.0672 \times 10^{-3}) \text{ mHg P}$$

$$= 7.5672 \times 10^{-3} \text{ mHg P}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় অর্ধাংশ 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, F = 17.4×10^{-3} mHg P

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.5672 \times 10^{-3}}{17.4 \times 10^{-3}} \times 100\% = 43.49\%$$

অতএব এই দিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 43.49% অর্ধাংশ বায়ুর তাপমাত্রার একটি নিদিষ্ট আয়তনের এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা 43.49 ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে। এবং এ বায়ুর শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 43.49 ভাগ।

প্রয়োগ নিদিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো অক্সিজেন গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান 11.2 km s^{-1} । ঘনত্বের পরিবর্তন না করে গ্যাসকে এমনভাবে ঠাণ্ডা করা হলো যেন এর চাপ অর্ধেক হয়।

ক. সার্বজনীন গ্যাস ধ্বনি কাকে বলে?

১

খ. বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য কী কী?

২

গ. ঠাণ্ডা করার পরে অক্সিজেন গ্যাস অণুর শেষ গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান কত?

৩

ঘ. নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মানের সমান হতে হলে, তাপমাত্রার ধারণা থেকে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৪

[য. বো. '১৫]

২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক মৌল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক ডিগ্রি বাড়ালে তা যে পরিমাণ কাজ সম্পর্ক করে তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্বনি কাকে বলে।

খ. বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য হলো—

- এটি বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলের সমান।

- এটি ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

- এর একক ও মাত্রা যথাক্রমে kg m s^{-1} ও MLT^{-1}

এখনে, প্রাথমিক অবস্থায় গড় বর্গবেগের বর্গমূল $\sqrt{c_1^2} = 11.2 \text{ km s}^{-1}$
ধরি, প্রাথমিক অবস্থায় চাপ, $P_1 = P$

প্রাথমিক অবস্থায় ঘনত্ব, $\rho_1 = \rho$

পরিবর্তিত অবস্থায় চাপ, $P_2 = \frac{P}{2}$

পরিবর্তিত অবস্থায় ঘনত্ব, $\rho_2 = \rho$

পরিবর্তিত অবস্থায় গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $\sqrt{c_2^2} = ?$

এখন, আমরা জানি, $\sqrt{c_1^2} = \sqrt{\frac{3P_1}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

আবার, $\sqrt{c_2^2} = \sqrt{\frac{3P_2}{\rho_2}} = \sqrt{\frac{3}{2} \frac{P}{\rho}} \quad \left[\because P_2 = \frac{P}{2}, \rho_2 = \rho \right]$

$$\therefore \frac{\sqrt{c_2^2}}{\sqrt{c_1^2}} = \sqrt{\frac{3P}{2\rho} \times \frac{\rho}{3P}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{c_2^2} = \sqrt{c_1^2} \times \sqrt{\frac{1}{2}} = 11.2 \text{ km s}^{-1} \times \sqrt{\frac{1}{2}} = 7.92 \text{ km s}^{-1}$$

অতএব, ঠাণ্ডা করার পরে অক্সিজেন গ্যাসের অণুর শেষ গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান 7.92 km s^{-1} হবে।

এখনে, তাপমাত্রা $T = 27^\circ\text{C} = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

অক্সিজেনের আণবিক ভর, $M = 32 \text{ g} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$

\therefore এ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের মূল গড় বর্গবেগ,

$$c_1 = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 300}{32 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1} = 483.44 \text{ m s}^{-1}$$

আবার, নাইট্রোজেনের আণবিক ভর, $M = 28 \text{ g} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg}$

এখন, নাইট্রোজেনের বর্গমূল গড় বর্গবেগ, $c_2 = 483.44 \text{ m s}^{-1}$ হলে
এবং প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা T_1 কেলভিন হলে,

$$c_2 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}} \quad \text{বা, } c_2^2 = \frac{3RT_1}{M}$$

$$\text{বা, } T_1 = \frac{c_2^2 \times M}{3R} = \frac{(483.44)^2 \times 28 \times 10^{-3}}{3 \times 8.31} \text{ K} = 262.5 \text{ K}$$

অতএব, 262.5 K তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের
বর্গমূল মান, 27°C বা 300 K তাপমাত্রার অক্সিজেন অণুর গড় বর্গবেগের
বর্গমূল মানের সমান হবে।

একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদন তৈরির জন্য
কোনো একদিন ঢাকা ও রাজশাহীতে স্থাপিত দুটি সিস্টেন ও শুক্র বালব
আর্দ্ধতামাপক যন্ত্রের মাধ্যমে নিচের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন :

| স্থান | শুক্র বালব থার্মো. পাঠ | সিস্টেন বালব থার্মো. পাঠ | বায়ুর তাপমাত্রায় প্রেসিয়ারের উৎপাদক |
|---------|---------------------------|-----------------------------|---|
| ঢাকা | 28.6°C | 20°C | 1.664 |
| রাজশাহী | 32.5°C | 22°C | 1.625 |

[14°C , 16°C , 28°C , 30°C , 32°C , 34°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প
চাপ যথাক্রমে 11.99 , 13.63 , 28.35 , 31.83 , 35.66 এবং 39.90 mm Hg]

ক. আদর্শ গ্যাস কী?

খ. একক চাপে এক মৌল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম
পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে?

গ. এই দিনে ঢাকার শিশিরাঙ্ক কত ছিল?

ঘ. উপরোক্ত তথ্যাত্মক কোনো ব্যক্তি কোথায় অধিকতর
ব্যক্তি বোধ করবেন? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৫]

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল গ্যাস গ্যাসের পতিতত্ত্বের মৌলিক বীকার্যসমূহ মেনে
চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্সেসের সূত্র যুগ্মভাবে
মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ. আমরা জানি, স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

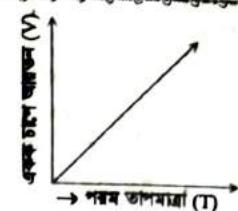
এখনে, মৌল সংখ্যা, $n = 1$

একক চাপের ক্ষেত্রে, $P = 1$

এখন, $PV = nRT$

$$\text{বা, } \frac{V}{T} = \frac{nR}{P} = \frac{1 \times R}{1} = R = \text{ঢাল}$$

অতএব, একক চাপে এক মৌল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম
তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল, সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবককে নির্দেশ করে।



গ. এখনে, ঢাকায়, শুক্র বালব থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_1 = 28.6^\circ\text{C}$

শিস্ট বালব থার্মোমিটারের পাঠ, $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$

প্রেসিয়ারের ধ্রুবক, $G = 1.664$, শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$= 28.6^\circ\text{C} - 1.664(28.6^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 14.2896^\circ\text{C}$$

অতএব, এই দিনে ঢাকার শিশিরাঙ্ক 14.2896°C ।

ঘ. 'গ' হতে পাই, এই দিনে ঢাকার শিশিরাঙ্ক 14.2896°C

এখনে, $(16 - 14)^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C}$ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপের বৃদ্ধি

$$= (13.63 - 11.99) \text{ mm Hg} = 1.64 \text{ mm Hg}$$

$$\therefore (14.2896 - 14)^\circ\text{C} = 0.2896^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপের বৃদ্ধি} \\ = \frac{0.2896 \times 1.64}{2} \text{ mm Hg} = 0.237 \text{ mm Hg}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্কে সর্বাধিক বায়ুচাপ, } f = (11.99 + 0.237) \text{ mm Hg} \\ = 12.227 \text{ mm Hg}$$

আবার, $(28.6 - 28)^\circ\text{C} = 0.6^\circ\text{C}$ এর জন্য সর্বাধিক বায়ু চাপের বৃদ্ধি

$$= \frac{0.6 \times 1.64}{2} \text{ mm Hg} = 0.492 \text{ mm Hg}$$

\therefore বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ

$$F = (28.35 + 0.492) \text{ mm Hg} = 28.842 \text{ mm Hg}$$

$$\therefore \text{এই দিনে ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R_D = \frac{f}{F} \times 100\% \\ = \frac{12.227}{28.842} \times 100\%$$

$$= 42.39\%$$

আবার, রাজশাহীর ক্ষেত্রে, শিশিরাঙ্ক θ হলে,

$$\theta = \theta_1 G(\theta_1 - \theta_2) = 32.5^\circ\text{C} - 1.625(32.5^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})$$

$$= 15.4375^\circ\text{C}$$

এখন, $(32 - 30) = 2^\circ\text{C}$ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুর তাপবৃদ্ধি

$$= (35.66 - 31.83) \text{ mm Hg} = 3.83 \text{ mm Hg}$$

$\therefore (16 - 15.4375) = 0.5625^\circ\text{C}$ এর বায়ুর চাপ কমবে

$$= \frac{0.5625 \times 3.83}{2} \text{ mm Hg} = 1.077 \text{ mm Hg}$$

\therefore শিশিরাঙ্কে সর্বাধিক চায়ুর চাপ, $f = (13.63 - 1.077) \text{ mm Hg}$

$$= 12.55 \text{ mm Hg}$$

আবার, $(32.5 - 32) = 0.5^\circ\text{C}$ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুর চাপ বৃদ্ধি

$$= \frac{0.5 \times 3.83}{2} \text{ mm Hg} = 0.9575 \text{ mm Hg}$$

\therefore বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ

$$F = (35.66 + 0.9575) \text{ mm Hg} = 36.6175 \text{ mm Hg}$$

$$\therefore \text{রাজশাহীর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R_R = \frac{f}{F} \times 100\% \\ = \frac{12.55}{36.61} \times 100\% = 34.28\%$$

এখনে, $R_D > R_R$

অর্থাৎ একই তাপমাত্রায় ঢাকা ও রাজশাহীতে নির্দিষ্ট আয়তনের
বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে রাজশাহী অপেক্ষা ঢাকায় জলীয় বাষ্প বেশি
প্রয়োজন। অতএব উচ্চিপক্ষের তথ্যাত্মক কোনো ব্যক্তি রাজশাহীতে
বেশি ব্যক্তি বোধ করবেন।

আবিৰ পদাৰ্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ আয়তনেৰ 3 g নাইট্রোজেন গ্যাসকে 0.64 m পাৰদ শক্ত চাপ ও 39°C তাপমাত্ৰা থেকে প্ৰমাণ চাপ ও তাপমাত্ৰায় বৃগতিৰ কৰলো। এতে গ্যাসেৰ আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ৰ পৱিবৰ্তন হলো। নেহাল বললো গ্যাসেৰ আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ই ছান পেয়েছে। নাইট্রোজেনেৰ গ্ৰাম আণবিক ভৰ 28 g এবং $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

- ক. আদৰ্শ গ্যাস কাকে বলে? ১
 খ. কোনো স্থানে বাতাসেৰ আপেক্ষিক আৰ্দ্ধতা 70% বলতে কী বুঝায়? ২
 গ. প্ৰমাণ চাপ ও তাপমাত্ৰায় গ্যাসটিৰ আয়তন নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. নেহালৰ বক্তব্য কি সঠিক ছিল? গাণিতিক বিলোৱণেৰ মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

[সি. বো. '১৫]

২৯নং প্ৰথেৰ উত্তৰ

ক) যে সকল গ্যাস গ্যাসেৰ গতিতত্ত্বে মৌলিক ধীকাৰ্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্ৰায় ও চাপে বয়েল ও চাৰ্লসেৰ সূত্ৰ সমতাৰে মেনে চলে তাকে আদৰ্শ গ্যাস বলে।

- খ) কোনো স্থানেৰ আপেক্ষিক আৰ্দ্ধতা 70% বলতে আমৰা বুঝি—
 ১. বায়ুৰ তাপমাত্ৰায় একটি নিৰ্দিষ্ট আয়তনেৰ ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত কৰতে যে পৱিমাণ জলীয় বাষ্পেৰ প্ৰয়োজন তাৰ শতকৰা 70 ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে।
 ২. বায়ুৰ তাপমাত্ৰা ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পেৰ চাপ একই তাপমাত্ৰায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পেৰ চাপেৰ 100 ভাগেৰ 70 ভাগ অৰ্থাৎ $\frac{70}{100}$ অংশ।
 ৩. ঐ বায়ুৰ শিশিৰাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পেৰ চাপ বায়ুৰ তাপমাত্ৰায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পেৰ চাপেৰ 100 ভাগেৰ 70 ভাগ।

- গ) এখানে, প্ৰাথমিক চাপ, $P_1 = 0.64 \text{ m Hg}$

চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = 0.76 \text{ m Hg}$

প্ৰাথমিক তাপমাত্ৰা, $T_1 = 39^\circ\text{C} = (39 + 273) \text{ K} = 312 \text{ K}$

চূড়ান্ত তাপমাত্ৰা, $T_2 =$ প্ৰমাণ তাপমাত্ৰা $= 273 \text{ K}$

প্ৰাথমিক আয়তন, $V_1 = 5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2} = \frac{0.64 \times 5.7 \times 10^{-4} \times 273}{312 \times 0.76} \text{ m}^3 = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

অতএব, প্ৰমাণ চাপ ও তাপমাত্ৰায় গ্যাসটিৰ আয়তন $4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ।

- ঘ) উন্নীপক থেকে পাই,

গ্যাসটিৰ আয়তন, $V_1 = 5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

প্ৰমাণ চাপ ও তাপমাত্ৰায় গ্যাসটিৰ আয়তন, $V_2 = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

এখানে, $V_2 < V_1$

আবাৰ, নাইট্রোজেন গ্যাসেৰ ভৰ, $m = 3 \text{ g}$

নাইট্রোজেনেৰ গ্ৰাম আণবিক ভৰ, $M = 28 \text{ g}$

$R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

তাপমাত্ৰা, $T_1 = (39 + 273) \text{ K} = 312 \text{ K}$

একেতে, গতিশক্তি E_1 হলো,

$$E_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT_1 = \frac{3}{2} \times \frac{3}{28} \times 8.31 \times 312 \text{ J} = 416.69 \text{ J}$$

আবাৰ, প্ৰমাণ তাপমাত্ৰা, $T_2 = 273 \text{ K}$ এ গতিশক্তি E_2 হলো,

$$E_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT_2 = \frac{3}{2} \times \frac{3}{28} \times 8.31 \times 273 \text{ J} = 364.6 \text{ J}$$

এখানে, $E_2 < E_1$

অতএব, উপরোক্ত গাণিতিক বিলোৱণ থেকে পাই, প্ৰমাণ চাপ ও তাপমাত্ৰায় গ্যাসটিৰ আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ই ছান পায়। অতএব নেহালৰ বক্তব্য সঠিক ছিল।

বাতাবিক তাপমাত্ৰা ও চাপে 1 mole কৰে দুটি গ্যাস একই আয়তনেৰ ছিপিযুক্ত দুটি পাত্ৰে রক্ষিত আছে। গ্যাস দুটিৰ আবিক ভৰ যথাক্রমে 2 g ও 32 g । পাৰ দুটিৰ মুখেৰ ছিপি একই সাথে খুলে দেওয়া হলো। [অ্যাভোগেজ্বোৰ সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$ এবং $R = 8.31 \text{ joule mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$]

- ক. পৱিম আৰ্দ্ধতা কাকে বলে? ১
 খ. তাপমাত্ৰা বৃদ্ধিতে গ্যাসেৰ সান্দৰ্ভতা বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কৰ। ২
 গ. বিতীয় পাত্ৰেৰ গ্যাসেৰ গড় গতিশক্তি হিসাব কৰ। ৩
 ঘ. পাৰ দুটি একই সাথে খালি হতে হলৈ বিতীয় পাত্ৰেৰ তাপমাত্ৰার কিমু পৱিবৰ্তন হবে— গাণিতিক বিলোৱণ এৰ সাহায্যে লিখ। ৪

[বি. বো. '১৫]

৩০নং প্ৰথেৰ উত্তৰ

ক) কোনো সময় কোনো স্থানেৰ একক আয়তনেৰ বায়ুতে যে পৱিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে ঐ বায়ুৰ পৱিম আৰ্দ্ধতা বলে।

খ) গ্যাসেৰ তাপমাত্ৰা বাড়লে সান্দৰ্ভতা বাড়ে, পৱিমকাৰ সান্দৰ্ভতা দেখা গেছে যে, গ্যাসেৰ সান্দৰ্ভতা গুণাঙ্ক তাৰ পৱিম তাপমাত্ৰা বৰ্মুলেৰ সমানুপাতিক।

আমৰা জানি, গ্যাসেৰ অণুগুলো সবদিকেই এলোৰেলোভাৰে চলাচল কৰতে পাৰে এবং এদেৱ মধ্যে সংঘৰ্ষ ঘটে। গ্যাসেৰ অণুসমূহেৰ মধ্যে আন্ত়়োগাবিক বল নেই বললেই চলে। তাপমাত্ৰা বাড়লে অণুসমূহেৰ গড় বেগ বৃদ্ধি পায়, ফলে সংঘৰ্ষও বাড়ে। যাৰ ফলে বিভিন্ন ভৱেৰ প্ৰবাহে বাধাৰ পৱিমাণ বাড়ে। অৰ্থাৎ সান্দৰ্ভতা বাড়ে।

ঘ) এখানে, বিতীয় পাত্ৰেৰ গ্যাসেৰ মৌল সংখ্যা, $n = 1$; তাপমাত্ৰা, $T = 273 \text{ K}$; অ্যাভোগেজ্বোৰ সংখ্যা, $N_A = 6.023 \times 10^{23}$; $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

গ্যাসেৰ গড় গতিশক্তি, $\bar{E} = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \bar{E} = \frac{3}{2} \cdot \frac{nRT}{N_A} = \frac{3}{2} \times \frac{1 \times 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 273 \text{ K}}{6.023 \times 10^{23}} = 5.65 \times 10^{-21}$$

অতএব, গ্যাসেৰ গড় গতিশক্তি 5.65×10^{-21} ।

ঙ) m ভৰবিশিট কোনো গ্যাসেৰ P_1 চাপে এবং T_1 তাপমাত্ৰায় যদি আয়তন V_1 এবং ঘনত্ব p_1 হয় এবং গ্যাসেৰ P_2 চাপে এবং T_2 তাপমাত্ৰায় আয়তন V_2 এবং ঘনত্ব p_2 হয় তবে

$$P_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{বা, } V_1 = \frac{m}{P_1}$$

$$\text{এবং } P_2 = \frac{m}{V_2} \quad \text{বা, } V_2 = \frac{m}{P_2}$$

এখন, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ সম্পর্কে V_1 এবং V_2 -এৰ মান বসিয়ে আমৰা পাই,

$$\frac{P_1 m}{P_1 T_1} = \frac{P_2 m}{P_2 T_2} = \text{ধৰক}$$

$$\text{বা, } \frac{P_1}{P_1 T_1} = \frac{P_2}{P_2 T_2} = \text{ধৰক}$$

$$\text{বা, } \frac{P_1 T_1}{P_1} = \frac{P_2 T_2}{P_2} = \text{ধৰক} \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\text{অৰ্থাৎ } \frac{P}{P} = \text{ধৰক}$$

যদি তাপমাত্ৰা স্থিৰ থাকে অৰ্থাৎ $T_1 = T_2$ হয় তবে (1) সমীকৰণ থেকে পাওয়া যায়,

$$\text{বা, } \frac{P_1}{P_1} = \frac{P_2}{P_2} = \text{ধৰক}$$

$$\text{বা, } P = \text{ধৰক} \times P$$

সুতৰাং স্থিৰ তাপমাত্ৰায় কোনো গ্যাসেৰ ঘনত্ব এৰ চাপেৰ সমানুপাতিক।

আবার যদি চাপ স্থির থাকে, অর্থাৎ $P_1 = P_2$ হয় তবে

$$P_1 T_1 = P_2 T_2 \text{ হ্রবক } \text{ বা, } P \propto \frac{1}{T}$$

সুতরাং স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব এর পরম তাপমাত্রার বাস্তানুপাতিক। এখানে, দ্বিতীয় পাত্রের আদি তাপমাত্রা 0°C বা 273 K । পার্টিটি খালি হলে এর ঘনত্ব ছাস পাবে। ফলে এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। তবে একই সময়ে পাত্র দুটি খালি হতে হলে প্রথম পাত্রের তুলনায় দ্বিতীয় পাত্রের তাপমাত্রা বেশি হতে হবে। কারণ দ্বিতীয় পাত্রের গ্যাসের ঘনত্ব প্রাথমিক অবস্থায় বেশি ছিল।

চিত্র ১ চিত্রে X ও Y সিলিডারে কিছু গ্যাস আছে। যাদের ঘনত্ব P kg/m^3 এবং ভর সমান।

$$\begin{aligned} P_x &= 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \\ V_x &= 4 \text{ litre} \\ T_x &= 600 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_y &= 8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \\ V_y &= 8 \text{ litre} \\ T_y &= 650 \text{ K} \end{aligned}$$

X Y

ক. ঝণাইক কাজ কাকে বলে?

খ. সকল হারমোনিক উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক নয়। ব্যাখ্যা কর।

গ. X ও Y সিলিডারের গ্যাসের গড় বর্গমূল বেগের তুলনা কর।

ঘ. X ও Y পাত্র দুটিকে একটি নল দ্বারা যুক্ত করা হলে গ্যাসের অণুগুলো X পাত্র হতে Y পাত্রে যাবে কি? তোমার উভয়ের সমক্ষে যুক্তি দাও।

[নি. বো. '১৫]

৩১নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের ক্রিয়ার বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের ঝণাইক উপাংশ থাকে তবে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে ঝণাইক কাজ বলে।

খ বর সৃষ্টিকারী সুরগুলোর মধ্যে যার কম্পাঙ্গক সর্বনিম্ন তাকে মূলসুর এবং এর চেয়ে বেশি কম্পাঙ্গকের সুরগুলোকে উপসুর বলে, উপসুরের কম্পাঙ্গক মূলসুরের কম্পাঙ্গকের সরল গুণিতক অর্থাৎ ইঙ্গু, তিনগুণ ইত্যাদি হলে তাদেরকে হারমোনিক বা সমমেল বলে।



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নয়না সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নগুলির অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উভয়ের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

ক মহেশখালী হীপে LNG আমদানীর মধ্য দিয়ে গভীর সমুদ্র বন্দর যুগে প্রবেশের সাথে সাথে উরয়নের নতুন মাত্রায় বাংলাদেশ। ভাসমান LNG টার্মিনালের একটি জাহাজের গ্যাস সিলিডারের ব্যাস 15 m এবং উচ্চতা 20 m । এতে $25 \times 10^5 \text{ Pa}$ চাপে ও 27°C তাপমাত্রায় যে গ্যাস রক্ষিত আছে তা জাতীয় গ্রিডে একদিন সরবরাহ করার পর চাপ $18 \times 10^5 \text{ Pa}$ হয়। উক্ত গ্যাসের আণবিক ভর 16 gm ।

ক. শিপিংরাঙ্ক কাকে বলে? ১
খ. বর্ধাকাল অপেক্ষা শীতকালে ভেজা কাগড় দূত শুকায় কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 27°C তাপমাত্রায় LNG গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. একদিনে কী পরিমাণ গ্যাস সরবরাহ করা হলো তা উক্তগুরুত্বের আলোকে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

যেমন— 512 Hz হবে 256 Hz এর হারমোনিক। এখানে 256 Hz হবে প্রথম হারমোনিক এবং 512 Hz হবে দ্বিতীয় হারমোনিক, অনুরূপভাবে 768 Hz হবে তৃতীয় হারমোনিক। কোনো বাদ্যযন্ত্র থেকে নিঃস্ত থবে যদি, 320 Hz , 480 Hz , 640 Hz , 800 Hz , 960 Hz ইত্যাদি সুর থাকে তবে 320 Hz কম্পাঙ্গের সুরকে মূলসুর বলে। অবশিষ্ট বেশি কম্পাঙ্গের সবগুলো সুরই উপসুর। এই উপসুরগুলোর মধ্যে 640 Hz ও 960 Hz যথক্রমে দ্বিতীয় ও তৃতীয় হারমোনিক। কাজেই বলা যায় যে, সকল হারমোনিকই বা সমমেলই উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক (সমমেল) নয়।

গ এখানে, X সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_x = 600\text{ K}$ Y সিলিডারের গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_y = 650\text{ K}$ মোলার গ্যাস হ্রবক = R

X সিলিডারের গ্যাসের ভর = Y সিলিডারের গ্যাসের ভর = $m_x = m_y$

∴ X সিলিডারের গ্যাসের গড় বর্গমূল বেগ, $c_x = \sqrt{\frac{3RT_x}{m_x}}$
Y সিলিডারের গ্যাসের গড় বর্গমূলবেগ,

$$c_y = \sqrt{\frac{3RT_y}{m_y}} = \sqrt{\frac{3RT_y}{m_x}}$$

$$\text{এখন, } \frac{c_x}{c_y} = \sqrt{\frac{3RT_x}{m_x}} \times \frac{m_x}{3RT_y} = \sqrt{\frac{T_x}{T_y}} = \sqrt{\frac{600\text{ K}}{650\text{ K}}} = 0.96 \quad [\because m_x = m_y]$$

$$\text{বা, } c_x = 0.96 c_y$$

∴ $c_y > c_x$
অতএব, Y সিলিডারের গ্যাসের গড় বর্গমূলবেগের মান বেশি।

ঘ এখন, $\frac{P_x V_x}{T_x} = \frac{4 \times 10^5 \times 4}{600} = 2666.67$

$$\text{আবার, } \frac{P_y V_y}{T_y} = \frac{8 \times 10^5 \times 8}{650} = 9846.15$$

$$\text{এখন, } \frac{P_x V_x}{T_x} < \frac{P_y V_y}{T_y}$$

অতএব, X ও Y পাত্র দুটিকে একটি নল দ্বারা যুক্ত করলে এদের মধ্যে চাপের পার্থক্য জনিত কারণে অণুর আদান-প্রদান ঘটবে। তবে Y পাত্রের চাপের মান বেশি থাকার কারণে অণু X পাত্র থেকে Y পাত্রে না গিয়ে Y পাত্র থেকে X পাত্রে যাবে।

এখনে, $P_x = 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$V_x = 4 \text{ L}$$

$$T_x = 600 \text{ K}$$

$$P_y = 8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$V_y = 8 \text{ L}; T_y = 650 \text{ K}$$

অতএব, X ও Y পাত্র দুটিকে একটি নল দ্বারা যুক্ত করলে এদের মধ্যে চাপের পার্থক্য জনিত কারণে অণুর আদান-প্রদান ঘটবে। তবে Y পাত্রের চাপের মান বেশি থাকার কারণে অণু X পাত্র থেকে Y পাত্রে যাবে।

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার শেতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিপিংরাঙ্ক বলে।

বৰ্ধার দিনে বায়ুমণ্ডল জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত থাকে। ফলে বাতাস অধিক পরিমাণ জলীয় বাষ্প ধারণ করতে পারে না। শীতকালের বাতাস শুক থাকে অর্থাৎ বাতাসে জলীয় বাষ্প কম থাকে। এই বাতাস ডিজা কাগড় থেকে দূত জলীয় বাষ্প শোষণ করে নিয়ে সম্পৃক্ত হতে চায়। ফলে শীতের দিনে ডিজা কাগড় দূত শুকায়।

ঘ এখানে, মোলার গ্যাস হ্রবক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$\text{তাপমাত্রা, } T = 27^\circ\text{C} = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$\text{গ্যাসের আণবিক ভর, } M = 16 \text{ gm} = 16 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ, } C_{\text{max}} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } C_{\text{gas}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{16 \times 10^{-3} \text{ kg}}}$$

$$= 683.7 \text{ m s}^{-1}$$

∴ গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ 683.7 m s^{-1} ।

য) প্রাথমিক অবস্থায় চাপ, $P_1 = 25 \times 10^5 \text{ Pa}$

চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = 18 \times 10^5 \text{ Pa}$

সিলিন্ডারের আয়তন, $V = \pi r^2 h$

$$= \pi \times \left(\frac{15 \text{ m}}{2}\right)^2 \times 20 \text{ m} = 3534.3 \text{ m}^3$$

তাপমাত্রা, $T = 27^\circ \text{C} = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$

গ্যাস ধূবক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

গ্যাসের আণবিক ভর, $M = 16 \text{ gm}$

গ্যাসের পরিমাণ, $m = ?$

এখানে, $(P_1 - P_2)V = nRT$

$$\text{বা, } (25 - 18) \times 10^5 \text{ Pa} \times 3534.3 \text{ m}^3 = \frac{m}{16} \times 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$\text{বা, } m = 1.59 \times 10^7 \text{ g}$$

∴ একদিনে $1.59 \times 10^7 \text{ g}$ গ্যাস সরবরাহ করা হয়।

প্রয়োগ A একটি হৃদ। এর তলদেশ থেকে একটি বুদবুদ উপরিদেশে আসার ফলে ব্যাস 2 গুণ হয়। বায়ুমণ্ডলে চাপ 2 atm, হৃদটিতে শুক্র ও অর্দ্ধ বালবের তাপমাত্রা যথাক্রমে 30°C এবং 24°C , ফ্লেইসারের ধূবক 1.65। অপর একটি হৃদ 'B' যেখানে বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং শিশিরাঙ্ক 21.5°C. (30°C , 22°C , 21°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাক্ষেপের চাপ যথাক্রমে 22.5 cm, 16.6 cm এবং 15.4 cm পারদ)

ক. STP বলতে কী বুঝ?

১

খ. হৃদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে বুদবুদের আয়তন বৃদ্ধি পায় কেন?

২

গ. উদ্ধীপকের 'A' হৃদটির গভীরতা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্ধীপকের A ও B হৃদের মধ্যে কোনটি বেশি আরামদায়ক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৩০নং প্রয়োগের উত্তর

ক) Standard Temperature and Pressure অর্থাৎ আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপকে সংক্ষেপে STP বলে।

খ) আমরা জানি, গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক হলো— $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

এখন, হৃদের পানির তাপমাত্রা স্থির বিবেচনায়

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{বা, } V \propto \frac{1}{P}$$

অর্থাৎ, আয়তন চাপের ব্যন্তিগতিক। হৃদের তলদেশের গভীরতা বেশি থাকায় পানির চাপের পরিমাণ বেশি কারণ চাপ গভীরতার সমান্তরাল। বায়ু বুদবুদ হৃদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে গভীরতা কমতে থাকে ফলে চাপের মান কমতে থাকে এবং আয়তনের মান বাঢ়তে থাকে।

গ) এখানে, হৃদের গভীরতা h

হৃদের তলদেশের আয়তন V_1

$$\text{এবং বুদবুদের ব্যাসার্ধ } r_1 \text{ হলে, } V_1 = \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

হৃদের উপরিতলের ব্যাসার্ধ $r_2 = 2r_1$

$$\therefore \text{আয়তন, } V_2 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 = \frac{4}{3} \pi (2r_1)^3 = 8 \times \frac{4}{3} \pi r_1^3 = 8 V_1$$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_1 = P_2 + h\rho g$

হৃদের উপরিতলে চাপ, $P_2 = 2 \times 1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

থেরি, হৃদের সর্বত্র একই তাপমাত্রা বিবরাজমান

$$\therefore P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_1 V_1 = P_2 \times 8V_1$$

$$\text{বা, } P_1 = 8P_2$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho g = 8P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{7P_2}{\rho g} = \frac{7 \times 2 \times 1.013 \times 10^5}{1000 \times 9.8} \text{ m} = 144.71 \text{ m}$$

$$\therefore h = 144.71 \text{ m}$$

অতএব, A স্থানের হৃদের গভীরতা 144.71 m।

ঘ) এখানে, A হৃদের ক্ষেত্রে,

শুক্র বাবের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30^\circ$

আর্দ্ধ বাবের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 24^\circ \text{C}$

ফ্লেইসারের ধূবক, $G = 1.65$

শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$

আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G (\theta_1 - \theta_2)$

$$\text{বা, } 30^\circ - \theta = 1.65 (30^\circ - 24^\circ)$$

$$\text{বা, } \theta = 20.1^\circ$$

এখানে, $(22 - 21)^\circ \text{C} = 1^\circ$ তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে সম্পৃক্ত জলীয়বাক্ষেপের পরিবর্তন $= (16.6 - 15.4) \text{ cm Hg}$

$$= 1.2 \text{ cm Hg}$$

$\therefore (21^\circ - 20.1^\circ) = 0.9^\circ$ তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে সম্পৃক্ত

জলীয়বাক্ষেপের পরিবর্তন $= (1.2 \times 0.9) \text{ cm Hg}$

$$= 1.08 \text{ cm Hg}$$

$\therefore 20.1^\circ$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাক্ষেপের চাপ

$$= (15.4 - 1.08) \text{ cm} = 14.32 \text{ cm}$$

$$\therefore A হৃদের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R_A = \frac{14.32}{22.5} \times 100\% = 63.64\%$$$

আবার, B হৃদের ক্ষেত্রে,

21.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাক্ষেপের চাপ

$$= (15.4 + 0.5 \times 1.2) \text{ cm Hg} = 16 \text{ cm Hg}$$

$$\therefore B হৃদের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R_B = \frac{16}{22.5} \times 100\% = 71.1\%$$$

$$R_A < R_B$$

$\therefore A$ হৃদ বেশি আরামদায়ক।

প্রয়োগ একটি হৃদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসার ফলে বায়ু বুদবুদের আয়তন 4 গুণ হয়। হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুচাপ $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$. হৃদের পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} , অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 m s^{-2} । হৃদের সর্বত্র তাপমাত্রা স্থির বিবেচনা করা যাক।

ক. পরম শূন্য তাপমাত্রা কাকে বলে?

১

খ. একই তাপমাত্রা ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় পতিশক্তি ধূবক থাকে— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ধীপক অনুসারে হৃদের গভীরতা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি হৃদের তলদেশ ও পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা যথাক্রমে 15°C ও 25°C হয় তবে বুদবুদের আয়তনের পরিবর্তন একই থাকবে কি-না— গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে সত্ত্বামত দাও।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

গ) এখানে, হৃদের গভীরতা h

হৃদের তলদেশের আয়তন V_1

ঘে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়, যার নিচে

কোনো তাপমাত্রা থাকা সত্ত্বে নয় সে সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাই

পরমশূন্য তাপমাত্রা।

ঘ) সূজনশীল প্রশ্ন ১০(খ)-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ক. ধরি, হৃদের গভীরতা h

উচ্চীপক হতে,

$$\text{হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ } P_2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{হৃদের তলদেশের চাপ, } P_1 = \text{পৃষ্ঠের বায়ুচাপ} + h \text{ গভীরতায় পানির চাপ} = P_2 + h \rho g$$

$$\text{হৃদের তলদেশে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তন, } V_1 = V$$

$$\text{হৃদের পৃষ্ঠে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তন, } V_2 = 4V$$

$$\text{হৃদের পানির ঘনত্ব, } \rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{অভিকর্ণজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আমরা জানি, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (P_2 + h \rho g)V = P_2 \times 4V$$

$$\text{বা, } P_2 + h \rho g = 4P_2$$

$$\text{বা, } h \rho g = 3P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{3P_2}{\rho g} = \frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 31.01 \text{ m}$$

সূতরাং হৃদের গভীরতা 31.01 m।

৩) হৃদের তলদেশে ও পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা যথাক্রমে 15°C এবং 25°C হলে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তনের পরিবর্তন ঘটবে। গাণিতিক

বিলোবণের মাধ্যমে আমার যতায়ত নিচে উপস্থাপন করা হলো—

$$\text{ধরি, হৃদের তলদেশে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তন, } V_1$$

$$\text{এবং হৃদের পৃষ্ঠে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তন, } V_2$$

উচ্চীপক হতে,

$$\text{হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুচাপ, } P_2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{হৃদের তলদেশে তাপমাত্রা, } T_2 = 15^\circ\text{C} = (15 + 273) \text{ K} = 288 \text{ K}$$

$$\text{হৃদের পৃষ্ঠে তাপমাত্রা, } T_2 = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

হৃদের তলদেশে বায়ুচাপ,

$$P_1 = P_2 + h \rho g$$

$$= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} + (31.01 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2})$$

$$\therefore P_1 = 4.052 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{4.052 \times 10^5 \text{ Pa} \times 298 \text{ K}}{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 288 \text{ K}} = 4.139$$

$$\therefore V_2 = V_1 \times 4.139$$

সূতরাং হৃদের পৃষ্ঠে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তন হৃদের তলদেশের আয়তনের 4.139 গুণ।

অতএব উপরের গাণিতিক বিলোবণ হতে বলা যায় যে হৃদের তলদেশ এবং পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা যথাক্রমে 15°C এবং 25°C হলে বৃদ্ধবুদ্ধের আয়তনের পরিবর্তন ঘটবে এবং এই আয়তন পূর্বের চেয়ে বৃদ্ধি পাবে।

৪) মীম ও সাবিহা বিজ্ঞানাগারে একটি আর্দ্ধতামাপক যন্ত্রের সাহায্যে সেদিনের শিশিরাঙ্ক পেল 10.5°C এবং পরীক্ষাগারে স্থাপিত থার্মোমিটারে দেখল সেদিনের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 19.4°C । মেনোর ভালিকা থেকে তারা ঐ দিনের সম্পূর্ণ জলীয় বাষ্পের চাপ বের করল। তারা শিক্ষককে তাদের পরীক্ষালব্ধ ফলাফল দেখাল।

| তাপমাত্রা $^\circ\text{C}$ | চাপ mm HgP | তাপমাত্রা $^\circ\text{C}$ | চাপ mm HgP |
|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| 10 | 9.2 | 19 | 16.5 |
| 11 | 9.9 | 20 | 17.7 |

ক. প্রমাণ তাপমাত্রা কাকে বলে?

১

খ. শিশির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের $PV - P$ প্রাফ ক্রিবুপ হবে তা ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ঐ দিনের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বের কর।

৩

ঘ. বায়ুর চাপ 756 mm HgP হলে উপরের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা ব্যবহার করে কি শুক বায়ুর চাপ জানা সম্ভব?— যাচাই কর।

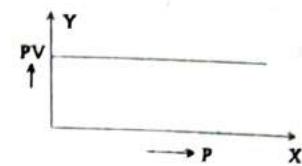
৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৩৬২ প্রয়ের উত্তর

ক. যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস ক্ষেত্রে এটি 0°C এবং পরম ক্ষেত্র বা এস. আই. এককে 273 K .

খ. শিশির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের $PV - P$ প্রাফ একটি সরলরেখা হবে এবং তা P এর একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য ঝুকে হবে। অর্থাৎ X অক্ষের সমান্তরাল হবে। প্রাফটি চিত্রানুযায়ী হবে।



গ. উচ্চীপকের তথ্যানুসারে—

$$(11 - 10)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপের বৃদ্ধি} = (9.9 - 9.2) = 0.7 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore (10.5 - 10)^\circ\text{C} = 0.5^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপের বৃদ্ধি} = 0.7 \times 0.5 = 0.35 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore \text{শিশিরকে অর্থাৎ } 10.5^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ, } f = 9.2 + 0.35 = 9.55 \text{ mm HgP}$$

আবার,

$$(20 - 19)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C} \text{ এর সর্বাধিক বায়ুচাপের বৃদ্ধি} = (17.7 - 16.5) = 1.2 \text{ mm HgP}$$

$$(19.4 - 19)^\circ\text{C} = 0.4^\circ\text{C} \text{ " " " } = 1.2 \times 0.4 = 0.48 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore \text{বায়ুর তাপমাত্রায় অর্থাৎ } 19.4^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ, } F = 16.5 + 0.48 = 16.98 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{9.55}{16.98} \times 100\% = 56.24\%$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 56.24%।

ঘ. হ্যাঁ, উচ্চীপক থেকে শুক বায়ুর চাপ বের করা সম্ভব।

যাচাইকরণ : এখানে, বায়ুর চাপ, $P = 756 \text{ mm HgP}$

' g ' থেকে পাওয়া আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R = 56.24\%$ এবং

বায়ুর তাপমাত্রায় অর্থাৎ 19.4°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক

বায়ুচাপ, $F = 16.98 \text{ mm HgP}$

জলীয় বাষ্পের চাপ, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 56.24\% = \frac{f}{16.98} \times 100\%$$

$$\text{বা, } f = 9.55 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore \text{শুক বায়ুর চাপ} = \text{বায়ুর চাপ} - \text{জলীয় বাষ্পের চাপ}$$

$$= (756 - 9.55) \text{ mm HgP}$$

$$= 746.45 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore \text{শুক বায়ুর চাপ } 746.45 \text{ mm HgP বের করা সম্ভব হয়েছে।}$$

ঙ. তাপমাত্রা 0°C বা 273.15 K তাপমাত্রাকে স্বাভাবিক তাপমাত্রা এবং সমুদ্রপৃষ্ঠে 45°C অক্ষাংশে 0°C তাপমাত্রায় উল্লিখিত অবস্থিত 76 cm পারদস্তদের চাপকে স্বাভাবিক চাপ বলে। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব 1.25 kg m^{-3} ।

ক. গড় বর্গবেগ কী?

১

খ. শীতের রাতে শিশির পড়ে কেন?

২

গ. উচ্চীপকে নাইট্রোজেন অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর।

৩

ঘ. অণুগুলোর তাপমাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে 100°C করা হলে গড় বর্গবেগের বর্গমূল কীরুপে পরিবর্তিত হবে? গাণিতিক বিলোবণের মাধ্যমে নির্ণয় কর।

৪

৩৬২ প্রয়ের উত্তর

ক. কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড়ই গড় বর্গবেগ।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

য) শীতকালে দিনের বেলায় সূর্যের উত্তরে হৃ-স্লোগ বায়ু উত্তৃত থাকে। ফলে বায়ু জলীয়বাস্ত্ব দিনে অসম্পৃষ্ট থাকে। রাতে ঐ বায়ু তাপ বিকিরণ করে শীতল হয় এবং জলীয় বাস্ত্ব হারা প্রায় সম্পৃষ্ট হয়ে আসে। এমতাবধায় হৃ-স্লোগ তাপ কুপরিবাহী, কিন্তু উত্তর তাপ বিকিরণ যেহেন-বাস, গাছের পাতা ইত্যাদি অতিরিক্ত তাপ বিকিরণ করে শীতল হয়ে পড়ে। যখন এসব শীতল বস্তুর সংস্পর্শে ঠাণ্ডা বায়ু আসে তখন এসের তাপমাত্রা শিল্পিক্ষেত্রে নিচে নেয়ে যায়। এজন্য শীতের রাতে পিশির পড়ে।

গ) ধরি, নাইট্রোজেন অণুগুলোর গড় বর্গের বর্গমূল \bar{c}
উদ্দীপক থেকে পাই,

$$\text{N.T.P তে নাইট্রোজেন গ্যাসটির ঘনত্ব}, \rho = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$$

০°C তাপমাত্রায় ৭৬ cm পারদ চাপে স্থাভাবিক তাপ

$$P_0 = 0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Pa} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{আমরা জানি}, P_0 = \frac{1}{3} \rho \bar{c}^2$$

$$\text{বা}, \bar{c}^2 = \frac{3P_0}{\rho}$$

$$\text{বা}, \bar{c} = \sqrt{\frac{3P_0}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{1.25}} \text{ m s}^{-1} = 493.07 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, নাইট্রোজেন অণুগুলোর গড় বর্গের বর্গমূল 493.07 m s^{-1} ।

হ) অণুগুলোর তাপমাত্রা স্থাভাবিকের চেয়ে 100° C করা হলে গড় বর্গবেগের বর্গমূল বৃদ্ধি পাবে। নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে এটি দেখানো হলো—

$$\text{আমরা জানি, প্রমাণ তাপ, } P = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{প্রমাণ তাপমাত্রা, } T_1 = 273 \text{ K}$$

$$\text{আবার, প্রমাণ তাপমাত্রায় চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব } P_1 = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{পরিবর্তীত তাপমাত্রা, } T_2 = 100^\circ \text{ C} = (273 + 100) \text{ K} = 373 \text{ K}$$

$$100^\circ \text{ C তাপমাত্রায় ঘনত্ব } P_1 \text{ হলে এবং বর্গমূল গড় বর্গবেগ } \sqrt{\bar{c}_1^2} \text{ হলে,}$$

$$\sqrt{\bar{c}_1^2} = \sqrt{\frac{3P}{P_1}}$$

$$\text{আবার, আমরা জানি, } P_1 T_1 = P_2 T_2$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1 T_1}{T_2}$$

$$\therefore \sqrt{\bar{c}_1^2} = \sqrt{\frac{3PT_2}{P_1 T_1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \times 373}{1.25 \times 273}} \text{ m s}^{-1} = 576.35 \text{ m s}^{-1}$$

'গ' নং থেকে পাই, প্রমাণ তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের মান

$$\sqrt{\bar{c}^2} = 493.07 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \sqrt{\bar{c}_1^2} = \frac{576.35 \text{ m s}^{-1}}{493.07 \text{ m s}^{-1}} = 1.17$$

$$\text{বা, } \sqrt{\bar{c}_1^2} = 1.17 \times \sqrt{\bar{c}^2}$$

অর্থাৎ $100^\circ \text{ C তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগ প্রমাণ তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের চেয়ে } 1.17 \text{ গুণ বৃদ্ধি পাবে।}$

বিশ্লেষণ: কোনো একটি পাত্রে 27° C তাপমাত্রায় একটি গ্যাস আবশ্য আছে। গ্যাস অণুর ভর $6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$, ব্যাসার্ধ $1.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘন সে. মি. এ অণুর সংখ্যা 3.01×10^{10} ।

ক. অসম্পৃষ্ট বাস্তুচাপ কী?

খ. গ্যাসের ঘনত্ব বৃদ্ধি পেলে গড় মুক্তপথ ছাস পায়—
ব্যাখ্যা কর।

গ. গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

ঘ. অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় করা যাবে কি-না— গাণিতিক
বিশ্লেষণ কর।

৩৭মং প্রশ্নের উত্তর

ক. অসম্পৃষ্ট বাস্তু যে চাপ দেয় তাকে অসম্পৃষ্ট বাস্তু চাপ বলে।

খ. আমরা জানি, ক্লিয়াস এর মতে গড় মুক্তপথের সমীকরণ,

$$\lambda = \frac{1}{\pi \sigma^2 n} \quad (১)$$

এখন অণুর ভর যদি m হয় তাহলে, গ্যাসের ঘনত্ব, $\rho = mn$ (একই আয়তনে অণুর ভর)

সমীকরণ (১) হতে পাই,

$$\lambda = \frac{1}{\pi \sigma^2 n} = \frac{m}{\pi \sigma^2 mn} = \frac{m}{\pi \sigma^2 \rho}$$

$$\text{বা, } \lambda \propto \frac{1}{\rho}; [\text{কারণ } m, \pi \text{ ও } \sigma \text{ ধ্রুবক।}]$$

সূতরাং গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের ব্যক্তানুপাতিক।

গ) ধরি,

গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ $C_{r.m.s}$

উদ্দীপক হতে, গ্যাস অণুর ভর, $M = 6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$

তাপমাত্রা, $T = 27^\circ \text{ C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

আমরা জানি,

$$C_{r.m.s} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}}} \\ = 1.06 \times 10^{15} \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ $1.06 \times 10^{15} \text{ m s}^{-1}$ ।

ঘ) অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় করা যাবে। নিচে এটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

ধরি, গড় মুক্ত পথ λ

উদ্দীপক হতে, অণুর ব্যাসার্ধ, $r = 1.5 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\therefore \text{অণুর ব্যাস, } \sigma = 2r = 2 \times 1.5 \times 10^{-10} \text{ m} \\ = 3 \times 10^{-10} \text{ m} = 3 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

প্রতি ঘনসেক্টিমিটারে অণুর সংখ্যা, $n = 3.01 \times 10^{10}$

ক্লিয়াসের সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{1}{\pi \sigma^2 n} = \frac{1}{3.1416 \times (3 \times 10^{-8} \text{ cm})^2 \times 3.01 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}} \\ = \frac{1}{8.51 \times 10^{-3} \text{ cm}} \\ = 1.175 \times 10^4 \text{ cm} \\ = 1.175 \times 10^6 \text{ m}$$

সূতরাং অণুর গড় মুক্তপথ $1.175 \times 10^6 \text{ m}$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় করা যাবে এবং এর মান $1.175 \times 10^6 \text{ m}$ ।

বিশ্লেষণ: একটি ছদ্মের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 14° C । ছদ্মটির তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বায়ু বুদ্বুদের ব্যাস বিশুল্প হয়। ছদ্মের পৃষ্ঠার বায়ুচাপ 10^3 N m^{-2} , তাপমাত্রা 35° C এবং ছদ্মের তলদেশে বুদ্বুদের আয়তন 1 cm^3 ।

ক. আর্দ্রতামাপক যন্ত্র কী?

খ. ক্ষানের বাতাসে শরীরের ঘাস শুকালে আরাম লাগে কেন? ২

গ. ছদ্মের পানির তাপমাত্রা ধ্রুব হলে এর গভীরভা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে বুদ্বুদের আয়তনের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৮মং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে আর্দ্রতামাপক যন্ত্র বা হাইথ্রোমিটার বলে।

২) ঘর্ষণ দেহ খুবই অস্তিকর। শরীরের ঘাম শরীর থেকে বাস্তিবনের সুস্ততাপ এঙ্গে করে বাস্প হয়ে উড়ে যায়। পাখার বাতাস সেই গরম বাস্পকে দূরীভূত করে ফলে শরীর ঠাণ্ডা হয় এবং আরাম লাগে।

৩) যেহেতু বৃদ্ধুদের আয়তন এর ব্যাসের ঘনফল এর সমানুপাতিক, তাই বৃদ্ধুদের ব্যাস বিগুণ হলে এর আয়তন আট গুণ হবে।

উচ্চিপক থেকে পাই,

হৃদের তলদেশে বৃদ্ধুদের আয়তন, $V_1 = V$

\therefore হৃদের পৃষ্ঠে বৃদ্ধুদের আয়তন, $V_2 = 8V$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

হৃদের গভীরতা, $h = ?$

ধরি, হৃদের তলদেশে চাপ, P_1

হৃদের পৃষ্ঠদেশে চাপ, $P_2 = \text{বায়ুমণ্ডলের চাপ} = 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$\therefore P_1 = \text{বায়ুমণ্ডলের চাপ} + h \text{ গভীরতার পানির চাপ} = P_2 + hpg$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

বা, $(P_2 + hpg) V = P_2 \times 8V$

বা, $hpg = 7 P_2$

$$\therefore h = \frac{7 P_2}{pg} = \frac{7 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 71.43 \text{ m}$$

অতএব, হৃদের গভীরতা 71.43 m ।

৪) বৃদ্ধুদের আয়তনের পরিবর্তন হবে। নিচে এটি গাণিতিকভাবে বিবরণ করা হলো—

ধরি, হৃদের পৃষ্ঠে বৃদ্ধুদের আয়তন V_2

উচ্চিপক হতে,

হৃদের পৃষ্ঠে তাপমাত্রা, $T_2 = 35^\circ \text{ C} = (35 + 273) \text{ K} = 308 \text{ K}$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ N m}^{-2}$

হৃদের তলদেশে তাপমাত্রা, $T_1 = 14^\circ \text{ C} = (14 + 273) \text{ K} = 287 \text{ K}$

হৃদের তলদেশে বৃদ্ধুদের আয়তন, $V_1 = 1 \text{ cm}^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

'গ' হতে পাই, হৃদের গভীরতা, $h = 71.43 \text{ m}$

হৃদের তলদেশে চাপ, $P_1 = P_2 + hpg$

বা, $P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2} + 71.43 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$

বা, $P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2} + 7 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} = 8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 308 \text{ K}}{10^5 \text{ N m}^{-2} \times 287 \text{ K}}$$

$$= 9.59 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 9.59 \times V_1$$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিবরণ হতে বলা যায় বৃদ্ধুদের আয়তনের পরিবর্তন হবে এবং তা পূর্বের তুলনায় 9.59 গুণ বৃদ্ধি পাবে।

৫) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৬) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৭) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৮) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৯) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

১০) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

১১) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৭৯ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১২) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৪ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮০ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৩) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৬ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮১ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৪) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৭ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৬ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৬ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮১ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৫) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৮ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৭ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৭ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮২ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৬) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৯ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৮ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৮ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮২ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৭) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২০ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৯ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ৯ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৩ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৮) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২১ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১০ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১০ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৩ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১৯) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২২ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১২ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৫ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২০) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৩ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৬ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২১-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২১) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৪ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ২০ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৬ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২২) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৫ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১৪ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৭ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২৩) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৬ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৮ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২৪) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৭ এর উত্তরের জন্য ৭১১ পৃষ্ঠার ১৬ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১৬ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৮ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২৭-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

২৫) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৮ এর উত্তরের জন্য ৭১২ পৃষ্ঠার ১৭ নং (জ্ঞানমূলক), ৭১৩ পৃষ্ঠার ১৭ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৬৮৯ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২৮-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

৩) ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. মজবুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞানীয় প্রশ্ন ও উত্তর

হিলিয়াম গ্যাসের অণুর গড় গতিশক্তি $1.6 \times 10^{-20} \text{ J}$ । বোল্জম্যান ধ্রুবক, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ । ধৰা যাক হিলিয়াম আদর্শ গ্যাস।

ক. আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কী?

১

খ. আদর্শ গ্যাস সমীকরণটি লেখ।

২

গ. হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$ -এ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা ছিগুণ হলে অণুগুলোর গড় গতিশক্তি কি ছিগুণ হবে? যদি না হয়, তাহলে এর কারণ ব্যাখ্যা কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪) ৬০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং সেই একই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো সেই স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা।

খ. আদর্শ গ্যাসের চাপ, আয়তন এবং পরম তাপমাত্রার মধ্যে একটি সম্পর্ক আছে, যা একটি সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। এই সমীকরণটি আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হিসেবে পরিচিত। সমীকরণটি হলো—

$$PV = nRT$$

এ সমীকরণে P হল গ্যাসের চাপ, V = গ্যাসের আয়তন, T পরম তাপমাত্রা, R হল মোলার গ্যাস ধ্রুবক এবং n হল গ্যাসের মোল সংখ্যা। এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে সমীকরণটি দাঁড়ায় $PV = RT$

ঘ. ধরি, গ্যাসের পরম তাপমাত্রা, T

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{3}{2} KT$$

উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,
গড় গতিশক্তি, $E = 1.6 \times 10^{-20} \text{ J}$
বোল্জম্যান ধ্রুবক, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

$$\text{বা, } T = \frac{2E}{3K}$$

$$= \frac{2}{3} \times \frac{1.6 \times 10^{-20}}{1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}} = 772.95 \text{ K}$$

$$= (772.95 - 273)^{\circ}\text{C} = 499.95^{\circ}\text{C} \approx 500^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore T = 500^{\circ}\text{C}$$

অতএব, হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা 500°C ।

ঘ. হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা ছিগুণ হলে অণুগুলোর গড় গতিশক্তি ও ছিগুণ হবে।

ব্যাখ্যা : 'গ' নং উত্তর হতে দেখা গেল, হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা 500°C । এ তাপমাত্রার জন্য এর অণুগুলোর গড় গতিশক্তি ছিল $1.6 \times 10^{-20} \text{ J}$ ।

এক্ষেত্রে, ব্যবহৃত সূত্রটি হল নিম্নরূপ—

$$E = \frac{3}{2} KT, \text{ যেখানে } E = \text{অণুর গড় গতিশক্তি}, K = \text{বোল্জম্যান ধ্রুবক}, T = \text{পরম তাপমাত্রা}।$$

অর্থাৎ $E \propto T$ লেখা যায়।

সুতরাং, কোনো গ্যাসের অণুর গড় গতিশক্তি এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। এর অর্থ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে। আর তাপমাত্রা হ্রাস পেলে গড় গতিশক্তি হ্রাস পাবে।

অতএব, হিলিয়াম গ্যাসের তাপমাত্রা ছিগুণ হলে এর অণুগুলোর গড় গতিশক্তি ছিগুণই হবে। এর ব্যক্তিগত হওয়ার কোনো ব্যাখ্যা নেই।

এক বিকেলে অহনা ও তার বন্ধুরা একটি ছবিদের পাশে বসে গল্প করছিল। হঠাৎ অহনার নজর পড়ে ছবিদের রহস্য পানির তলদেশ থেকে বায়ু বুদ্বুদ পানির উপরিতলে আসছে। পানির ওপরে এসে বুদ্বুদটি বড় আকার ধারণ করে। [পানির উপরিতলে বুদ্বুদটির আকার 5 গুণ এবং বায়ুমণ্ডলের চাপ ছিল 10^5 N m^{-2}]

ক. আদর্শ গ্যাস কী?

খ. কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 70% বলতে কী বুঝায়?

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যানুসারে অহনার দেখা ছবিতে গভীরতা নির্ণয় কর।

ঘ. বয়লের সূত্রটি বর্ণনাপূর্বক গাণিতিক প্রমাণ দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৫) ৬১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব গ্যাস সব তাপমাত্রায় ও চাপে গ্যাসের সূত্রগুলো পুরোপুরি মেনে চলে তারাই আদর্শ গ্যাস।

খ. সংজ্ঞানীয় প্রশ্ন ২৯(খ)-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ. সংজ্ঞানীয় প্রশ্ন ৩৪(গ)-এর অনুরূপ।

ঘ. 'তাপমাত্রা স্থির থাকলে, কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার চাপের ব্যাপ্তানুপাতিক।'

মনে করি, স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এবং আয়তন যথাক্রমে P এবং V ।

অতএব, আমরা পাই, $V \propto \frac{1}{P}$

$$\text{বা, } V = \text{ধ্রুবক} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } PV = \text{ধ্রুবক} = K$$

$$\text{বা, } PV = K$$

এই সমীকরণকে সমোক্ষ সমীকরণ বলে।

যদি স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের P_1, P_2, P_3, \dots ও P_n চাপে আয়তন যথাক্রমে V_1, V_2, V_3, \dots ও V_n হয়, তবে আমরা

$$\text{পাই, } P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \dots P_nV_n = \text{ধ্রুবক}।$$

গাণিতিক প্রমাণ : উদ্দীপকের বায়ু বুদ্বুদের আয়তন পানির তলদেশে যা ছিল পানির উপরিতলে তা 5 গুণ হয়েছে।

ধরি, পানির তলদেশে বুদ্বুদের আয়তন, $V_1 = V$

\therefore পানির উপরিতলে বুদ্বুদের আয়তন, $V_2 = 5V$

আবার, পানির উপরিতলে চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

$$\begin{aligned} \text{এবং পানির তলদেশে চাপ, } P_1 &= (P_2 + hpg) \\ &= (10^5 + 40.82 \times 1000 \times 9.8) \end{aligned}$$

$$[‘গ’ নং উত্তর হতে, h = 40.82]$$

$$\text{এবং পানির জন্য } \rho = 1000 \text{ kg m}^{-3} = 5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{এখন, } P_1V_1 = 5 \times 10^5 \times V = 5 \times 10^5 V \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } P_2V_2 = 10^5 \times 5V = 5 \times 10^5 V \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore (1) \text{ ও } (2) \text{ নং সমীকরণ হতে পাই, }$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 = 5 \times 10^5 = \text{ধ্রুবক।}$$

অতএব, স্থির তাপমাত্রায় কোনো বন্ধুর বিভিন্ন সময়ে চাপ ও আয়তনের গুণফল ধ্রুবক। এটিই বয়লের সূত্রের মূলকথা। অর্থাৎ বয়লের সূত্রটি গাণিতিকভাবে প্রমাণিত হলো।

তাপমাত্রা স্থির রেখে আয়তন কমিয়ে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা হলো। 7°C , 8°C ও 19°C তাপমাত্রায় এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.5, 8.2 এবং 16.5 mm পারদ।

ক. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কী?

খ. পরম আর্দ্ধতা বলতে কী বুঝায়?

গ. কক্ষ তাপমাত্রা 26°C এবং শিশিরাঙ্ক 7.4°C হলে আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর।

ঘ. প্রমাণ কর যে, সম্পৃক্ত বাষ্প বয়লের সূত্র মেনে চলে না।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

৬২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবশ্য স্থানের বাস্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাই সম্পৃক্ত বাস্পচাপ।

খ) কোনো অঙ্গলে নির্দিষ্ট সময়ে বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয় বাস্পের ভরকে সেই অঙ্গলের পরম আর্দ্ধতা বলে। সাধারণত প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে যত গ্রাম জলীয় বাস্প উপস্থিত থাকে তাকে বলা হয় বাতাসের পরম আর্দ্ধতা।

যেমন, কোনো অঙ্গলের পরম আর্দ্ধতা 0.002 kg/m^3 বলতে বুঝায়, এ অঙ্গলের প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে 0.002 kg জলীয় বাস্প আছে।

গ) উচ্চীগতে উল্লিখিত 7°C , 8°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথাক্রমে 7.5 , 8.2 এবং 16.5 mm পারদ।

সুতরাং, 7°C তাপমাত্রার পর ($8 - 7$) = 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ বৃদ্ধি = $(8.2 - 7.5)$

$$= 0.7 \text{ mm পারদ।}$$

$\therefore (7.4 - 7) = 0.4^\circ\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ বৃদ্ধি = $\frac{0.7 \times 0.4}{2} \text{ mm পারদ} = 0.14 \text{ mm পারদ।}$

উচ্চীপক হতে, শিশিরাঙ্ক 7.4°C

\therefore শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ, $f = (7.5 + 0.14) \text{ mm পারদ}$
 $= 7.64 \text{ mm পারদ।}$

আবার, 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ, $F = 16.5 \text{ mm পারদ।}$

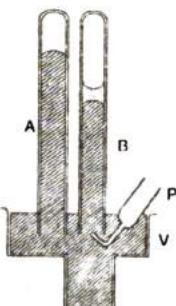
আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$$= \frac{7.64}{16.5} \times 100\% = 46.30\%$$

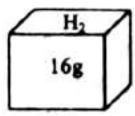
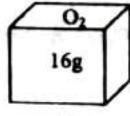
অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 46.30% ।

ঘ) সম্পৃক্ত বাস্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে না। এটা নিম্নোক্তভাবে প্রমাণ করা যায় :

প্রমাণ : প্রথমে একই প্রকার দুটি ব্যারোমিটারের নল A ও B শূক্ষ্ম ও বিশুদ্ধ পারদে পূর্ণ করে পারদপূর্ণ কাচের পাত্র V-এ উপড় করে পাশাপাশি দণ্ডযামান অবস্থায় রাখা হয়। অতঃপর একটি পিপেট P-এর সাহায্যে B নলে কিছু পানি ঢুকানো হয় যাতে পারদের উপরিস্থিত স্থান সম্পৃক্ত বাস্প ছাঁয়া পূর্ণ থাকে এবং পারদের উপর কিছু পানি জমা থাকে। এ অবস্থায় দুই নলের পারদ স্তরের উচ্চতার পার্থক্যই ঘরের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্পচাপ নির্দেশ করবে। এখন B নলটিকে ত্রুম্প পাত্রের পারদের ভেতর ঠেলে দেওয়া হয়। এতে দেখা যাবে যে, সম্পৃক্ত বাস্পের আয়তন কমে যাচ্ছে এবং একটু একটু করে জলীয় বাস্প পানিতে পরিণত হয়ে পারদের উপর জমা হচ্ছে, কিছু পারদ স্তরের উচ্চতা একই আছে। এবার B নলের পারদের উপরিতলের উপর যতক্ষণ কিছু না কিছু পানি থাকে ততক্ষণ নলটিকে আস্তে আস্তে উপরে উঠানো হয়। এতে দেখা যাবে যে, নলের পানি একটু একটু করে বাস্পে পরিণত হচ্ছে, কিছু পারদ স্তরের উচ্চতা একই আছে। সুতরাং প্রমাণিত হল যে, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার (ঘরের তাপমাত্রা) সম্পৃক্ত বাস্পের আয়তনের পরিবর্তনে চাপের কোনো পরিবর্তন হয় না। অর্থাৎ সম্পৃক্ত বাস্প বয়েল-এর সূত্র মেনে চলে না।



৬৩নং প্রশ্নের উত্তর



চিত্রে, P ও Q দুটি ঘনকাকৃতি গ্যাস পাত্র যাদের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 10 cm এবং গ্যাসের চাপ যথাক্রমে $12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ ।

ক) 1 atm বলতে কী বোঝা?

খ) গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় বর্গবেগের বর্গমূল (c_{rms}) নেওয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ) তাপমাত্রা স্থির রেখে P পাত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে পরিবর্তিত চাপ নির্ণয় কর।

ঘ) P ও Q উভয় পাত্রের গ্যাসের c_{rms} নির্ণয় কর এবং c_{rms} বেগ তুলনা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৬৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক) 1 atm বলতে সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273K তাপমাত্রায় উচ্চষ্টভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শূক্ষ্ম ও বিশুদ্ধ পারদ স্তর যে চাপ দেয় তার পরিমাণকে বোঝায়।

খ) যেকোনো পরিমাণ গ্যাসে অসংখ্য অণু থাকে। অবিরাম সংঘর্ষের ফলে অণুগুলোর গতিবেগের তারতম্য হয় এবং অণুগুলো বিভিন্ন বেগে বিভিন্ন দিকে গতিশীল থাকে। বিভিন্ন বেগে চলা এ সকল অণুগুলোর বেগের গড় যানের বর্গমূল তথা গড় বর্গবেগের বর্গমূল নেওয়া হয়। এজন্য অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, গড় বর্গবেগ বা সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগের চেয়ে বেশি হয়।

গ) ধরি, পরিবর্তিত চাপ P₂

উচ্চীপক হতে,

ঘনকের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য, l = 10 cm

$$\therefore আয়তন, V_1 = l^3 = (10 \text{ cm})^3$$

$$= 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{আদি চাপ}, P_1 = 12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{পরিবর্তিত ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য}, l' = \frac{l}{2} = \frac{10 \text{ cm}}{2} = 5 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{আয়তন}, V_2 = l'^3 = (5 \text{ cm})^3 = 125 \text{ cm}^3 = 125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{আমরা জানি}, P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা}, P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{125 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$= 9.6 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$$

সুতরাং পরিবর্তিত চাপের পরিমাণ $9.6 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$ ।

ঘ) য হতে পাই, পাত্রের আয়তন, V₁ = V₂ = $1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

উচ্চীপক অনুসারে, গ্যাসের চাপ, P₁ = P₂ = $12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

$$\text{O}_2 \text{ গ্যাসের ভর}, m_1 = 16g$$

$$\text{H}_2 \text{ গ্যাসের ভর}, m_2 = 16 g$$

$$\text{O}_2 \text{ গ্যাসের আণবিক ভর}, M_1 = 32g \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{H}_2 \text{ গ্যাসের আণবিক ভর}, M_2 = 2g \text{ mol}^{-1}$$

$$\therefore \text{O}_2 \text{ গ্যাসের মোল সংখ্যা}, n_1 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{16}{32 g \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 \text{ গ্যাসের মোল সংখ্যা}, n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{16g}{2g \text{ mol}^{-1}} = 8 \text{ mol}$$

$$\text{হোলার গ্যাস ধ্রুবক}, R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

P পাত্রের ক্ষেত্রে, আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = n_1 R T_1$$

$$\text{বা}, T_1 = \frac{P_1 V_1}{n_1 R} = \frac{12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{0.5 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}}$$

$$\therefore T_1 = 288.67 \text{ K}$$

$$\therefore C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 288.67 \text{ K}}{32 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}} = 474.3 \text{ m s}^{-1}$$

আবার, Q পাত্রের ক্ষেত্রে,

$$\text{P}_2\text{V}_2 = n_2\text{RT}_2$$

$$\text{বা, } T_2 = \frac{\text{P}_2\text{V}_2}{\text{R}n_2} = \frac{12 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 8 \text{ mol}} = 18.04 \text{ K}$$

$$\text{C}_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3\text{RT}_2}{\text{M}_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 18.04 \text{ K}}{2 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}} \\ = 474.3 \text{ ms}^{-1}$$

সূত্রাং P ও Q উভয় পাত্রের গ্যাসের $\text{C}_{\text{rms}} = 474.3 \text{ m s}^{-1}$

অর্থাৎ উভয়পাত্রের গ্যাসের C_{rms} সমান।

প্রয়োগ ১ পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 16g ভরের He গ্যাস 27°C তাপমাত্রায় একটি সিলিডারে রাখা আছে। তাপমাত্রা স্থির রেখে বেলুন ফোলানোর জন্য 5g গ্যাস সিলিডার থেকে বের করে নেওয়া হলো।

- ক. আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কী? ১
- খ. গ্যাসের অণুর মৌলিক ঝীকার্য সংশোধনের মাধ্যমে বাস্তব গ্যাসের জন্য ভ্যানডার ওয়ালস সমীকরণ গঠন করা হয়? ২
- গ. প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসটিচে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সিলিডারের অভ্যন্তরে গ্যাসটির প্রাথমিক ও শেষ চাপ তৈরণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬]

২) ৬৪নং প্রশ্নের উত্তর

প্রয়োগ ২ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাশের ভর এবং সেই একই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাশের ভরের অনুপাতকে সেই স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বলে। আপেক্ষিক আর্দ্ধতাকে R হারা প্রকাশ করা হয়।

প্রয়োগ ৩ গ্যাসের অণুর মৌলিক ঝীকার্যের নিম্নলিখিত ঝীকার্য দুটি সংশোধনের মাধ্যমে বাস্তব গ্যাসের জন্য ভ্যানডার ওয়ালস সমীকরণ গঠন করা হয়—

১. বাস্তব গ্যাসের অণুগুলোর নির্দিষ্ট আকার আছে অর্থাৎ তাদের আয়তন নগণ্য নয়।
২. অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল সম্পূর্ণ উপেক্ষনীয় নয়।

প্রয়োগ ৪ ধরি, অণুর সংখ্যা N

উদ্দীপক হতে, He গ্যাসের ভর, m = 16 g

আপেক্ষিক ভর, M = 4 g mol^{-1}

মৌল সংখ্যা, n = ?

$$\text{আমরা জানি, } n = \frac{m}{M} = \frac{16}{4 \text{ g mol}^{-1}} = 4 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol He গ্যাসে অণুর সংখ্যা} = 6.023 \times 10^{23} \text{টি}$$

$$\therefore 4 \text{ mol He গ্যাসে অণুর সংখ্যা N} = 4 \times 6.023 \times 10^{23} \text{টি} \\ = 2.41 \times 10^{24} \text{টি।}$$

প্রয়োগ ৫ ধরি,

সিলিডারের অভ্যন্তরে গ্যাসের প্রাথমিক চাপ, P_1 এবং শেষ চাপ P_2 ,

সিলিডারের আয়তন, $V_1 = V_2 = V$

তাপমাত্রা, $T_1 = T_2 = 27^\circ\text{C} = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$

উদ্দীপক হতে,

হিলিয়ামের প্রাথমিক ভর, $m_1 = 16 \text{ g} = 16 \times 10^{-3} \text{ kg}$

শেষ ভর, $m_2 = 16 \text{ g} - 5 \text{ g} = 11 \text{ g} = 11 \times 10^{-3} \text{ kg}$

প্রাথমিক ক্ষেত্রে,

$$P_1V_1 = n_1RT$$

$$\text{বা, } P_1V_1 = \frac{m_1}{M} RT_1 \quad \dots \quad (1)$$

$$\text{এবং শেষ ক্ষেত্রে, } P_2V_2 = \frac{m_2}{M} RT_2 \quad \dots \quad (2)$$

(1) + (2) নং হতে পাই,

$$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{m_1}{m_2} \frac{T_1}{T_2} = \frac{16 \times 10^{-3} \text{ kg}}{11 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$\therefore P_1 = 1.45 \times P_2$$

অর্থাৎ প্রাথমিক চাপ শেষ চাপের 1.45 গুণ।

প্রয়োগ ৪ কোনো একদিন চট্টগ্রামে সিঙ্গ ও শূক আর্দ্ধতামাপক যত্নের পাঠ পাওয়া গেল 30°C ও 28°C । উক্ত আর্দ্ধতামাপক যত্নটিকে একই দিনে গাজীপুরে আনা হলো এবং সেখানে বায়ুর তাপমাত্রা পাওয়া গেল 30°C শিশিরাঙ্কের তাপমাত্রা 20°C । [30°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদকে 1.65 এবং 20°C , 26°C , 28°C ও 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে $17.54 \times 10^{-3} \text{ m}$, $25.25 \times 10^{-3} \text{ m}$, $28.45 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $31.85 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ।]

- ক. শিশিরাঙ্ক কী?
- খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে কীভাবে চার্লসের সূত্র পাওয়া যায়? ব্যাখ্যা কর।
- গ. উদ্দীপকে চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর।
- ঘ. উদ্দীপকে উজ্জ্বলিত দৃষ্টি স্থানের মধ্যে কোথার বাছন্দ্যবোধ করবে এবং কেন? গাণিতিকভাবে বিবেচণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭]

৩) ৬৫নং প্রশ্নের উত্তর

প্রয়োগ ৫ যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুর মধ্যে বিদ্যমান জলীয়বাষ্প হারা সম্পৃক্ত হয় তাই এ বায়ুর শিশিরাঙ্ক।

প্রয়োগ ৬ গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে, $PV = \frac{1}{3} Nmc^2 \dots \dots \dots (1)$

আবার, আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে, $PV = RT \dots \dots \dots (2)$

$$(1) \text{ নং } \text{ ও } (2) \text{ নং } \text{ হতে, } \frac{1}{3} Nmc^2 = RT$$

$$\text{বা, } Nmc^2 = 3RT$$

$$\text{বা, } mc^2 = \frac{R}{N} T = 3KT \dots \dots \dots (3)$$

$$(1) \text{ নং } \text{ ও } (3) \text{ নং } \text{ হতে পাই, } PV = \frac{1}{3} N \cdot 3KT = NKT$$

$$\text{চাপ স্থির থাকলে } V \propto T \quad [\because N \text{ এবং } K \text{ ধ্রুক্ষ}]$$

এটিই চার্লসের সূত্র।

প্রয়োগ ৭ ধরি, চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক 0°C

উদ্দীপক হতে, শূক বাবের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30^\circ\text{C}$

সিঙ্গ বাবের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28^\circ\text{C}$

30°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.65$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \theta &= \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) \\ &= 30^\circ\text{C} - 1.65(30^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) \\ &= 30^\circ\text{C} - 3.3^\circ\text{C} = 26.7^\circ\text{C} \end{aligned}$$

অর্থাৎ চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক 26.7°C ।

প্রয়োগ ৮ ধরি, চট্টগ্রামের আর্দ্ধতা R_C

এবং গাজীপুরের আর্দ্ধতা R_G

উদ্দীপক অনুসারে,

30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 31.85 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ শিশিরাঙ্কে তথা 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f_{20} = 17.54 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ 'গ' নং হতে পাই,

চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক, $\theta = 26.7^\circ\text{C}$

$(28 - 26)^\circ\text{C}$ বা 2°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বাষ্পচাপ বৃদ্ধি

$$= 28.45 \times 10^{-3} \text{ m পারদ} - 25.25 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$= 3.20 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$\therefore 1^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = \frac{3.2 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}}{2}$$

$$= 1.6 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$\therefore (26.7 - 26)^\circ\text{C} \text{ বা } 0.7^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বাষ্পচাপ বৃদ্ধি}$$

$$= 0.7 \times 1.6 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$= 1.12 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

26.7°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$f_C = (25.25 \times 10^{-3} + 1.12 \times 10^{-3}) \text{ m পারদ}$$

$$= 26.37 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$\text{চট্টগ্রামের আর্দ্ধতা, } R_C = \frac{f_C}{F_C} \times 100\% \\ = \frac{26.37 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}}{31.85 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}} \times 100\% = 82.79\%$$

$$\text{গাজীপুরের আর্দ্ধতা, } R_G = \frac{f_G}{F_G} \times 100\% \\ = \frac{17.54 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}}{31.85 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}} \times 100\% = 55.07\%$$

অর্থাৎ, $R_C > R_G$

বেহেতু চট্টগ্রামের আর্দ্ধতা গাজীপুরের আর্দ্ধতার চেয়ে বেশি সহজে চট্টগ্রামে ঘাম কম শুকাবে ফলে শরীর কম তাপ হারাবে। অন্যদিকে গাজীপুরে আর্দ্ধতা কম হওয়ায় সেখানে ঘাম দ্রুত শুকাবে এবং শরীর দ্রুত তাপ হারাবে কলে অধিক বাছন্দবোধ করবে।

সূত্রাং গাজীপুরে বেশি বাছন্দ বোধ করবে।

একটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে একটি হুদের 40.81m গভীরতায় নিয়ে বাইরের সেটি 1 লিটার আয়তন ধারণ করে। হুদের তলদেশে বেলুনে আরও 1 লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। বায়ুভঙ্গের চাপ 10^5 Nm^{-2} , পানির ঘনত্ব 10^3 kgm^{-3} এবং $g = 9.804 \text{ ms}^{-2}$ ।

- ক. প্রাপ্ত চাপ কী? ১
- খ. একক বার্ষীনতার ঘাতার প্রত্যেক অণুর শক্তির পরিমাণ $\frac{1}{2} KT - ব্যাখ্যা কর। ২$
- গ. নিমজ্জনের পূর্বে উকীপকের বেলুনের আয়তন কত ছিল? ৩
- ঘ. তাপমাত্রা ধূব বা পরিবর্তনশীল কোনটি ধরে গভীরতা নির্ণয় বেশি সঠিক হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪
[অনুশীলনীর প্রথ ৮]

৬৬নং প্রশ্নের উত্তর

সমন্বয় পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273.16 K তাপমাত্রায় উচ্চতাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুষ্ক পারদস্তন্ত্র যে চাপ দেয় তাই প্রমাণ চাপ।

গ্যাসের পতিতত থেকে আমরা জানি, তাপীয় সাম্যাবস্থায় তিনটি অক্ষ X, Y ও Z বরাবর কোনো গ্যাস অণুর বেগ c-এর উপাংশগুলোর গত বর্গমান পরম্পরার সমান অর্থাৎ, $u^2 = v^2 = w^2$ এখানে X, Y ও Z অক্ষ বরাবর অঙ্গুটির উপাংশ বেগগুলির গড়মান যথাক্রমে u, v ও w। কাজেই উপাংশ বেগগুলোর আনুষঙ্গিক মান সমান হবে।

$$\therefore \frac{1}{2} mu^2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mw^2$$

কিন্তু, $c^2 = u^2 + v^2 + w^2$ এবং $u^2 = v^2 = w^2$

$$\therefore \frac{1}{2} mu^2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mw^2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} mc^2$$

আবার, আমরা জানি, প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি

$$\frac{1}{2} mc^2 = \frac{3}{2} KT$$

$$\therefore \frac{1}{2} mu^2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mw^2 = \frac{1}{3} \times \frac{3}{2} KT = \frac{1}{2} KT$$

অর্থাৎ একক বার্ষীনতার ঘাতার প্রত্যেক অণুর শক্তির পরিমাণ $\frac{1}{2} KT$ ।

৭) সূজনশীল প্রথ ২৪(গ)নং উত্তর দ্রষ্টব্য।

তাপমাত্রা পরিবর্তনশীল ধরে গভীরতা নির্ণয় করলে গভীরতা নির্ণয় বেশি সঠিক হবে।

তাপমাত্রা স্থির ধরে অর্থাৎ পানির পৃষ্ঠে এবং তলদেশে তাপমাত্রার পার্থক্য বিবেচনা করলে যেরেলের সূত্র ($P_1V_1 = P_2V_2$) এর মাধ্যমে গভীরতা নির্ণয় করতে হবে। কিন্তু তাপমাত্রা পরিবর্তনশীল ধরলে

অর্থাৎ পানির পৃষ্ঠে এবং তলদেশে তাপমাত্রার পার্থক্য বিবেচনা করলে বয়েল এবং চার্লসের সময় সূত্র ($\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$) এর মাধ্যমে গভীরতা নির্ণয় করতে হবে। তবে বেলুনের আয়তন পরিবর্তনের ক্ষেত্রে চাপের সাথে সাথে তাপমাত্রারও ডাম্পিং আছে। এজন্য তাপমাত্রা পরিবর্তনশীল ধরে হুদের গভীরতা নির্ণয় বেশি সঠিক হবে।

যশোরে সেদিন তাপমাত্রা ছিল 31°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা ছিল 50.45% । এক সময় তাপমাত্রা কমে চারপাশ ঠান্ডা হয়ে পেল এবং বৃষ্টিপাত শুরু হয়ে গেল এবং তাপমাত্রা কমে গিয়ে 14°C -এ উপনীত হলো। বৃষ্টিপাত বন্ধ হওয়ায় কিছু সময়ের মধ্যে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 24°C -এ উন্নীত হলো। এ সময় বায়ুস্থ জলীয়বাস্পের পরিমাণ 20% বৃদ্ধি পেল।

ক. অসম্পৃক্ত বাস্পচাপ কী? ১

খ. কোনো গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে ঘনত্বের সম্পর্ক নির্ণয় কর। ২

গ. বৃষ্টিপাতের ফলে জলীয়বাস্পের কত অংশ ঘনীভূত হলো? ৩

ঘ. বৃষ্টিপাত শেষ হওয়ার কয়েক ঘণ্টা পর তাপমাত্রা যখন 24°C এ উন্নীত হলো তখনকার আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কত মানের হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রথ ১]

৬৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবস্থা স্থানের বাস্প যদি সর্বাধিক বাস্পচাপ আপেক্ষা কম চাপ প্রয়োগ করে তবে তাই অসম্পৃক্ত বাস্পচাপ।

খ. ধরি, কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের ভর m, স্থির চাপে গ্যাসটির T_1 পরম তাপমাত্রায় আয়তন V_1 ও ঘনত্ব p_1 এবং T_2 পরম তাপমাত্রায় আয়তন V_2 ও ঘনত্ব p_2 ।

এখন, ঘনত্বের স্থানুসারে, $V_1 = \frac{m}{p_1}$ এবং $V_2 = \frac{m}{p_2}$

$$\text{চার্লসের স্থানুসারে, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{m}{p_1 T_1} = \frac{m}{p_2 T_2}$$

$$\text{বা, } p_1 T_1 = p_2 T_2$$

$$\therefore p_1 T_1 = \text{ধূবক}$$

অর্থাৎ, $p \propto \frac{1}{T}$; যখন চাপ ও ভর স্থির থাকে।

ঘ. উকীপক হতে, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R = 50.45\% = 0.5045$

তাপমাত্রা 31°C

31°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ 33.745 mmHg

14°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ 11.99 mmHg

আমরা জানি,

অপেক্ষিক আর্দ্ধতা, $R = \frac{14^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ}}{14^\circ\text{ তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ}}$

বা, $0.5045 = \frac{31^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ}}{31^\circ\text{ তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ}}$

বা, $0.5045 = \frac{31^\circ\text{ তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ}}{33.745 \text{ mmHg}}$

.. $31^\circ\text{ তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ} = K \times 17.024$

এবং $14^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাস্পচাপ} = K \times 11.99$

.. ঘনীভূত জলীয়বাস্পের পরিমাণ $= 17.024K - 11.99K = 5.034K$

.. ঘনীভূত জলীয়বাস্পের অংশ $= \frac{5.034K}{17.024K} = 0.296$

সূত্রাং বৃষ্টিপাতের ফলে জলীয়বাস্পের 0.296 ভর ঘনীভূত হবে।

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে কোনো পাইজেন গ্যাস আছে। গ্যাসের আণবিক গতিতত্ত্ব অনুসারে তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের যথকার অঙ্গুলোর বেগ বৃদ্ধি পায়।

- ক. আদর্শ গ্যাস কক্ষে বলে? ১
 খ. চার্সের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উচীপকে উপরিত গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. গ্যাসটির মূল গড় বর্গবেগ ৫ গুণ করতে হলে গ্যাসের তাপমাত্রা কত বাঢ়াতে হবে পারিস্থিতিক বিপ্লবের সাহায্যে নির্ণয় কর। ৪

(অনুশীলনীর পর ১)

৮২মং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্সের সূত্র যুক্তভাবে ঘেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ. অতিরিক্ত অনুধাবনমূলক ৫২২ উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ. এখানে, পরম তাপমাত্রা, $T = \text{প্রমাণ তাপমাত্রা} = 273 \text{ K}$

যৌগিক গ্যাস ত্বক, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

অর্জিজেনের গ্রাম আণবিক ভর, $M = 32 \text{ gm} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$

বেগ করতে হবে, গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ, $\sqrt{c^2} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{32 \times 10^{-3}}} = 461.29 \text{ m s}^{-1}$$

নির্ণয় মূল গড় বর্গবেগ 461.29 m s^{-1} ।

ঘ. গ্যাসটির মূল গড় বর্গবেগ ৫ গুণ করা হলে,

$$(\sqrt{c^2}) = 5 \times \sqrt{c^2} = 5 \times 461.29 \text{ m s}^{-1} = 2306.45 \text{ m s}^{-1}$$

মনে করি, T' পরম তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের মান 2306.45 m s^{-1} হবে।

$$\text{আমরা জানি, } \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

R ধ্রুবক এবং M ধ্রুবমানের হওয়ায় (অর্জিজেন গ্যাসের জন্য),

$$\sqrt{c^2} \propto \sqrt{T}$$

$$\therefore \frac{(\sqrt{c^2})}{\sqrt{c^2}} = \sqrt{\left(\frac{T}{T'}\right)}$$

$$\text{বা, } \frac{5\sqrt{c^2}}{\sqrt{c^2}} = \sqrt{\frac{T'}{273}}$$

$$\text{বা, } 5 = \sqrt{\frac{T'}{273}}$$

$$\text{বা, } T' = 25 \times 273 = 6825 \text{ K}$$

সূতরাং গ্যাসটির মূল গড় বর্গবেগ ৫ গুণ করতে হলে, তাপমাত্রা বাঢ়াতে হবে = $6825 \text{ K} - 273 \text{ K} = 6552 \text{ K} = 6552^\circ\text{C}$ ।

একদিন দুপুর বেলা বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 75%। অফিসের বড় কর্তা কক্ষে থাবেশ করেই এসি চালু করে তাপমাত্রা 23°C তে নাখিয়ে নিলেন। এই দিনের শিশিরাঙ্ক ছিল 9.4°C । $30^\circ\text{C}, 23^\circ\text{C}, 9^\circ\text{C}$ ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথক্রমে $29.92 \text{ mm}, 20.24 \text{ mm}, 8.92 \text{ mm}$ ও 9.22 mm পারদ কত চাপ।

ক. শিশিরাঙ্ক কী? ১

খ. কোনো স্থানের বাতাসের পরম আর্দ্রতা 4 g m^{-3} বলতে কী মুঠ? ২

গ. ঐ দিন সম্মিয়ার বায়ুর তাপমাত্রা 23°C এ নেমে এলে

বায়ুমুখ জলীয় বাস্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে?

ঘ. কক্ষের তিতর এসি চালু করায় আরাম বোধ করবেন

কেন—উচীপকের আলোকে পারিস্থিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(অনুশীলনীর পর ১)

৮৩মং প্রশ্নের উত্তর

ক. নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু যে তাপমাত্রায় তার মধ্যে বিদ্যমান জলীয়বাস্প বারা সম্পৃক্ত হয়, তাই ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক।

খ. কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয়বাস্প থাকে, তাকে ঐ বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে। কোনো স্থানের বাতাসের পরম আর্দ্রতা 4 g m^{-3} বলতে বোঝায় এক অনিদিত্ব আয়তনের বায়ুতে 4 g জলীয় বাস্প বিদ্যমান।

ঘ. উচীপক হতে, বায়ুর তাপমাত্রা 30° সেলসিয়াস আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75%।

সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ 30° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 29.92 মিলিমিটার পারদ

এবং 23° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 20.24 মিলিমিটার পারদ আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা

$$R = \frac{1^\circ \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাস্পের চাপ}}{\frac{1^\circ \text{ সেলসিয়াসে বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাস্পের চাপ}} \\ = \frac{30^\circ \text{ সেলসিয়াস বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাস্পের চাপ}}{29.92}$$

বা, 30° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বিদ্যমান জলীয় বাস্পের চাপ = $75\% \times 29.92 = 22.44$ মিলিমিটার পারদ

আবার বাস্পের চাপ বাস্পের ভরের সমানুপাতিক

$\therefore 30^\circ$ সেলসিয়াসে উপস্থিত জলীয় বাস্পের ভর = $K \times 22.44$

তাপমাত্রা কমে 23° সেলসিয়াসে আসলে কিছু পরিমাণ জলীয় বাস্প ঘনীভূত হবে এবং বায়ু অবশিষ্ট বাস্প দিয়ে সম্পৃক্ত থাকবে।

23° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ = 20.24 মিলিমিটার পারদ

$\therefore 23^\circ$ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ = $K \times 20.24$

ঘনীভূত জলীয় বাস্পের পরিমাণ = $22.44K - 20.24K = 2.2K$

\therefore ঘনীভূত জলীয় বাস্পের নির্ণয় ভগ্নাংশ = $\frac{2.2K}{22.44K} = 0.098$ অংশ

ঘ. উচীপক থেকে পাই, 30°C তাপমাত্রায় ঐ দিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 75%, এখন, আমরা জানি দেহের স্বাচ্ছন্দ্য বা আরাম বোধ নির্ভর করে, বায়ুর শুক্রতা বা আর্দ্রতার উপর। এসি চালু করার পর কক্ষের তাপমাত্রা 23°C এ নেমে আসে। এখন দেখা যাক এই তাপমাত্রায় আপেক্ষিক আর্দ্রতার কী পরিবর্তন হয়েছে—

কক্ষের তাপমাত্রা = 23° সেলসিয়াস

শিশিরাঙ্ক = 9.4° সেলসিয়াস

23°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্প চাপ F = 20.24 mmHg

৯°C " " " = 8.92 mmHg

১০°C " " " = 9.22 mmHg

$\therefore (10 - 9)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার তফাতে সম্পৃক্ত বাস্প চাপের পরিবর্তন = $(9.22 - 8.92) \text{ mmHg}$

= 0.3 mmHz

$\therefore 0.4^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাস্প চাপের পরিবর্তন = $(0.3 \times 0.4) \text{ mmHg}$

= 0.12 mmHg

$\therefore 9.4^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার সম্পৃক্ত বাস্প চাপ, f = $(8.92 + 0.12) \text{ mmHg}$ = 9.04 mmHg

\therefore আপেক্ষিক আর্দ্রতা R = $\frac{f}{F} \times 100\% = 44.66\%$

উপর্যুক্ত পারিস্থিতিক বিপ্লবে থেকে দেখা যায় কক্ষের আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান পূর্বের তুলনায় কমে যায়। আর আমরা জানি, আর্দ্রতা যত কম হবে বায়ু তত শুক্র হবে এবং যাম তত দ্রুত শুকায়, এবং দেহ ঠাণ্ডা হয়। এজন্যই কক্ষের তিতরে এসি চালু করার পর আরাম করবেন।

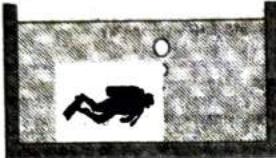
৮৩মং প্রশ্নের উত্তর



৩ গোলাম হোসেন প্ৰামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রাবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল
প্ৰশ্ন ৫-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

একজন সাতাৰু সমৃদ্ধেৰ পানিৰ নিচে সাতাৰ কাটছিল। এ
সময় সে নিখাস-প্ৰথাসে বুদবুদ ত্যাগ কৰে। বুদবুদগুলো সমৃদ্ধপঢ়ে
এসে এৰ আয়তন তিন গুণ হয়। সমৃদ্ধেৰ পানিৰ গড় ঘনত্ব এবং বায়ুৰ
চাপ যথাকৰ্মে 1030 kg m^{-3} এবং $1 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ ।



- ক. প্ৰমাণ তাপমাত্ৰা কাকে বলে? ১
খ. চাৰ্লসেৰ সূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰ। ২
গ. যে গভীৰতায় সাতাৰু সাতাৰ কাটছিল তা বেৰ কৰ। ৩
ঘ. নিচ থেকে উপৰে বুদবুদগুলি উঠাৰ সময় বেগ সূৰ্যম
থাকবে না পৰিবৰ্তীত হবে? তোমাৰ উত্তৱ যুক্তিসহ
বিশ্লেষণ কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ২]

৪৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

ক. যে তাপমাত্ৰায় প্ৰমাণ চাপে বৰফ গলে পানিতে পৱিণত হয় বা পানি
জমে বৰফে পৱিণত হয় সেই তাপমাত্ৰাকে প্ৰমাণ তাপমাত্ৰা বলে।
সেলসিয়াস কেলে এটি 0°C এবং পৰম কেল বা এস. আই. এককে 273 K .

খ. অভিকৰ্ষজ অনুধাৰনমূলক ৫৮নং উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

গ. ধৰি, যে গভীৰতায় সাতাৰু সাতাৰ কাটছিল = h

h গভীৰতায় বুদবুদেৰ আয়তন, $V_1 = V$

সমৃদ্ধ পঢ়ে বুদবুদেৰ আয়তন, $V_2 = 3V$

সমৃদ্ধ পঢ়ে বায়ুৰ চাপ, $P_2 = 1 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

h গভীৰতায় বায়ুৰ চাপ, $P_1 = P_2 + hpg$

পানিৰ গড় ঘনত্ব, $p = 1030 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকৰ্ষজ তুলণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

আমৰা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

বা, $(P_2 + hpg) V = P_2 \times 2V$

বা, $P_2 + hpg = 3P_2$

বা, $hpg = 2P_2$

$$\text{বা, } h = \frac{2P_2}{pg} = \frac{2 \times 1 \times 10^5}{1030 \times 9.8} = 19.81 \text{ m}$$

নিৰ্ণয় গভীৰতা 19.81 m ।

ঘ. ধৰি, h গভীৰতায় বুদবুদেৰ আয়তন V এবং ঘনত্ব p
পানিৰ ঘনত্ব p_w হলে,

বুদবুদেৰ উপৰ প্ৰযুক্ত প্ৰবতা বল, $F_1 = Vp_wg$

এখানে, $g =$ অভিকৰ্ষজ তুলণ

বুদবুদেৰ ওজন, $W = Vpg$

বুদবুদেৰ উপৰ প্ৰযুক্ত সান্দৰ্ভ বল, $F = \eta A \frac{dv}{dx}$

এখানে, η সান্দৰ্ভ সহগ গুণাঙ্ক

$A =$ বুদবুদেৰ ক্ষেত্ৰফল

$\frac{dv}{dx} =$ বেগ অবকৰ্ম

\therefore বুদবুদেৰ উপৰ প্ৰযুক্ত সম্বিলিপি বল, $F = F_1 - W - F_2$

$$= Vp_wg - W - \eta A \frac{dv}{dx}$$

$$= Vp_wg - (W + \eta A \frac{dv}{dx})$$

এখানে, বুদবুদটিৰ বেগ সূৰ্যম হতে হলো, $F = 0$

অৰ্থাৎ, $Vp_wg = W + \eta A \frac{dv}{dx}$ হতে হবে।

কিন্তু তা সম্ভব নহয়। কেননা বুদবুদেৰ আয়তন V বয়েলোৰ সূত্ৰানুসৰে
উপৰে উঠলৈ বাড়ে। ফলে Vp_wg এৰ মান বাড়তে থাকে। কিন্তু সে
হাবে $\frac{dv}{dx}$ বাড়ে না। ফলে F শূন্য হয় না।

যদি কখনো কোনো গভীৰতায় F শূন্য হয় ও পৱিষ্ঠণেই V এৰ মান পৱিবৰ্তনেৰ
জন্য F অশূন্য হবে। ফলে বুদবুদটি কখনো সূৰ্যম বেগ আৰু হবে না।

অতএব, নিচ থেকে উপৰে বুদবুদগুলো উঠাৰ সময় বেগ সূৰ্যম থাকবে
না পৱিবৰ্তীত হবে।

প্ৰশ্ন ৮৫। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ৭-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ১৭-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৮৬। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ৮-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৩-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৮৭। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ৯-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ১-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৮৮। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১২-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৬-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৮৯। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১৩-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৮-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৯০। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১৪-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৮-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৯১। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১৫-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ২২-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৯২। অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ১৬-এৰ উত্তৱেৰ জন্য
সূজনশীল প্ৰশ্ন ৭-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৯৩। 250 g ভৱেৰ একটি তামাৰ ক্যালৱিমিটাৱে 60°C
তাপমাত্ৰাৰ 50 g পানি নিয়ে রেখে দেয়া হলো। দেখা গেল 80 s সময়
পৰ এৰ তাপমাত্ৰা 40°C হয়েছে। একই ক্যালৱিমিটাৱে একই
আয়তনেৰ একটি অজানা তৰল পদাৰ্থেৰ ভৱ 60 g । একই পৱিবেশে
এৰ তাপমাত্ৰা 60°C থেকে 40°C হতে 70 s সময় লাগল। উত্ত
পৱিবেশ থেকে সহজে অজানা তৰলেৰ আপেক্ষিক তাপ নিৰ্ণয় কৰা
যায়। ক্যালৱিমিটাৱেৰ উপাদানেৰ আপেক্ষিক তাপ $420 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ।

প্ৰশ্ন ৯৪। ক. গড় বৰ্গবেগ কী?
খ. শীতকালে ঠোটে প্ৰিসাৱিন ব্যবহাৰ কৰা হয় কেন? ১

গ. অজানা তৰলেৰ আপেক্ষিক তাপ নিৰ্ণয় কৰ। ২

ঘ. উদ্বীপকে উল্লিখিত তৰলটি 60°C হতে 20°C তাপমাত্ৰা
শীতল হতে 70 s লাগলে শীতলীকৰণেৰ হাব পৱিবৰ্তন
হবে কি না গাণিতিক মতামত উপস্থাপন কৰ। ৩

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১৭]

৪৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

ক. কোনো গ্যাসেৰ সকল অইংৰ বেগেৰ বৰ্গেৰ গড়ই গড় বৰ্গবেগ।

খ. শীতকালে বায়ুৰ আপেক্ষিক আৰ্দ্ধতা কম থাকে অৰ্ধাৎ বাতাসে
জলীয় বাষ্প কম থাকে এমনকি থাকে না বললেই চলে। ফলে বাতাস
জলীয় বাষ্প প্ৰহণ কৰে সম্পৰ্ক হতে চায়। শৰীৱেৰ ঠোট অত্যন্ত
নৱম। বাতাস শৰীৱেৰ সেই অনাৰ্থৰ নৱম স্থান থেকে জলীয় বাষ্প
শোষণ কৰে নেয়। ফলে ঠোট শুক হয়ে ফেটে যায়। এ কাৱলে ঠোটে
প্ৰিসাৱিন ব্যবহাৰ কৰা হয়।

২) 60°C হতে 40°C এ শীতল হতে,

$$(i) \text{ক্যালরিমিটার কর্তৃক বর্জিত তাপ}, Q_1 = m_1 s_1 (\theta_2 - \theta_1)$$

$$= \{0.25 \times 420 \times (60 - 40)\} = 2100 \text{ J}$$

$$(ii) 5 \text{ g পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ}, Q_2 = m_2 s_2 (\theta_2 - \theta_1)$$

$$= \{0.005 \times 4200 \times (60 - 40)\} = 420 \text{ J}$$

$$(iii) 6 \text{ g তরল কর্তৃক বর্জিত তাপ}, Q_3 = m_3 s_3 (\theta_2 - \theta_1)$$

$$= 0.006 s_3 (60 - 40) = 0.12 (s_3) \text{ J}$$

নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রমতে,

পানি ও ক্যালরিমিটারের তাপ বর্জনের হার = তরল পদাৰ্থ ও ক্যালরিমিটারের তাপ বর্জনের হার

$$\text{বা, } \frac{Q_2 + Q_1}{80 \text{ s}} = \frac{Q_3 + Q_1}{70 \text{ s}}$$

$$\text{বা, } \frac{420 \text{ J} + 2100 \text{ J}}{80 \text{ s}} = \frac{0.12 s_3 + 2100 \text{ J}}{70 \text{ s}}$$

$$\text{বা, } s_3 = 875 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\therefore \text{তরলের আপেক্ষিক তাপ } 875 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

৩) ধরি, তরলটি 60°C হতে 40°C এ শীতল হওয়ার সময় শীতলীকরণের হার = E_1 ,

$$\therefore E_1 = \frac{2100 + 0.12(875)}{70} \text{ W} = 31.5 \text{ W}$$

$$\text{একেতে, } \Delta\theta_1 = (60 - 40)^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$$

আবার ধরি, তরলটি 60°C হতে 20°C এ শীতল হওয়ার সময় শীতলীকরণের হার = E_2

লক করি, একেতে $\Delta\theta_2 = (60 - 20)^{\circ}\text{C}$
যেহেতু, $\Delta\theta_2 = 2\Delta\theta_1$

আবার, শীতলীকরণ সূত্র মতে, শীতলীকরণের হার তাপমাত্রার পার্শ্বক্ষেত্রের সমানুপাতিক।

$$\text{সূত্রাং, } E_2 = 2E_1 = (2 \times 31.5) \text{ W} = 63 \text{ W}$$

অর্থাৎ, শীতলীকরণের হার দিগুণ হয়ে যাবে।

সূত্রাং শীতলীকরণ হারের পরিবর্তন হবে।

৩. ড. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শিক্ষক প্রেরিতক্ষে গ্যাসের গতিতত্ত্ব পড়িয়ে 1 মোল ও 1টি অণুর গতিশক্তি ও rms দুটি কীবৃপ্ত হবে তা বুঝিয়ে দিলেন। অতঃপর এক ছাত্রকে একই তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন গ্যাস অণুর গতিশক্তি ও rms দুটি নির্ণয় করতে বললেন। ছাত্রটি যথাযথভাবে উভয় গ্যাসের গতিশক্তি ও rms দুটি নির্ণয় করার পর শিক্ষক গ্যাসের পরিমাণ পরিবর্তন না করে কীভাবে rms দুটি ও গতিশক্তি তাদের সমান করা যাবে তা করতে বুঝিয়ে দিলেন। ছাত্রটি গাণিতিকভাবে প্রমাণ করল গ্যাসের পরিমাণ পরিবর্তন না করেও কীভাবে উভয় গতিশক্তি এবং rms দুটি সমান করা যায়।

ক. rms দুটি কাকে বলে?

১

খ. STP তে কোনো গ্যাসের 1 মোলের rms দুটি কীভাবে হি-গুণ করা যেতে পারে?

২

গ. প্রথম ক্ষেত্রে উভয় গ্যাসে অণুর গতিশক্তি এবং rms দুটির অনুপাত কেমন ছিল?

৩

ঘ. ছাত্রটি কীভাবে উভয় গ্যাসে অণুর গতিশক্তি ও rms দুটি সমান করতে সক্ষম হয়েছিল তার যথাযথ যুক্তিসংজ্ঞাত ব্যাখ্যা দাও।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩)

৪. ১৫৮ ধরের উত্তর

ক. কোনো গ্যাসের সকল অণুর দুটির বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে rms দুটি বলে।

খ. S.T.P-তে কোনো গ্যাসের 1 মোলের rms দুটি, $C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

এখানে, R হলো মোলার গ্যাস ধ্রুবক, M হলো একমোল গ্যাসের ভর এবং T হলো তাপমাত্রা। যেকোনো গ্যাসের ক্ষেত্রে R নির্দিষ্ট এবং নির্দিষ্ট গ্যাসের ক্ষেত্রে M ও নির্দিষ্ট। এ কারণে, $C_{\text{rms}} \propto \sqrt{T}$, এই সমীকরণ অনুযায়ী কোনো গ্যাসের 1 মোলের rms দুটি দিগুণ করতে হলে তাপমাত্রা 4 গুণ করতে হবে।

গ. আমরা জানি, হাইড্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর, $M_H = 2 \text{ g}$ নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর, $M_N = 28 \text{ g}$

$$\text{হাইড্রোজেন গ্যাসের গতিশক্তি, } E_{K_H} = \frac{3}{2} RT$$

$$\text{নাইট্রোজেন গ্যাসের গতিশক্তি, } E_{K_N} = \frac{3}{2} RT$$

$$\therefore \text{গতিশক্তির অনুপাত} = \frac{E_{K_H}}{E_{K_N}} = \frac{\frac{3}{2} RT}{\frac{3}{2} RT} =$$

ঘ. 'গ' হতে পাই, উভয় গ্যাসের গতিশক্তি সমান

সূত্রাং, rms দুটি, সমান করতে হলে, তাপমাত্রার পরিবর্তন করতে হবে

হাইড্রোজেন গ্যাসের rms দুটি, $C_H = \sqrt{\frac{3RT_H}{M_H}}$

নাইট্রোজেন গ্যাসের rms দুটি, $C_N = \sqrt{\frac{3RT_N}{M_N}}$

এখন, $C_H = C_N$

$$\text{বা, } \sqrt{\frac{3RT_N}{M_H}} = \sqrt{\frac{3RT_N}{M_N}}$$

$$\text{বা, } \frac{T_H}{2} = \frac{T_N}{28}$$

$$\text{বা, } T_N = 14 T_H$$

অর্থাৎ, নাইট্রোজেন গ্যাসের তাপমাত্রা হাইড্রোজেন গ্যাসের তাপমাত্রার 14 গুণ করে উভয় গ্যাসের rms দুটি সমান করতে সক্ষম হয়েছিল।

একটি 3000 cm^3 আয়তনের রাক্ষিত অঞ্জিজেন গ্যাসের তাপমাত্রা ছিল 20°C এবং বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সাথে গ্যাসটির চাপের পার্শ্বক্ষেত্রে ছিল $25 \times 10^5 \text{ Pa}$ এবং বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ছিল $1 \times 10^5 \text{ Pa}$; এ অবস্থায় অঞ্জিজেনের ভর নির্ণয় করা হলো। অতঃপর গ্যাসের তাপমাত্রা হি-গুণ করে পূর্বের চাপ বজায় রাখতে গিয়ে কিছু পরিমাণ গ্যাসকে সিলিডার হতে বের করে দেওয়া হলো।

ক. 10 m পানিস্তন চাপ বলতে কী বোঝ?

খ. বাতাবিক অবস্থায় 10 m পানিস্তন চাপ 1 atm চাপের

কত শতাংশ?

গ. 20°C তাপমাত্রায় ট্যাংকে অঞ্জিজেনের ভর কত ছিল?

ঘ. তাপমাত্রা হি-গুণ করার পর কতটুকু গ্যাস কেন সিলিডার

হতে বের করা হয়েছিল তার যুক্তিসংজ্ঞাত ব্যাখ্যা দাও।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১০)

৫. ১৬৮ ধরের উত্তর

ক. 10 m পানিস্তন চাপ বলতে, $10 \times 1000 \times 9.8 \text{ Pa}$ চাপ বা $9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ চাপ বুঝায়।

বি আমুৱা জানি, 1 atm চাপ, $P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$
 10 m পানি ভৰ্ত চাপ, $P_2 = 9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$
 $\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{9.8 \times 10^4}{1.013 \times 10^5}$
 বা, $P_2 = P_1 \times 0.967 \times 100\% = P_1 \times 96.74\%$
 অতএব, বাতাবিৰ অবস্থায় 10 m পানি ভৰ্ত চাপ 1 atm চাপেৰ 96.74% শতাংশ।
গ এখানে, আয়তন, $V = 3000 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 তাপমাত্ৰা, $T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$
 চাপ, $P = (25 \times 10^5 + 1 \times 10^5) \text{ Pa} = 26 \times 10^5 \text{ Pa}$
 ঘোলাৰ গ্যাস ধৰ্বক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 অঞ্জিজনেৰ গ্ৰাম আণবিক ভৰ, $M = 32 \text{ g}$; অঞ্জিজনেৰ ভৰ, $m = ?$
 আমুৱা জানি, $PV = \frac{m}{M} RT$
 $\therefore m = \frac{PVM}{RT} = \frac{26 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} \times 32}{8.31 \times 293}$
 $= 102.51 \text{ g} = 0.102 \text{ kg}$
 অতএব, অঞ্জিজনেৰ ভৰ 0.102 kg ।

ঘ এখানে,
 আয়তন, $V = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 চাপ, $P = 26 \times 10^5 \text{ Pa}$
 তাপমাত্ৰা, $T = 2 \times 293 = 586 \text{ K}$
 ঘোলাৰ গ্যাস ধৰ্বক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 অঞ্জিজনেৰ গ্ৰাম আণবিক ভৰ, $M = 32 \text{ g}$
 অঞ্জিজনেৰ ভৰ, $m = ?$
 আমুৱা জানি, $PV = \frac{m}{M} RT$
 বা, $m = \frac{PVM}{RT}$
 $= \frac{26 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} \times 32}{8.31 \times 286}$
 $= 51.25 \text{ g} = 0.051 \text{ kg}$
 অতএব, চাপ সমান রাখাৰ জন্য $(0.102 - 0.051) \text{ kg}$
 বা, 0.051 kg গ্যাস বেৰ কৰা হয়েছিল।

৩. ড. এম. আলী আসগুৰ ও মোহাম্মদ জাকিৰ হোসেন স্যারেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰশ্ন ১ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৩-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৭-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ২ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৪-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১০-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৩ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৭-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১৪-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৪ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৮-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১৫-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৫ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৯-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ২১-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৬ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১১-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ২৫-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৭ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১৩-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৩১-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৮ অনুশীলনীৰ সৃজনশীল প্ৰশ্ন ১৫-এৰ উত্তৰেৰ জন্য সৃজনশীল প্ৰশ্ন ৩০-এৰ উত্তৰ দ্রষ্টব্য।

প্ৰশ্ন ৯ একটি পাত্ৰেৰ মাত্ৰা হচ্ছে $4 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ । পাত্ৰেৰ গ্যাসেৰ ঘনত্ব 1.2 kg m^{-3} । গ্যাসেৰ আণবিক ভৰ 0.03 kg । পাত্ৰেৰ 100 টি অণুৰ মধ্যে প্ৰথম 10 টিৰ গতিবেগ 10 cm s^{-1} । পৰেৱে 10 টিৰ বেগ 10 cm s^{-1} হয়। এক পৰ্যায়ে গ্যাসেৰ তাপমাত্ৰা 300 K তেকে 10^4 K বৃদ্ধি কৰা হয়।

- ক.** গড় বৰ্গবেগ কাকে বলে? ১
খ. অস্থিতিস্থাপক সংৰোধে গ্যাসেৰ গতিতত্ত্বেৰ বীকাৰ্য প্ৰযোজ্য হয় কি-না ব্যাখ্যা কৰ। ২
গ. গ্যাসেৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰ। ৩
ঘ. বৰ্ণিত পৰিস্থিতিতে গ্যাসটিৰ অণুৰ গড় মূল গড় বৰ্গবেপেৰ পৰিৰবৰ্তন গাণিতিকভাৱে বিৱেচণ কৰ। ৪

(অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১৬)

৪. ১০৫নং প্ৰৱেৰ উত্তৰ

- ক.** কোনো গ্যাসেৰ সকল অণুৰ বেগেৰ বৰ্গেৰ গড়কে গড় বৰ্গবেগ বলে।

ঘ অস্থিতিস্থাপক সংৰোধে গ্যাসেৰ গতিতত্ত্বেৰ বীকাৰ্য প্ৰযোজ্য হয় না। কাৰণ, অস্থিতিস্থাপক সংৰোধে গ্যাসানুৰ গতিশক্তি সংৰক্ষিত থাকে না। গ্যাসেৰ গতিতত্ত্বেৰ বীকাৰ্য অনুসৰে, গ্যাসেৰ প্ৰতিটি অণুৰ গতিশক্তি সমান হবে এবং অণুসমূহ স্থিতিস্থাপক ফলে অণু-অণু, অণু ও দেয়ালেৰ মধ্যে যে সংঘৰ্ষ ঘটে তা স্থিতিস্থাপক হওয়া বাধ্যনীয়। না হলে গ্যাসেৰ গতিতত্ত্বেৰ বীকাৰ্য প্ৰযোজ্য হয় না।

গ দেওয়া আছে, পাত্ৰেৰ গ্যাসেৰ ঘনত্ব, $\rho = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$
 পাত্ৰেৰ আয়তন = গ্যাসেৰ আয়তন = $V = 4 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = 50 \text{ m}^3$
 গ্যাসেৰ ভৰ, $m = ?$

আমুৱা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$$\therefore m = \rho \times V = 1.2 \text{ kg m}^{-3} \times 50 \text{ m}^3 = 60 \text{ kg}$$

ঘ দেওয়া আছে, 100টি অণুৰ মধ্যে ১ম 10টিৰ বেগ 10 cm s^{-1}
 ২য় 10টিৰ বেগ 20 cm s^{-1}
 এবং বেগ ক্ৰমাবলৈ বৃদ্ধি পেয়ে, শেষ 10টিৰ বেগ 100 cm s^{-1}
 গ্যাসটিৰ অণুৰ মূল গড় বৰ্গবেগ বেৰ কৰতে হবে।

$$\therefore c_{\text{rms}} = \sqrt{c^2} \\ = \sqrt{\frac{10(10^2 + 20^2 + 30^2 + 40^2 + 50^2 + 60^2 + 70^2 + 80^2 + 90^2 + 100^2)}{100}} \\ = 62.05 \text{ cm s}^{-1}$$

আবাৰ, দেওয়া আছে, আদি তাপমাত্ৰা, $T_1 = 300 \text{ K}$
 চূড়ান্ত তাপমাত্ৰা, $T_2 = 10^4 \text{ K}$

300 K তাপমাত্ৰায়, গ্যাসানুৰ মূল গড় বৰ্গবেগে, $\sqrt{c_1^2} = 62.05 \text{ cm s}^{-1}$

10^4 K তাপমাত্ৰায় গ্যাসানুৰ মূল গড় বৰ্গবেগ = $\sqrt{c_2^2}$

আমুৱা জানি, $\frac{\sqrt{c_2^2}}{\sqrt{c_1^2}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$$\therefore \sqrt{c_2^2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times \sqrt{c_1^2}$$

$$= \sqrt{\frac{10^4 \text{ K}}{300 \text{ K}}} \times 62.05 \text{ cm s}^{-1} = 358.246 \text{ cm s}^{-1}$$

সূত্ৰাৎ, তাপমাত্ৰা 300 K থেকে 10^4 K বৃদ্ধি কৰায় গ্যাসটিৰ অণুৰ মূল গড় বৰ্গবেগ বৃদ্ধি পায় = $(358.246 - 62.05) \text{ cm s}^{-1}$
 $= 296.19 \text{ cm s}^{-1}$



মাস্টার টেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রশ্নীত সূজনশীল প্রক্ষ ও উভর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার টেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিরোক্ত সূজনশীল প্রক্ষ ও উভরসমূহ প্রশ্নয়ন করেছেন। ১০০% মৌলিক উচ্চীপক নির্ভর সূজনশীল প্রক্ষ ও উভরসমূহের যথাযথ অনুসীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি হাতে এবং আয়াবিবাস বিশ্বিতে সহায়তা করবে।

10.1

শিখনফল : আদর্শ গ্যাসের সূজ ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রশ্ন ১০১ একটি সিলিন্ডারের আয়তন $2L$ । সিলিন্ডারে $30^{\circ}C$ তাপমাত্রায় এবং $8.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ চাপে আদর্শ গ্যাস আছে। কিছু গ্যাস নির্গত করায় গ্যাসের চাপ এক তৃতীয়াংশ হয়ে যায়।

- ক. বাধীনতার মাত্রা কাকে বলে? ১
- খ. বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের মোল সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গ্যাস নির্গত করায় সিলিন্ডারের অভ্যন্তরের গ্যাসের পতিষ্ঠতির পরিবর্তন কেমন হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৬নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো গতীয় সংস্থায় ভর বা বস্তুর গতির অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণভাবে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে তার বাধীনতার মাত্রা বলে।

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত চাপ (f)

খ. আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা = $\frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ (F)}{\text{বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বায়ুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় ফলে বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত করতে বেশি জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন হয়।}$
তাই বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তনে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন হয় বলে শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপও অপরিবর্তিত থাকে। ফলে $\frac{f}{F}$ অনুপাত হ্রাস পাওয়ার কারণে আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পায়। অতএব, বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পায়।

গ. এখনে, গ্যাসের আয়তন, $V = 2L = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
তাপমাত্রা, $T = (273 + 30) \text{ K} = 303 \text{ K}$; চাপ, $P = 8.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$
মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; মোল সংখ্যা, $n = ?$
আমরা জানি, $PV = nRT$

$$\text{বা, } n = \frac{PV}{RT} = \frac{8.5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}}{8.31 \times 303} = 0.675 \text{ mole}$$

অতএব, প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের মোল সংখ্যা 0.675 ।

$$\text{ঘ. আমরা জানি, গ্যাসের পতিষ্ঠতি, } E = \frac{3PV}{2}$$

ধরি, গ্যাস নির্গত হওয়ার আগে গ্যাসের আয়তন ও চাপ যথাক্রমে V ও P । এখন, গ্যাস নির্গত হওয়ার ফলে সিলিন্ডারের আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয়নি। অতএব, $V' = V$

$$P' = \frac{P}{3}$$

$$\text{গ্যাস নির্গত হওয়ার আগে গ্যাসের পতিষ্ঠতি, } E = \frac{3PV}{2}$$

$$\text{গ্যাস নির্গত হওয়ার পরে গ্যাসের পতিষ্ঠতি } E' = \frac{3P'V'}{2} = \frac{2\frac{P}{3} \cdot V}{2} = \frac{PV}{2}$$

$$\therefore \frac{E'}{E} = \frac{\frac{PV}{2}}{\frac{3PV}{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{PV}{2} \times \frac{2}{3PV}$$

$$\text{বা, } \frac{E'}{E} = \frac{1}{3} \text{ বা, } E' = \frac{E}{3}$$

অতএব, গ্যাস নির্গত করায় সিলিন্ডারের অভ্যন্তরে গ্যাসের পতিষ্ঠতি পূর্বের গতিষ্ঠতির এক তৃতীয়াংশ হবে।

10.2

শিখনফল : বয়েলের সূজ ও চার্লসের সূজের পতিষ্ঠতি $PV = RT$ সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করতে পারব।

প্রশ্ন ১০৭ 72 cm পারদচাপে সম আয়তনের দুটি পাত্রের একটিতে 20 g অক্সিজেন এবং অপরটিতে কিছু পরিমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস নেওয়া হলো। উভয় গ্যাসের তাপমাত্রা $27^{\circ}C$ ।

- ক. বাউনীয় গতি কাকে বলে? ১
- খ. “হিপরমাপুক গ্যাসের বাধীনতার মাত্রা” ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি পাত্রের আয়তন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উভয় গ্যাসের গতিষ্ঠতি সমান কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

১০৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পানিতে রেণু বা বিভিন্ন পদার্থের বিক্ষিণ্ডভাবে ছুটাছুটি করার নাম হলো বাউনীয় গতি।

খ. যদি কোন গতীয় সিস্টেম x সংখ্যক কণা দ্বারা গঠিত হয় এবং ওই x সংখ্যক কণা পরম্পরার সাথে y সংখ্যক নিরপেক্ষ শর্ত বা বাধা দ্বারা সমন্ব্যুক্ত হয় তবে ঐ সিস্টেমের বাধীনতার মাত্রা $f = (3x - y)$ । হি-পরমাপুক গ্যাসের ক্ষেত্রে $x = 2$ । এক্ষেত্রে পরমাপুর দুটি পরম্পর থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে আবশ্য। তাই বাধীনতার মাত্রা $f = 3 \times 2 - 1 = 5$.

গ. দেওয়া আছে, $P = 72 \text{ cm Hg} = 0.947 \text{ atm}$

$$R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$m = 20 \text{ g}; M = 32 \text{ g}; T = 300 \text{ K}; V = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$V = \frac{mRT}{MP} = \frac{20 \times 0.081 \times 300}{32 \times 0.947} = 16.26 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{ঘ. অক্সিজেনের পতিষ্ঠতি, } E_{k_{O_2}} &= \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{20}{32} \times 8.314 \times 300 \\ &= 2338.31 \text{ J} \end{aligned}$$

হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে,

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\therefore \frac{m}{M} = \frac{PV}{RT}$$

$$= \frac{95954.775 \times 0.01626}{8.314 \times 300} = 0.626$$

$$\therefore E_{k_{H_2}} = \frac{3}{2} \times \frac{m}{M} \times RT$$

$$= \frac{3}{2} \times 0.626 \times 8.314 \times 300 = 2340.34 \text{ J}$$

$$\therefore E_{k_{O_2}} \neq E_{k_{H_2}}$$

অতএব, গতিষ্ঠতি সমান হবে না।

10.3

শিখনকল : গ্যাসের অণুর মৌলিক সীকাৰের আলোকে
গ্যাসের আণবিক গতি তত্ত্ব ব্যাখ্যা কৰতে পাৰিব।

প্ৰয়োগ ১০৩ অনিক তাৰ শিক্ষকের সাথে গবেষণাগারে একটি গ্যাসের ধৰ্ম নিয়ে কাজ কৰছিল। বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্ৰায় তাৰা গ্যাসটিৰ অণুগুলোৰ মূল গড় বৰ্গবেগ পৰিমাপ কৰলো 500 m s^{-1} ইলেকট্ৰন অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰে গ্যাসের একটি অণুৰ বাসাৰ্ধ পেল $2 \times 10^{-10} \text{ m}$.

- ক. বাস্তব গ্যাস কাকে বলে? ১
 খ. আবন্ধ স্থানেৰ তাপমাত্ৰা বৃদ্ধিতে শিশিৱাঙ্কেৰ কি
 পৰিৱৰ্তন হয় – ব্যাখ্যা কৰ। ২
 গ. উদীপকেৰ গ্যাসটিৰ ঘনত্ব নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. গ্যাস অণুগুলোৰ পৰমপৰ দুটি সংঘৰ্ষেৰ মধ্যে সময়
 ব্যবধান কেমন হবে – গণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমাৰ
 মতামত দাও। ৪

১০৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. যেসব গ্যাস বহেল ও চাৰ্লসেৰ সূত্ৰ এবং গতিতত্ত্বেৰ সীকাৰ্য মেনে
চলে না তাৰেৰকে বাস্তব গ্যাস বলে।

খ. যে তাপমাত্ৰায় কোনো নিৰ্দিষ্ট আয়তনেৰ বায়ু তাৰ ভিতৱেৰ
জলীয় বাঞ্চ দ্বাৰা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুৰ শিশিৱাঙ্ক বলে।
তাপমাত্ৰা বৃদ্ধি পেলে বাতাসেৰ গতিশক্তি ও আন্তঃআণবিক দূৰত্ব
বাড়ে। তাৰই সাথে বাতাসেৰ জলীয় বাঞ্চ দ্বাৰা সম্পৃক্ত থাকা সত্ৰেও তাপমাত্ৰা
বাড়লে ঐ স্থান অসম্পৃক্ত হয় তথা শিশিৱাঙ্ক বাড়ে।

গ. আমৰা জানি,

$$\text{c} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\text{বা, } c^2 = \frac{3P}{\rho}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3P}{c^2}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3 \times 1.01 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{(500 \text{ m s}^{-1})^2}$$

$$= 1.212 \text{ kg m}^{-3}$$

অতএব গ্যাসটিৰ ঘনত্ব 1.212 kg m^{-3} ।

এখানে,

$$\text{প্ৰমাণ চাপ, } P = 1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{প্ৰমাণ তাপমাত্ৰা, } T = 273 \text{ K}$$

$$\text{বৰ্গমূল গড় বৰ্গবেগ, } c = 500 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = ?$$

ঘ. আমৰা জানি,

$$c^2 = \frac{3RT}{M}$$

$$\text{বা, } M = \frac{3RT}{c^2}$$

$$= \frac{3 \times 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273}{(500 \text{ m s}^{-1})^2} \text{ K}$$

$$= 0.027 \text{ kg}$$

$$= 27.22 \text{ g}$$

একক আয়তনে অণুৰ সংখ্যা, $n = \frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^{-3}} = 2.69 \times 10^{25}$

এখানে,

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = 1.212 \text{ kg m}^{-3} [\text{গ নং থেকে প্ৰাপ্ত}]$$

$$\text{মোলাৰ গ্যাস ধৰ্মক, } R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{একক আয়তনে অণুৰ সংখ্যা} = n$$

$$\text{অণুৰ বায়ু, } \sigma = 2 \times r$$

$$= 2 \times 2 \times 10^{-10} \text{ m} = 4 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{সংঘৰ্ষেৰ সময় ব্যবধান, } t = ?$$

$$\text{আণবিক ভৱ, } M = ?$$

শিখনকল : গ্যাসেৰ গতি তত্ত্ব ব্যবহাৰ কৰে আদৰ্শ গ্যাসেৰ
সূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰিব।

প্ৰয়োগ ১০৪ 28 গ্ৰাম আণবিক ভৱ বিশিষ্ট একটি গ্যাস বিজ্ঞানাগাৰে
17°C তাপমাত্ৰায় আছে। পৃথিবীৰ ব্যাসাৰ্ধ 6400 km। মোলাৰ গ্যাস
ধৰ্মক 8.314 J/Mole/K ।

- ক. মোলাৰ গ্যাস ধৰ্মক কী? ১
 খ. গ্যাসেৰ গতি তত্ত্ব আলোচনায় গড়বেগ অপেক্ষা মূল
 গড়বৰ্গ বেগ নেওয়া হয় কেন? ২
 গ. উদীপকেৰ গ্যাস অণুটিৰ গড় গতিশক্তি কত হবে? ৩
 ঘ. উদীপকে উল্লিখিত গ্যাসটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান কৰবে
 কি-না গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ। ৪

১০৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. এক মোল গ্যাসেৰ জন্য গ্যাস ধৰ্মককে মোলাৰ গ্যাস ধৰ্মক বলে।

খ. যেকোনো পৰিমাণ গ্যাসে অসংখ্য অণু থাকে। অবিৱায় সংঘৰ্ষেৰ
ফলে অণুগুলোৰ গতিবেগেৰ তাৰতম্য হয় এবং অণুগুলো বিভিন্ন বেগে
বিভিন্ন দিকে গতিশীল থাকে। বিভিন্ন বেগে চলা এ সকল অণুগুলোৰ
বেগ নিৰ্ণয়ে বেগেৰ বৰ্গেৰ গড় মানেৰ বৰ্গমূল তথা গড় বৰ্গবেগেৰ
বৰ্গমূল নেওয়া হয়। এজন্য অণুগুলোৰ গড় বৰ্গবেগেৰ বৰ্গমূল, গড়
বৰ্গবেগ বা সৰ্বাধিক সম্ভাব্য বেগেৰ চেয়ে বেশি হয়।

গ. এখানে, তাপমাত্ৰা, $T = 17 + 273 \text{ K} = 290 \text{ K}$
 $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

∴ গ্যাসেৰ অণুটিৰ গড় গতিশক্তি,

$$E = \frac{3}{2} RT = \frac{3}{2} \times 8.314 \times 290 = 3616 \text{ J.}$$

ঘ. এখানে, পৃথিবীৰ ব্যাসাৰ্ধ, $R_c = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

গ্যাসেৰ আণবিক ভৱ, $M = 28 \text{ g} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\therefore \text{গ্যাসেৰ মুক্তিবেগ, } v_e = \sqrt{2 \cdot g \cdot R_c}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6} = 11200 \text{ m s}^{-1}$$

এবং গ্যাসেৰ RMS বেগ, $c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 290}{28 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1}$$

$$= 508.14 \text{ m s}^{-1}$$

অৰ্থাৎ, $v_e > c$ হওয়ায় গ্যাসটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান কৰে।

10.5

শিখনকল : জলীয় বাঞ্চ ও বায়ুৰ চাপেৰ সম্পৰ্ক বিশ্লেষণ
কৰতে পাৰিব।

প্ৰয়োগ ১১০ কোনো একদিন বায়ুৰ তাপমাত্ৰা 22°C এবং আপেক্ষিক
আন্তৰা 60%। 12°C ও 22°C তাপমাত্ৰায় সম্পৃক্ত জলীয় বাঞ্চেৰ চাপ
যথাকৰে 10.5 $\times 10^{-3}$ m এবং 19.8 $\times 10^{-3}$ m পাৰদ।

- ক. গড়মুক্ত পথ কী? ১
 খ. মেঘলা রাত্ৰি অপেক্ষা মেঘহীন রাত্ৰি শিশিৱাঙ্ক জমাৰ জন্য
 সহায়ক কেন? ২
 গ. উদীপকেৰ বায়ুৰ শিশিৱাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. যদি ঐ স্থানেৰ তাপমাত্ৰা ছাস পেয়ে 12°C হয় তবে
 বায়ুমুক্ত জলীয় বাঞ্চেৰ কত অংশ বনীভূত হবে? ৪

১১০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কোনো অণুৰ পৰ পৰ দুটি সংঘৰ্ষেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বগুলোৰ গড়
নিলে যে দূৰত্ব পাওয়া যায়, তাকেই গড় মুক্ত পথ বলে।



শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেক্ট প্রীলাই সূজনশীল প্রথ ও উভর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেক্ট প্রীলাই প্রয়োগ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রয়াবলি উভর সহকারে মিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রথ ও উভর অনুশীলনের শাখায়ে তোমরা পরীক্ষার ক্ষমতের নিয়মতা পাবে।

কোনো একদিন ঢাকায় আর্দ্রতামাপক যত্নে শূক্ত ভাবের পাঠ 25 °C এবং শিশিরাঙ্ক 10.5 °C। ঐ একই দিনে চট্টগ্রামের বায়ুর তাপমাত্রা ঢাকার বায়ুর তাপমাত্রার সমান এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 24°C ও 26°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক যথাক্রমে 1.72 ও 1.69। 17°C, 19°C ও 25°C তাপমাপত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 14.52 mmHg P, 16.46 mm Hg P ও 23.69 mm Hg P.

- ১. ক. স্থানীয়তার মাত্রা কী?
- ২. খ. আর্দ্রতা শাপক যত্নের সাহায্যে কীভাবে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়— ব্যাখ্যা কর।
- ৩. গ. ঢাকায় আর্দ্রতামাপক যত্নের সিন্ত কাছবের পাঠ কত?
- ৪. ঘ. ঢাকা ও চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক একই হবে কিনা— গণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

১১২নং প্রশ্নের উভর

ক) একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থান সম্পর্কে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্থানীয় চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্থানীয়তার মাত্রা বলে।

খ) আর্দ্রতামাপক যত্নে শূক্ত বাব এর তাপমাত্রা বায়ুর তাপমাত্রা নির্দেশ করে। শূক্ত ও সিন্ত বাবের তাপমাত্রার পার্থক্য বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্দেশ করে। তাপমাত্রার পার্থক্য বেশ হলে বুঝা যায় বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম। অনুরূপভাবে তাপমাত্রার পার্থক্য কম হলে বুঝা যায় বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি। এভাবে আর্দ্রতামাপক যত্নের সাহায্যে আবহাওয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ নিয়ামক বাতাসের আর্দ্রতা সম্পর্কে জানা যায় বলে এটির সাহায্যে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়।

$$\text{ন} \quad \text{আমরা জানি, } \theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$$

যেখানে, θ_1 = শূক্ত বাবের তাপমাত্রা তথা বায়ুর তাপমাত্রা

θ_2 = সিন্ত বাবের তাপমাত্রা

θ = শিশিরাঙ্ক

$G = \theta_1$, তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক 26 °C ও 24 °C তাপমাত্রা ব্যবধানে G এর মানের তারতম্য = $1.72 - 1.69 = 0.03$

$\therefore 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা ব্যবধানে G এর মানের তারতম্য = 0.015

$\therefore 25^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় G এর মান = $1.72 - 0.015 = 1.705$

$$\begin{aligned} \text{ঢাকায় সিন্ত বাবের তাপমাত্রা, } \theta_2 &= \theta_1 - \frac{\theta_1 - \theta}{G} \\ &= 25 - \frac{25 - 10.5}{1.705} \\ &= 16.496^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

ঘ) $(19 - 17)^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা পার্থক্যের জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের পরিবর্তন হয় $(16.46 - 14.52) = 1.94 \text{ mm}$ পারদ চাপ

$$\therefore (17 - 10.5)^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রা পার্থক্যের জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপে $\frac{1.94 \times 6.5}{2} \text{ mm}$ পারদ চাপ পরিবর্তন হবে

$$= 6.305 \text{ mm পারদ চাপ পরিবর্তন হবে।}$$

ঢাকায় 10.5°C তাপমাত্রায় তথা শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,

$$f = (14.52 - 6.305) \text{ mm Hg চাপ} = 8.215 \text{ mm Hg চাপ}$$

ঢাকায় বায়ুর তাপমাত্রা তথা 25°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$F = 23.69 \text{ Hg P}$$

$$\therefore \text{ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{8.215}{23.69} \times 100\% = 34.67\%$$

বায়ুর তাপমাত্রা তথা বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ ফ্রিবল $R \approx f$, অর্থাৎ আপেক্ষিক আর্দ্রতা শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের সমানুপাতিক। উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যানুসারে ঢাকা ও চট্টগ্রামে বায়ুর তাপমাত্রা একই হওয়া সঙ্গেও আপেক্ষিক আর্দ্রতা যথাক্রমে 34.67% এবং 70% অর্থাৎ চট্টগ্রামে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি সুতরাং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে চট্টগ্রামে শিশিরাঙ্ক বেশি হবে।

১১৩নং প্রশ্নের উভর

ক. শিশিরাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।

খ. কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% বলতে কী বুঝার?

গ. হিলিয়াম গ্যাসের তর নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের গ্যাসের চাপকে ফ্রিবক রেখে যদি এর তাপমাত্রা 432 K করা হয় তখন এর মূল গড় বর্গবেগ কত হবে?

[ডিকারুনিসা মূল কলেজ, ঢাকা]

১১৩নং প্রশ্নের উভর

ক) যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তাঁর তেতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ) কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% বলতে আমরা বুঝি—

i. বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের পরিমাণ আছে।

ii. বায়ুর তাপমাত্রা ঐ বায়ুকে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ অর্থাৎ $\frac{60}{100}$ অংশ।

iii. ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্কের সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

ঘ) এখানে, আয়তন, $V = 0.039 \text{ m}^3$

চাপ, $P = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$

তাপমাত্রা, $T = 299 \text{ K}$

হিলিয়ামের মোলার তর, $M = 4 \text{ g/mol}$

আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } m = \frac{PVM}{RT} = \frac{2 \times 10^5 \times 0.039 \times 4}{8.314 \times 299} \text{ g}$$

$$\therefore m = 12.55 \text{ g}$$

অতএব, হিলিয়াম গ্যাসের বেগ, 12.55 g ।

ঘ) এখানে, মোলার গ্যাস ফ্রিবক, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

তাপমাত্রা, $T_2 = 432 \text{ K}$

হিলিয়ামের মোলার তর, $M = 4 \text{ g/mol} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$

∴ আমরা জানি,

$$\sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 432}{4 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \sqrt{c^2} = 1641.26 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, উদ্দীপকের গ্যাসের চাপকে ফ্রিবক রেখে যদি এর তাপমাত্রা 432 K করা হয় তখন এর মূল গড় বর্গবেগ 1641.26 m s^{-1} হবে।



একটি 50 m গভীর হৃদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 12°C । 4 লিটার অঙ্গীজন গ্যাস ভর্তি বেলুনকে পৃষ্ঠ থেকে হৃদের তলদেশে নিয়ে তাতে আরও 2 লিটার গ্যাস ভর্তি করা হলো এবং বেলুনটি সর্বোচ্চ 15 লিটার গ্যাস ধারণ করতে পারে। হৃদের পৃষ্ঠদেশে বায়ুর চাপ $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\text{ m s}^{-2}$ । অঙ্গীজনের মূল গড় বর্গবেগের মান 483.44 m s^{-1} (পানির ভেতরে সকল অবস্থানে তাপমাত্রা সমান বিবেচনা করে)।

ক. ব্রাউনীয় গতি কাকে বলে?

১

খ. একটি থার্মোমিটারের বালকে পানিতে ডুবালে অথবা ভেজা কাপড় দিয়ে পেঁচিয়ে রাখলে কোন ক্ষেত্রে তাপমাত্রা সবচেয়ে বেশি কমবে—ব্যাখ্যা কর।

২

গ. লিটার অঙ্গীজন গ্যাস ভর্তি বেলুনে গ্যাসের গতিশক্তি কত?

৩

ঘ. হৃদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠদেশে আসার আগেই কোথায় বেলুনটি ফেটে ছিলো নির্ণয় করা সম্ভব কি?—না যাচাই কর।

৪

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

১১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পানিতে বেঁধু বা বিভিন্ন পদার্থের বিক্ষিপ্তভাবে ছুটাছুটি করার নাম হলো ব্রাউনীয় গতি।

খ. থার্মোমিটারকে পানিতে ডুবালে ভেজা কাপড়ের তুলনায় তাপমাত্রা বেশি কমবে। কেননা থার্মোমিটারকে ভেজা কাপড় দিয়ে পেঁচিয়ে রাখলে তা বাইরে থেকে কোনো তাপ প্রহরণ করতে পারে না তাই তাপমাত্রাও কমে না। অপরদিকে, পানিতে ডুবালে তা প্রয়োজনীয় সুষ্ঠুতাপ প্রদর্শ করে। সুতরাং পানিতে ডুবালে থার্মোমিটারের তাপমাত্রা বেশি কমবে।

গ. এখানে, অঙ্গীজনের মোল সংখ্যা, $n = \frac{4\text{ L}}{22.4\text{ L}} = \frac{5}{28}$

গ্যাস ত্বক, $R = 8.314\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$

অঙ্গীজনের আগবিক ভর, $m = 32\text{ gm}$

অঙ্গীজনের মূল গড় বর্গবেগ, $C_{rms} = 483.44\text{ m s}^{-1}$

পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা, $T_1 = ?$

আমরা জানি,

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}}$$

$$\text{বা, } 483.44 = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times T_1}{32 \times 10^{-3} \text{ kg}}}$$

$$\text{বা, } T_1 = 300\text{ K}$$

$$\therefore \text{গ্যাসের পতিশক্তি } E = \frac{3}{2} n RT_1$$

$$= \left(\frac{3}{2} \times \frac{5}{28} \times 8.314 \times 300 \right) \text{ J} = 668.1 \text{ J}$$

নির্ণয় গতি শক্তি 668.1 J

ঘ. উচীপক হতে পাই, হৃদের গভীরতা, $h = 50\text{ m}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$

পৃষ্ঠদেশে বেলুনের আয়তন, $V_1 = 4\text{ L}$

পৃষ্ঠদেশে বায়ুর চাপ, $P_1 = 1.01 \times 10^5\text{ Pa}$

$$\begin{aligned} \text{তলদেশে চাপ, } P_2 &= P_1 + h\rho g \\ &= (1.01 \times 10^5 + 50 \times 1000 \times 9.8) \text{ Pa} \\ &= 5.91 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

তলদেশে আয়তন, $V_2 = ?$

আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1.01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4 \text{ L}}{5.91 \times 10^5 \text{ Pa}} = 0.683 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ লিটার গ্যাস আরও ভর্তি করা হলো তলদেশে মোট আয়তন} \\ V_2 = 2 \text{ L} + 0.683 \text{ L} = 2.683 \text{ L} \end{aligned}$$

ধরি, পৃষ্ঠদেশ থেকে h' গভীরতায় বেলুনটি ফেটেছিল।

$$\therefore h' \text{ গভীরতায় চাপ, } P_1 = (P_1' + h'\rho g)$$

$$h' \text{ গভীরতায় আয়তন, } V_1' = 15 \text{ L}$$

আবার,

$$P_1' V_1' = V_2' P_2$$

$$\text{বা, } (P_1 + h'\rho g) V_1' = V_2' \times P_2$$

$$\text{বা, } 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} + h' \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8' \text{ m s}^{-2}$$

$$= 2.683 \text{ L} \times 5.91 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{বা, } h' = 151.5 \text{ m}$$

$$\therefore h' > h$$

অতএব, বেলুনটি কোথায় ফেটে যাবে তা নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ১৪। দুটি পাত্র পরম্পর তাপীয় সাম্যবস্থায় আছে। প্রথম পাত্রে 103475 N m^{-2} চাপে 1.25 kg m^{-3} ঘনত্বের এক মোল অঙ্গীজন গ্যাস আছে। ঘনকাকৃতির অপর পাত্রে 106368 N m^{-2} চাপে 20g He গ্যাস আছে। [$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ঘনকের প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য = 50 cm]

ক. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে?

১

খ. লোহার ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝায়?

২

গ. ১ম পাত্রের গ্যাসের চাপ যদি বিভিন্ন পাত্রের চাপের সমান

করা হয় তবে ১ম পাত্রের গ্যাসের ঘনত্ব কত হবে?

৩

ঘ. বিভিন্ন পাত্রে উচ্চেরিত গ্যাসটি কি আদর্শ গ্যাস? উভয়ের

৪

হ্রাসকে যুক্তি দাও।

[কুমিল্লা ডিপ্টিরিয়া সরকারি কলেজ, কুমিল্লা]

১১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

খ. লোহার ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ বলতে বুঝায় 1 m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর $2 \times 10^{11} \text{ N}$ বল প্রয়োগ করলে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদিদৈর্ঘ্যের সমান হবে।

গ. এখানে, ১ম পাত্রের গ্যাসের আদি চাপ,

$$P_1 = 103875 \text{ N m}^{-2}$$

এবং পরিবর্তিত চাপ, $P_2 = 106368 \text{ N m}^{-2}$

গ্যাসের আদি ঘনত্ব, $\rho_1 = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$

বের করতে হবে পরিবর্তিত ঘনত্ব, $\rho_2 = ?$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } P = \frac{m}{VM} RT = \frac{\rho RT}{M} \text{ সূতানুসারে,}$$

R, T, M অপরিবর্তিত থাকলে $P \propto \rho$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\text{বা, } \rho_2 = \rho_1 \frac{P_2}{P_1} = 1.25 \text{ kg m}^{-3} \times \frac{106368 \text{ N m}^{-2}}{103875 \text{ N m}^{-2}} = 1.28 \text{ kg m}^{-3}$$

ঘ. প্রথম গ্যাসটির ক্ষেত্রে, চাপ, $P = 103875 \text{ N m}^{-2}$

ঘনত্ব, $\rho = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$

মোল সংখ্যা, $n = 1$

গ্রাম আগবিক ভর, $M = 32 \text{ gm} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$

তাপমাত্রা T হলে,

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } P = \frac{mRT}{VM} = \frac{\rho RT}{M}$$

$$\therefore T = \frac{PM}{\rho R} = \frac{103875 \text{ N m}^{-2} \times 32 \times 10^{-3} \text{ kg}}{1.25 \text{ kg m}^{-3} \times 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}}$$

তাহলে বিতীয় পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা 320 K

কারণ গ্যাসকের পরম্পর তাপীয় সাম্যাবস্থায় আছে।

বিতীয় গ্যাসের ক্ষেত্রে, চাপ, $P = 106368 \text{ Nm}^{-2}$

আয়তন, $V = (\text{ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য})^3 = (0.5 \text{ m})^3 = 0.125 \text{ m}^3$

ভর, $m = 20 \text{ g}$

গ্রাম আণবিক ভর, $M = 4 \text{ g}$

তাপমাত্রা, $T = 320 \text{ K}$

$$PV = \frac{m}{M} RT \text{ সূত্র হতে } R\text{-এর মান নির্ণয় করি,}$$

$$R = \frac{PVM}{mT} = \frac{106368 \times 0.125 \times 4}{20 \times 320} = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

যা R-এর প্রদত্ত মানের সমান।

সুতরাং বিতীয় পাত্রে উল্লেখিত গ্যাসটি আদর্শ গ্যাস।

প্রয়োগ কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $4 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘন সেকেন্টিটারে অণুর সংখ্যা 6×10^{20} । বাতাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অণুগুলোর মূল গড় বর্গ বেগ, $c_{rms} = 700 \text{ m s}^{-1}$

ক. গড় মুক্তপথ কী?

খ. O_2 গ্যাসপূর্ণ একটি রাবারের বেলুনকে পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে চন্দ্র পৃষ্ঠে নিয়ে যাওয়া হলো। বেলুনটি কি হবে? ২

গ. 9°C তাপমাত্রায় উচ্চ গ্যাসের 2 mole পরিমাণ গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ক্লসিয়াস ও বোলজম্যানের সমীকরণ ব্যবহার করে উকিপকের তথ্য থেকে প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত সংঘর্ষের সংখ্যা তুলনা কর। ৪

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

১১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো অণুর পর পর দৃটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বগুলোর গড় নিলে যে দূরত্ব পাওয়া যায়, তাকেই গড় মুক্তপথ বলে।

খ. O_2 গ্যাসপূর্ণ একটি রাবারের বেলুনকে পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে চন্দ্রপৃষ্ঠে নিয়ে যাওয়া হলে বেলুনটি ফেটে যাবে।

পৃথিবীর বায়ুচাপ ও বেলুনটির ভেতরের বায়ুচাপ সমান। কিন্তু চন্দ্রপৃষ্ঠে বায়ুর চাপ কম। ফলে বাইরের বায়ুচাপের তুলনায় বেলুনের ভেতরের বায়ুচাপ বেশি হবে। এবং বেলুনটি ফেটে যাবে।



একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রণীত সংজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সংজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ণ প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংঘটিত অধ্যায়ের সমন্বয়ে 1.33 গুণ।

প্রয়োগ কোনো একদিন যাসুদ আবহাওয়ার খবর দেখছিল। সে জানতে পারে যে ঐ দিন তাদের এলাকার বায়ুর তাপমাত্রা 16.5°C এবং শিশিরাঙ্ক 12°C । এমতাবস্থায় সে পার্শ্ববর্তী স্টেশন থেকে ট্রেনের শব্দ শুনতে পায়। উভয়ে 12°C , 16°C ও 17°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 1.046 , 1.364 ও 1.442 cmHg এর সমান।

ক. তাপ কী? ১
খ. কোনো স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 40% বলতে কী বুঝ? ২

গ. যাসুদের অবস্থান থেকে ট্রেনের দূরত্ব 1 km হলে সে শব্দ শুনতে কত সময় লাগে? ৩

ঘ. এইদিন 55% আপেক্ষিক আর্দ্ধতা বিশিষ্ট এলাকা ও যাসুদের এলাকার মধ্যে কোনটিতে তৃষ্ণি বেশি বাছন্দ্যবোধ করবে তোমার উত্তরের গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

[অধ্যায় ১০ ও ১১-এর সমন্বয়ে প্রণীত]

১. এখানে, তাপমাত্রা, $T = 9^\circ\text{C} = 282 \text{ K}$

মোল সংখ্যা, $n = 2$

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.316 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$\therefore \text{গ্যাসের গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} nRT$$

$$= \left(\frac{3}{2} \times 2 \times 8.314 \times 282 \right) \text{ J}$$

$$= 7033.644 \text{ J}$$

২. এখানে, অণুর ব্যাস, $a = 4 \times 10^{-10} \text{ m}$

একক আয়তনে অণুর সংখ্যা, $n = 6 \times 10^{20}/\text{cm}^3 = 6 \times 10^{26}/\text{m}^3$

মূল গড় বর্গ বেগ, $c_{rms} = 700 \text{ m s}^{-1}$

ক্লসিয়াসের মতে গড় মুক্তপথ,

$$\lambda_c = \frac{1}{n\pi a^2}$$

$$\text{বা, } \lambda_c = \frac{1}{6 \times 10^{26} \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-10})^2}$$

$$\therefore \lambda_c = 3.32 \times 10^{-9} \text{ m}$$

৩. ক্লসিয়াসের সূত্রানুসারে প্রতি সেকেন্ডে সংকেতের সংখ্যা,

$$N_c = \frac{c_{rms}}{\lambda_c} = \frac{700}{3.32 \times 10^{-9}} \text{ টি}$$

$$\therefore N_c = 2.11 \times 10^{11} \text{ টি}$$

এখন, বোলজম্যানের মতে গড় মুক্তপথ

$$\lambda_b = \frac{3}{4\pi a^2 n} = \frac{3}{4 \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-10})^2 \times 6 \times 10^{26}}$$

$$\therefore \lambda_b = 2.49 \times 10^{-9}$$

৪. বোলজম্যানের সূত্রানুসারে প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষের সংখ্যা,

$$N_b = \frac{C_{rms}}{\lambda_b} = \frac{700}{2.49 \times 10^{-9}} \text{ টি}$$

$$\therefore N_b = 2.81 \times 10^{11} \text{ টি}$$

$$\therefore \frac{N_b}{N_c} = \frac{2.81 \times 10^{11}}{2.11 \times 10^{11}}$$

$$\text{বা, } N_b = 1.33 \times N_c$$

অতএব, বোলজম্যানের সমীকরণ অনুসারে প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষের সংখ্যা ক্লসিয়াসের সমীকরণ অনুসারে প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষের সংখ্যা 1.33 গুণ।

১১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপ এক প্রকার গরম যা উচ্চ তাপমাত্রার ক্ষেত্র হতে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে তাপমাত্রার পার্থক্যের কারণে সঞ্চালিত হয়।

খ. কোনো স্থানে বাতাসের তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 40% এর অর্থ হলো—

১. 30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিতি অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 40% অর্ধে $\frac{2}{5}$ ভাগ।

২. 30°C তাপমাত্রায় সেই স্থানের নিম্নিট আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের শতকরা 40 ভাগ সেই বায়ুতে বিদ্যমান।

৩. এই বায়ুর শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের অনুপাত $\frac{40}{100}$ বা $\frac{2}{5}$ ভাগ।

১) উচ্চিপক থেকে পাই, এই দিনের বায়ুর তাপমাত্রা 16.5°C আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 m s^{-1} .

$\therefore 16.5^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 332 + (0.6 \times 16.5) \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v = 341.9 \text{ m s}^{-1}$$

আবার, মাসুদ ও ট্রেনের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$h = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

এখন, শব্দ শুনতে মাসুদের t সময় লাগলে,

$$h = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{h}{v}$$

$$\text{বা, } t = \frac{1000 \text{ m}}{341.9 \text{ m s}^{-1}} = 2.925 \text{ s}$$

অতএব, শব্দ শুনতে মাসুদের 2.925 s সময় লাগবে।

২) যে এলাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হবে আমি সে এলাকায় বেশি স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করব।

গাণিতিক যুক্তি : উচ্চিপক থেকে পাই, মাসুদের এলাকায় বায়ুর তাপমাত্রা $= 16.5^{\circ}\text{C}$ এবং শিশিরাঙ্ক 12°C । সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, 12°C তাপমাত্রায় 1.046 cm Hg , 16°C তাপমাত্রায় 1.364 cm Hg Hg এবং 17°C তাপমাত্রায় 1.442 cm Hg ।

এখন, $(17 - 16)^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি $= (1.442 - 1.364) = 0.078 \text{ cm Hg}$ ।

$$\therefore (16.5 - 16) = 0.5^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} \\ = (0.078 \times 0.5) \text{ cm Hg} \\ = 0.039 \text{ cm Hg}$$

সুতরাং 16.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$F = (1.364 + 0.039) \text{ cm Hg} \\ = 1.403 \text{ cm Hg}$$

এবং শিশিরাঙ্কে বাষ্প চাপ, $f = 1.046 \text{ cm Hg}$

এখন, মাসুদের এলাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা R হলে,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = 74.55\%$$

আবার, অন্য এলাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R_1 = 55\%$

এখন, $R_1 < R$ ।

অর্থাৎ অন্য এলাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা মাসুদের এলাকার তুলনায় কম। আর আমরা জানি, কম আর্দ্রতা সম্পর্কে এলাকায় বসবাস করা আরামদায়ক। অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায় যে, মাসুদের এলাকার তুলনায় 55% আপেক্ষিক আর্দ্রতা সম্পর্কে এলাকায় বেশি স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করা যাবে।



১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উচ্চিপক সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো, যা পরীক্ষায় 100% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

১) কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। STP কী?

উত্তর : Standard Temperature and Pressure অর্থাৎ আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপকে সংক্ষেপে STP বলে।

প্রশ্ন ২। শিশিরাঙ্ক কাকে বলে?

[ৱি. বো. '১৭, '১৫; বি. বো. '১৯, '১৭] [সেলু-১, আমির-১৫, তপন-৮৫]

উত্তর : যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তাঁর ভেতরের জলীয় গ্লাস ছারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ৩। মূল গড় বর্গ বেগ কী? [বি. বো. '১৭] [সেলু-১৩, আমির-৫, তপন-২৬]

উত্তর : কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

প্রশ্ন ৪। গ্যাসের চলরাশি কী?

উত্তর : চাপ, পরম তাপমাত্রা এবং আয়তনকে গ্যাসের চলরাশি বলে।

প্রশ্ন ৫। গড় মুক্ত পথ কাকে বলে?

[সেলু-১৭, আমির-২৬]

উত্তর : কোনো অণুর পর পর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বগুলোর গড় নিলে যে দূরত্ব পাওয়া যায়, তাকেই গড় মুক্ত পথ বলে।

প্রশ্ন ৬। আদর্শ গ্যাস সমীকরণ কী?

উত্তর : $PV = nRT$ সমীকরণ হলো আদর্শ গ্যাস সমীকরণ।

প্রশ্ন ৭। পরম ক্ষেলে চার্লসের সূত্রটি কী?

[সেলু-১৮]

উত্তর : চার্লসের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট চাপে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৮। হাইড্রোমিতি কাকে বলে?

[সেলু-১৯]

উত্তর : পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ নির্ভয় সমন্বে আলোচনা করা হয় তাকে হাইড্রোমিতি বলে।

প্রশ্ন ৯। গ্যাস কী?

উত্তর : সাধারণ তাপমাত্রা ও চাপে যেসব পদার্থ বায়বীয় অবস্থায় থাকে তাদেরকে গ্যাস বলে।

[সেলু-২০]

প্রশ্ন ১০। রেনোর চাপীয় সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর : রেনোর চাপীয় সূত্রটি হলো— স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ 0°C থেকে প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য 0°C তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ১১। 1 atm বলতে কী বোঝ?

উত্তর : 1 atm বলতে সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত $76 \text{ cm} = 760 \text{ mm}$ উচ্চতাবিশিষ্ট শূন্য ও বিশুদ্ধ পারদ স্তর যে চাপ দেয় তার পরিমাণকে বোঝায়।

প্রশ্ন ১২। স্বাভাবিক চাপ কী?

[সেলু-২৩]

উত্তর : প্রমাণ তাপমাত্রায় পৃথিবীর 45° অক্ষাংশে সমুদ্রপৃষ্ঠে উল্লম্বভাবে অবস্থিত 76cm উচ্চতাবিশিষ্ট শূন্য ও বিশুদ্ধ পারদস্ত যে চাপ দেয় সেই চাপই স্বাভাবিক চাপ।

প্রশ্ন ১৩। গ্যাসের গতিতত্ত্ব কী?

উত্তর : গ্যাসের গতিশীলতার জন্য তাপ উৎপন্ন হয়, যাকে গ্যাসের গতিতত্ত্ব বলে।

প্রশ্ন ১৪। ক্রান্তি চাপ কী?

[সেলু-২২]

উত্তর : ক্রান্তি তাপমাত্রায় যে চাপ প্রয়োগে গ্যাসকে তরলে পরিণত করা যায় তাকে ক্রান্তি চাপ বলে।

প্রশ্ন ১৫। প্রমাণ তাপমাত্রা কাকে বলে? [সেলু-২১, আমির-১৯, তপন-৮]

উত্তর : যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস ক্ষেলে এটি 0°C এবং পরম ক্ষেল বা এস. আই. এককে 273 K ।

প্রশ্ন ১৬। কুয়াশা কাকে বলে?

উত্তর : বিজীর্ণ এলাকায় সমবেতভাবে ভাসমান পানি কগাগুলোকে কুয়াশা বলে।

প্রশ্ন ১৭। শিশির কী?

উত্তর : তাপমাত্রা যখন শিশিরাঙ্গের মিচে নেমে আসে তখন বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের অতিরিক্ত বাষ্প ঘনীভূত হয়ে যে কুন্দু কুন্দু পানি বিন্দুতে পরিণত হয়, তাই শিশির।

প্রশ্ন ১৮। বাষ্পায়ন কী?

উত্তর : যেকোনো তাপমাত্রায় কেবল তরল পদার্থের উপরিতল থেকে তরল ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার পদ্ধতি হলো বাষ্পায়ন।

প্রশ্ন ১৯। ক্রান্তি আয়তন কী?

উত্তর : ক্রান্তি তাপমাত্রা ও ক্রান্তি চাপে গ্যাস যে আয়তন দখল করে তাকে ক্রান্তি আয়তন বলে।

প্রশ্ন ২০। সার্বজনীন গ্যাস ধূবক কাকে বলে?

[কু. বো. '১৫] [সেলু-১২, আমির-১৬, তপন-১৪]

উত্তর : এক মৌল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক ডিগ্রি বাড়ালে তা যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধূবক বলে।

প্রশ্ন ২১। পরম শূন্য তাপমাত্রা কাকে বলে? [সেলু-২৫, আমির-২০]

উত্তর : যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয় সে সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাই পরমশূন্য তাপমাত্রা।

প্রশ্ন ২২। প্রমাণ চাপ কী?

[সেলু-৩০]

উত্তর : সম্মূল পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273.16 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদস্তত যে চাপ দেয় তাই প্রমাণ চাপ।

প্রশ্ন ২৩। পরম আর্দ্ধতা কাকে বলে?

[ব. বো. '১৫] [সেলু-১৫, আমির-১১, তপন-৪৪]

উত্তর : কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে ঐ বায়ুর পরম আর্দ্ধতা বলে।

প্রশ্ন ২৪। স্বাধীনতার মাত্রা কী?

[ড. বো. '১৯; রা. বো. '১৭] [সেলু-১৬, আমির-৬, তপন-৩৫]

উত্তর : কোনো গতিশীল সংস্থার অবস্থা বা অবস্থান সুবিনিষ্টভাবে প্রকাশের জন্য হতগলো স্থানাঙ্গের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ গতিশীল সংস্থার স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

প্রশ্ন ২৫। স্পর্শীয় তুরণ কাকে বলে?

[সেলু-২৬, রা. বো. '১৭]

উত্তর : অসম বৃত্তাকার গতির ক্ষেত্রে কেন্দ্রযুক্তি তুরণের সাথে যে তুরণ থাকে তাকে স্পর্শীয় তুরণ বলে।

প্রশ্ন ২৬। আপেক্ষিক আর্দ্ধতা কী?

[রা. বো. '১৬; কু. বো. '১৭; চ. বো. '১৭]

[সেলু-৫, আমির-১৪, প্রামাণিক-২৪, তপন-৪৬]

উত্তর : কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের তর এবং সেই একই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো সেই স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্ধতা।

প্রশ্ন ২৭। এক মৌলের সংজ্ঞা দাও। [চ. বো. '১৭] [সেলু-১১, তপন-১৩]

উত্তর : কোনো পদার্থের আণবিক ভরকে ধারে প্রকাশ করলে তাকে ঐ পদার্থের এক মৌল বলা হয়।

প্রশ্ন ২৮। আদর্শ গ্যাস কী?

[রা. বো. '১৯; কু. বো. '১৬; চ. বো. '১৫; সি. বো. '১৫; দি. বো. '১৭]

[সেলু-৪, আমির-১৪, তপন-১]

উত্তর : যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিত্বের মৌলিক বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

প্রশ্ন ২৯। সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?

[ড. বো. '১৬; চ. বো. '১৯] [সেলু-২, আমির-২২, প্রামাণিক-১৭, তপন-৩৭]

উত্তর : কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবস্থ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

প্রশ্ন ৩০। গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। [ব. বো. '১৯, '১৫]

[সেলু-১৪, আমির-১, তপন-২]

উত্তর : গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যৱনুপাতে পরিবর্তিত হয়।

প্রশ্ন ৩১। শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত কর। [সেলু-২৭, আমির-৭, তপন-৩৬]

উত্তর : শক্তির সমবিভাজন নীতিটি হলো— তাপীয় সাম্যবস্থায় আছে এমন গতীয় সিস্টেমের মৌল শক্তি স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বিন্দিত হয় এবং প্রতোক স্বাধীনতার মাত্রাপিণ্ডু শক্তির পরিমাণ হয় $\frac{1}{2} KT$.

প্রশ্ন ৩২। ভ্যানডার ওয়ালস-এর সমীকরণ লিখ। [সেলু-৬]

উত্তর : ভ্যানডার ওয়ালসের সমীকরণটি, $(P + \frac{n^2 a}{V^2})(V - nb) = nRT$

প্রশ্ন ৩৩। আর্দ্ধতা কী?

উত্তর : যা ব্যারা কোনো স্থানের বায়ুতে কতটুকু জলীয় বাষ্প আছে অর্থাৎ বায়ু কতখানি শুষ্ক বা জেজা নির্দেশ করা হয়, তাই আর্দ্ধতা।

প্রশ্ন ৩৪। অসম্পৃক্ত বাষ্প কাকে বলে? [সেলু-২৮, আমির-২৩, তপন-৩৮]

উত্তর : অসম্পৃক্ত বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে অসম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

প্রশ্ন ৩৫। অ্যাভোগ্যান্ড্রোর সংখ্যা কাকে বলে? [সেলু-৭]

উত্তর : একই তাপমাত্রা ও চাপে সময় আয়তনের সব গ্যাসে সমস্থায়ক অণু থাকে। অণুর এ সংখ্যাকে অ্যাভোগ্যান্ড্রোর সংখ্যা বলে। এ সংখ্যার মান 6.064×10^{23} .

প্রশ্ন ৩৬। বোল্টজম্যান ধূবক কাকে বলে? [সেলু-৮]

উত্তর : সার্বজনীন গ্যাস ধূবক এবং অ্যাভোগ্যান্ড্রোর সংখ্যার অনুপাতকে বোল্টজম্যান ধূবক বলে।

অর্থাৎ বোল্টজম্যান ধূবক, $K = \frac{\text{সার্বজনীন গ্যাস ধূবক}}{\text{অ্যাভোগ্যান্ড্রোর সংখ্যা}} = \frac{R}{N}$

প্রশ্ন ৩৭। স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ কাকে বলে?

উত্তর : স্থির চাপে 0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের প্রতি একক আয়তনে আয়তনের যে প্রসারণ হয় তাক স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারাঙ্গে বলে।

প্রশ্ন ৩৮। স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগ কাকে বলে?

উত্তর : স্থির আয়তন 0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের প্রতি একক চাপের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারাঙ্গে বলে।

প্রশ্ন ৩৯। চরম শীতলতা কী?

[সেলু-৯]

উত্তর : -273°C তাপমাত্রা হলো চরম শীতলতা।

প্রশ্ন ৪০। মৌলিক বীকার্য কাকে বলে? [সেলু-১০]

উত্তর : গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব সুপ্রতিষ্ঠিত করার জন্য কতকগুলো পূর্ব শর্তকে মৌলিক বীকার্য বলে।

প্রশ্ন ৪১। বাষ্প চাপ কাকে বলে? [সেলু-২৯]

উত্তর : যেকোনো তাপমাত্রায় কোনো তরলের বাষ্পায়নের ফলে উৎপন্ন বাষ্প সাধারণত তার সংস্পর্শে থাকা পৃষ্ঠের উপরে যে চাপ প্রয়োগ করে থাকে তাকে বাষ্প চাপ বলে।

 কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। কোনো স্থানের শিশিরাঙ্গ ১৮ °C বলতে কী বুঝাই? [ড. বো. '১৯]

উত্তর : কোনো স্থানের শিশিরাঙ্গ ১৮ °C বলতে বুঝাই এই দিন ১৮ °C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্প ব্যারা এ স্থানের বায়ু সম্পৃক্ত হবে এবং তা ঘনীভূত হয়ে বিন্দু বিন্দু জলকণায় পরিণত হবে।

প্রশ্ন ২। পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাস-অণুর বেগ শূন্য হওয়ার কারণ কী? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৮, সকল বোর্ড '১৮]

উত্তর : পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুগুলো পরম্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করে ফলে আন্তঃআণবিক শক্তি প্রবল থাকে বলে এই শক্তিকে উপেক্ষা করে অণুগুলো নড়তে পারে না। তাই তাদের বেগ শূন্য হয়।

প্রশ্ন ৩। বাতাসের আপেক্ষিক অর্দ্ধতার উপর মানুষের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য বিশেষ করে কর্মদক্ষতা অনেকটা নির্ভরশীল ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : বাতাসের আপেক্ষিক অর্দ্ধতা বেশি হলে গরমের দিনে মানুষের শরীরের ঘামের পানির বাঞ্চায়ন হার কম হয় অর্থাৎ মানুষের শরীরের ঘাম সহজে শুকাতে চায় না যার দরুন মানুষের শরীর ঠাণ্ডা হয় না এবং গরম এবং ঘামের দরুন মানুষ অবস্থিবোধ করে। বাতাসের আপেক্ষিক অর্দ্ধতা কম হলে মানুষের শরীরের ঘামের পানি বাঞ্চায়ন হার বেশি হয় অর্থাৎ মানুষের শরীরের ঘাম দ্রুত শুকায় এবং ঘামের পানির বাঞ্চায়নকালে বাঞ্চায়নের জন্য প্রয়োজনীয় সুস্থিতাপ মানুষের শরীর হতে দ্রুত সংগৃহীত হতে থাকে, যার ফলে, মানুষের শরীর দ্রুত ঠাণ্ডা হয় এবং মানুষ বাঞ্চন্দ্যবোধ করে। শরীরের বাঞ্চন্দ্যবোধে কাজে মনোযোগ আসে। অতএব, বাতাসের আপেক্ষিক অর্দ্ধতার উপর মানুষের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য বিশেষ করে কর্মদক্ষতা অনেকটা নির্ভরশীল।

প্রশ্ন ৪। একই তাপমাত্রায় ঢাকার চেয়ে কক্সবাজারে বেশি অবস্থি লাগে কেন? [সেলু-১৯]

উত্তর : কক্সবাজারে সমুদ্রের নিকটে অবস্থিত এবং ঢাকা সমুদ্র থেকে বহুদূরে। সমুদ্র থেকে প্রতিনিয়ত বাঞ্চায়ন প্রক্রিয়ায় যে জলীয় বাস্পের সৃষ্টি হচ্ছে তা কক্সবাজারের বায়ুতে থেকে যাচ্ছে। সমুদ্র থেকে ঢাকা দূরে হওয়ায় স্বভাবতই সেখানকার বায়ুতে জলীয়বাস্পের পরিমাণ কম। তাই ঢাকা ও কক্সবাজারের তাপমাত্রা এক থাকলেও কক্সবাজারের বায়ুতে জলীয়বাস্পের পরিমাণ বেশি হওয়ায় সেখানকার বায়ুর আপেক্ষিক অর্দ্ধতা বেশি। ফলে ঢাকার চেয়ে কক্সবাজারের বায়ুতে শরীর থেকে নির্গত ঘাম কম শুকাবে এবং ঘাম বাঞ্চায়নের জন্য কক্সবাজারে কম সুস্থিতাপের প্রয়োজন হবে। তাই ঢাকার তুলনায় কক্সবাজারে শরীর কম তাপ হারাবে, ফলে কক্সবাজারে একজন মানুষের বেশি অবস্থি লাগবে।

প্রশ্ন ৫। চার্লসের সূত্র ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২০, আমির-২, তপন-৪]

উত্তর : চার্লস-এর সূত্র অনুসারে স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য 0°C এর আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ বা, 0.00366 অংশ পরিবর্তিত হয়।

মনে করি, 0°C তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন = V_0
 \therefore চার্লস-এর সূত্রানুযায়ী স্থির চাপে,

$$1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন} = V_0 + \frac{V_0}{273}$$

$$0^{\circ}\text{C} \quad " \quad " \quad = V_0 + \frac{V_0 \times 0}{273}$$

মনে করি, স্থির চাপে শৈঘনিক গ্যাসের 0°C তাপমাত্রায় আয়তন = V

$$\therefore \text{আমরা পাই}, V = V_0 + \frac{V_0 \theta}{273} = V_0 \left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$$

$$\text{বা}, V = V_0 \left(\frac{273 + \theta}{273}\right) = \frac{V_0 T}{273}$$

$$\text{এখন}, \frac{V_0}{273} = k \text{ হলে},$$

$$\text{বা}, V = kT \text{ বা}, V \propto T$$

এখনে, T হচ্ছে পরম কেলে তাপমাত্রা, $T = \theta + 273$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট চাপে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৬। সমোক প্রক্রিয়া বলতে কী বুঝা?

[সেলু-২১, দ. বো. '১৫]

উত্তর : যে প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে, সে প্রক্রিয়াকে সমোক প্রক্রিয়া এবং পরিবর্তনকে সমোক পরিবর্তন বলে।

অন্যকথায়, যে তাপমাত্রায় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে তাকে সমোক প্রক্রিয়া বলে।

প্রশ্ন ৭। বয়েলের সূত্র ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২২]

উত্তর : বয়েলের সূত্রটি হলো—

তাপমাত্রা স্থির থাকলে, কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার উপর প্রযুক্ত চাপের বাস্তানুপাতিক।

ব্যাখ্যা : যদি স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ P

এবং এর আয়তন V হয় তবে, আমরা পাই,

$$V \propto \frac{1}{P}; \text{ যখন } \text{তাপমাত্রা } (T) \text{ স্থির থাকে।}$$

$$\text{বা, } V = \text{ধ্রুক} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } PV = \text{ধ্রুক} = K; \text{ এখনে } K \text{ একটি সমানুপাতিক ধ্রুক।}$$

$$\text{বা, } PV = K$$

এই সমীকরণকে সমোক সমীকরণ বলে। যদি স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ চাপে আয়তন যথাক্রমে $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ হয় তবে,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots = P_n V_n = K$$

এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, চাপ ও আয়তন পরম্পর বাস্তানুপাতিক। অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ বাড়লে আয়তন কমে এবং চাপ কমালে আয়তন বাড়ে।

প্রশ্ন ৮। গ্যাসের গতিতত্ত্বের চারটি মৌলিক বীকার্য লেখ।

উত্তর : গ্যাসের গতিতত্ত্বের চারটি মৌলিক বীকার্য নিম্নরূপ—

- প্রত্যেক গ্যাসই অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমষ্টিয়ে গঠিত। এদের নাম অণু। অণুগুলো নিউটনের গতিসূত্রে মেলে চলে।
- অণুগুলোর আকার এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় নগশ্য।
- গ্যাস অণুগুলো গোলাকার কঠিন ও সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক।
- গ্যাসের সংকোচনশীলতা উচ্চ।

প্রশ্ন ৯। বাধীনতার মাত্রা বলতে কী বুঝা?

[সেলু-২৩]

উত্তর : কোনো গতিশীল সংস্থার অবস্থা বা অবস্থান সুনির্দিষ্টভাবে প্রকাশের জন্য যতগুলো স্থানাঙ্কের প্রয়োজন হয় তাকে এই গতিশীল সংস্থার বাধীনতার মাত্রা বলে।

বাধীনতার মাত্রার সংখ্যা বন্ধুর ভর বা শক্তির উপর নির্ভর করে না। এটি বন্ধুর জ্যামিতিক গঠনবিন্যাস এবং এর গতির উপর প্রযুক্ত শর্ত বা বাধাগুলোর উপর নির্ভর করে। বাধীনতার মাত্রা তিন প্রকার যথা—

(i) রৈখিক (ii) আবর্ত ও (iii) কম্পনজনিত। এক পরমাণুক, ছিপরমাণুক ও বহু পরমাণুক গ্যাসের বাধীনতার মাত্রা যথাক্রমে ৩, ৫ ও ৬।

প্রশ্ন ১০। শক্তির সম্বিভাজন সূত্র ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২৪]

উত্তর : তাপীয় সাময়ে অবস্থিত কোনো গতীয় সংস্থার ক্ষেত্রে মোট শক্তি সবগুলো বাধীনতার মাত্রা বরাবর সমভাবে বিভাজিত বা বাটিত হয়।

পরম তাপমাত্রা T এবং বোল্টজম্যান ধ্রুক k হলে, প্রত্যেক বাধীনতার মাত্রা পিছু শক্তির পরিমাণ $\frac{1}{2} kT$.

ব্যাখ্যা : গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে তাপীয় সাম্যাবস্থায় প্রতিটি অণু X, Y ও Z বরাবর উপাংশ গতিবেগের গড় বর্গমান

যথাক্রমে U^2, V^2 ও W^2 অভিম।



প্র ১১। একটি হাইড্রোজেন গ্যাসবেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উত্তর পরে ফেটে যাব কেন—ব্যাখ্যা কর। [ৱ. বো. '১৯]

উত্তর : বয়েলের সূত্রানুসারে, আমরা জানি, স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যন্তিমাত্রিক। অর্থাৎ, চাপ কমলে আয়তন বাড়ে। ভূমি থেকে উচুতে উচুতে থাকলে আস্তে আস্তে চাপ কমতে থাকে ফলে আয়তন বাড়তে থাকে। এভাবে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উচ্চারণ পর আয়তন বাড়তে বাড়তে বেলুনের প্রসারণ সীমার বাইরে চলে যায় ফলে ফেটে যায়। একারণে একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উচ্চারণ পরে ফেটে যায়।

প্র ১২। কোনো স্থানে পরম অর্দ্ধতা 15 gm^{-3} বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : কোনো স্থানে পরম অর্দ্ধতা 15 gm^{-3} বলতে বুঝায় এই স্থানের প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে 15 gm জলীয় বাষ্প আছে।

প্র ১৩। পরমশূন্য তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যে তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয়, সে সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

0°C তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন যদি V_0 হয়, তবে স্থির চাপে 0°C তাপমাত্রায় এই গ্যাসের আয়তন V_0 ।

চার্লসের সূত্রানুসারে, $V_0 = V_0 \left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

$$V - 273 = V_0 \left(1 - \frac{273}{273}\right) \\ = 0$$

$\therefore -273^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। তাই 0 K বা -273°C তাপমাত্রা পরমশূন্য তাপমাত্রা।

প্র ১৪। মেঘ কীভাবে সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : ছু-পঢ়ের জলীয় বাষ্পপূর্ণ বায়ু হাঙ্কা হয়ে যখন উপরের দিকে প্রবাহিত হয় তখনই উপরের অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ুর সংস্পর্শে তা আরও ঠাণ্ডা হতে থাকে। আবার উপরের চাপ কম বলে বায়ু আয়তনে প্রসারিত হয়ে শীতল হয়ে থাকে। এভাবে বায়ুর তাপমাত্রা যখন শিশিরাঙ্কের খানিকটা নিচে নেমে যায় তখন জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে বায়ুতে ভাসমান ধূলিকণা বা পানি শোষণকারী বিজ্ঞাতীয় পদার্থ কণার সাথে পানি বিন্দুর আকারে ভাসতে থাকে। একে মেঘ বলে।

প্র ১৫। চার্লসের সূত্র হতে পরমশূন্য তাপমাত্রার ধারণা কীভাবে পাওয়া যায় দেখো। [সেলু-২৫]

উত্তর : যে তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয়, সে সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

0°C তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন যদি V_0 হয়, তবে স্থির চাপে 0°C তাপমাত্রায় এই গ্যাসের আয়তন V_0 ।

চার্লসের সূত্রানুসারে, $V_0 = V_0 \left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

$$V - 273 = V_0 \left(1 - \frac{273}{273}\right) \\ = 0$$

$\therefore -273^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। তাই 0 K বা -273°C তাপমাত্রা পরমশূন্য তাপমাত্রা।

প্র ১৬। আপেক্ষিক তাপের মাত্রা সর্বীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর : আপেক্ষিক তাপ, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$
 $= \frac{ML^2T^2}{M\theta}$
 $= ML^2T^{-2}M^{-1}\theta^{-1}$
 $[S] = [L^2T^{-2}\theta^{-1}]$

প্র ১৭। গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে বয়েলের সূত্র অতিপাদল কর।

উত্তর : গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা জানি,

$$PV = \frac{1}{3} mNc^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{1}{3} Mc^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} Mc^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{2}{3} E \quad [E = \text{গ্যাসের অণুসমূহের মোট গতিশক্তি}]$$

তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপের পরিমাণ স্থির থাকে। ফলে মোট গতিশক্তি ও স্থির থাকে।

$$PV = \text{ধ্রুবক}$$

$$\text{বা, } P \propto \frac{1}{V} \quad [\text{যখন তাপমাত্রা}]$$

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যন্তিমাত্রিক। এটিই বয়েলের সূত্র।

প্র ১৮। বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর। [ৱ. বো. '১৯]

উত্তর : বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ বলতে বুঝায় একটি গ্যাসীয় অণুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে $1.38 \times 10^{-23} \text{ J}$ কাজ করতে হয়।

প্র ১৯। স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বলাম P প্রাফের প্রকৃতি কিমুণ হবে ব্যাখ্যা কর। [ৱ. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, বয়েলের সূত্রানুসারে, $V \propto \frac{1}{P}$, যখন তাপমাত্রা স্থির।

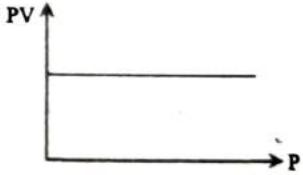
উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে,

$$V = K \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } PV = K$$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক। যার অর্থ P বা V -এর পরিবর্তনে P ও V -এর গুণফলের কোনো পরিবর্তন হবে না।

অতএব, স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বলাম P প্রাফটি দাঁড়ায় নিম্নরূপ—



প্র ২০। গড়বেগ ও মূলগড় বর্গবেগ এক নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : গড় বর্গবেগ হলো কোনো গ্যাসের অণুসমূহের পাটিগলিতীয় গড়। একে c বারা প্রকাশ করা হয়। অন্যদিকে মূলগড় বর্গবেগ হলো কোনো গ্যাসের সব অণুর বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূল। একে c বা \sqrt{c} বারা প্রকাশ করা হয়। এজন্য গড়বেগ এবং মূলগড় বর্গবেগ এক নয়।

প্র ২১। একক চাপে এক ঘোল কোনো গ্যাসের আয়তন বলাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? [ৱ. বো. '১৫] [সেলু-২৬, আধির-২০]

উত্তর : আমরা জানি, স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

এখানে, ঘোল সংখ্যা, $n = 1$

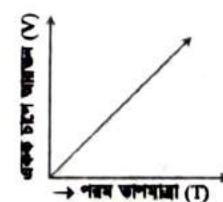
একক চাপের ক্ষেত্রে, $P = 1$

এখন,

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } \frac{V}{T} = \frac{nR}{P} = \frac{1 \times R}{1} = R = \text{ঢাল}$$

অতএব, একক চাপে এক ঘোল কোনো গ্যাসের আয়তন বলাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল, সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবককে নির্দেশ করে।



প্র ২২। "মেঘাজ্ঞন রাত অপেক্ষা মেঘমুক্ত রাত শিশির জন্য সহায়ক" - ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৬, আধি-৩০]

উত্তর : আমরা জানি নদী-নালা, খালবিল, সাগর-সমুদ্র, জলাশয় ইত্যাদি হতে পানি সব সময় বাঞ্চায়নের ফলে জলীয় বাল্পে পরিণত হয় এবং বায়ুমণ্ডলে মিশে যায়। দিনের বেলায় সূর্যের তাপে তৃপ্ত সহলগ বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাল্প হারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘাজ্ঞন রাতে তৃপ্ত তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিসেবে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয় বাল্প হারা সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয় বাল্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে। কিন্তু আকাশ মেঘাজ্ঞন থাকলে ডুপ্ট তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে পারে না। কারণ মেঘ তাপবিবোধী পদার্থ বলে তৃপ্ত হতে বিকিরণভঙ্গিত কারণে তাপ পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে তৃপ্ত ঠাণ্ডা হয় না এবং শিশির জমে না।

প্র ২৩। ছাতার কাপড়ে ছিন্দি থাকা সত্ত্বেও বৃত্তির পানি ভেতরে প্রবেশ করে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২১]

উত্তর : পানির পৃষ্ঠাটানের জন্য ছাতার কাপড়ে ছিন্দি থাকা সত্ত্বেও বৃত্তির পানি ভেতরে প্রবেশ করে না। ছাতার উপর বৃত্তির পানি পড়লে পানির পৃষ্ঠাটানের জন্য পানি গোলাকার বিন্দুতে পরিণত হয় এবং কাপড়ের উপর দিয়ে গড়িয়ে পড়ে যায়। ফলে ছাতার কাপড় ডিজে ভেতরের পৃষ্ঠে পানি পৌছাতে পারে না।

প্র ২৪। দেখাও যে, গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েসের সূত্রকে সমর্থন করে। [দি. বো. '১৭] [সেলু-৯]

উত্তর : গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3} m N c^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{1}{3} M c^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} M c^2$$

$$\text{বা, } PV = \frac{2}{3} E \quad [E = \text{গ্যাসের অণুসমূহের মোট গতিশক্তি}]$$

তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপের পরিমাণ স্থির থাকে। ফলে মোট গতিশক্তি ও স্থির থাকে।

$$PV = \text{ধূরক}$$

$$\text{বা, } P \propto \frac{1}{V} \quad [\text{যখন তাপমাত্রা}]$$

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যক্তিমূলক। এটিই বয়েসের সূত্র।

প্র ২৫। ঢাকায় বাতাসের আপেক্ষিক আর্হতা 60% বলতে কী বুঝায়? [দি. বো. '১৬] [সেলু-১২, আধি-১৩]

উত্তর : ঢাকায় আপেক্ষিক আর্হতা 60% বলতে আমরা বুঝি-

১. বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাল্পের প্রয়োজন তার শতকরা 60 ভাগ জলীয় বাল্প বায়ুতে আছে।

২. বায়ুর তাপমাত্রা ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাল্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ অর্থাৎ $\frac{60}{100}$ অংশ।

৩. ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

প্র ২৬। পরম আর্হতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগ ও বৃদ্ধি পার—ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৬] [সেলু-১৩, আধি-১৪, তপন-৫১]

উত্তর : কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাল্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্হতা বলে। পরম আর্হতা বৃদ্ধি পেলে জলীয় বাল্পের ভরও বৃদ্ধি পায়। এতে ঐ স্থানে অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে এদের ছুটাছুটির পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। ফলে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পরম আর্হতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

প্র ২৭। গ্যাসের ক্ষেত্রে ঘনত্ব বলার তাপমাত্রা লেখচিত্রের অক্ষতি কেমন ব্যাখ্যা কর। [র. বো. '১৬] [আধি-১৫, তপন-২২]

উত্তর : আমরা জানি সন্দী-নালা, খালবিল, সাগর-সমুদ্র, জলাশয় ইত্যাদি হতে পানি সব সময় বাঞ্চায়নের ফলে জলীয় বাল্পে পরিণত হয় এবং বায়ুমণ্ডলে মিশে যায়। দিনের বেলায় সূর্যের তাপে তৃপ্ত সহলগ বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাল্প হারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘাজ্ঞন রাতে তৃপ্ত তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিসেবে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয় বাল্প হারা সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয় বাল্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে।

$P_1 T_1 = P_2 T_2 = P_3 T_3 = \dots = P_n T_n$

তাই ঘনত্ব ও তাপমাত্রার বিভিন্ন মানের জন্য স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের পাসের ঘনত্ব ও তাপমাত্রার লেখচিত্র হবে সমগ্রাবৃত্ত বা আয়তাকার পরাবৃত্ত।

প্র ২৮। গ্যাস ও বাল্পের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ।

[র. বো. '১৬] [সেলু-১৪, আধি-১৬, তপন-৩৯]

উত্তর : বাল্প ও গ্যাসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

| গ্যাস | বাল্প |
|--|--|
| ১. গ্যাস স্বাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় গ্যাসবুপে থাকে। | ১. বাল্প স্বাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় কঠিন বা তরলবুপে থাকে। |
| ২. গ্যাস এমন একটি পদার্থ যা এর সংকট তাপমাত্রার উপরে | ২. বাল্প এমন একটি পদার্থ যা এর স্কুটনাংকের উপরে অবস্থান করে। |

প্র ২৯। একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে তার তাপমাত্রায় রাখলে কী ঘটবে? ব্যাখ্যা কর। [র. বো. '১৫] [আধি-১৮]

উত্তর : এখানে, একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে তার তাপমাত্রায় রাখলে বেশি তাপমাত্রায় রাখা বেলুনটি কম তাপমাত্রায় রাখা বেলুন অপেক্ষা বেশি চাপ অনুভব করবে। কারণ আমরা জানি, নির্দিষ্ট আয়তনে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের চাপ তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

প্র ৩০। চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার চাপ বৃদ্ধি পায় কেন?

[র. বো. '১৫] [সেলু-২৮, আধি-১৯, তপন-৭]

উত্তর : চলত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বাড়ে। কারণ চলত গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে ঘর্ষণ হয়। ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ বৃদ্ধি পাওয়ার দরুন চাপও বৃদ্ধি পায়, ফলে বায়ুমূখ অণুসমূহের ছুটাছুটি বৃদ্ধি পায়। তাই টায়ারের দেয়ালের উপর চাপও বৃদ্ধি পায়। সুতরাং বলা যায় যে, চলত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পায়।

প্র ৩১। কোনো গ্যাস কলিকার বেগ নির্ণয়ে গড় বর্গবেগের বর্গমূল (c_{rms}) নেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [র. বো. '১৫] [আধি-১৭]

উত্তর : যেকোনো পরিমাণ গ্যাসে অসংখ্য অণু থাকে। অবিরাম সংঘর্ষের ফলে অণুগুলোর গতিবেগের তারতম্য হয় এবং অণুগুলো বিভিন্ন বেগে বিভিন্ন দিকে পতিশীল থাকে। বিভিন্ন বেগের চলা এসকল অণুগুলোর বেগ নির্ণয়ে বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূল তথা গড় বর্গবেগের বর্গমূল নেওয়া হয়। এজন্য অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, গড় বর্গবেগ বা সর্বাধিক সন্ভায় বেগের চেয়ে বেশি হয়।

প্র ৩২। কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্হতা 70% বলতে কী বুঝায়? [সি. বো. '১৫] [সেলু-২৯, আধি-২৪, তপন-৫১]

উত্তর : কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্হতা 70% বলতে আমরা বুঝি-

(i) বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাল্পের প্রয়োজন তার শতকরা 70 ভাগ জলীয় বাল্প বায়ুতে আছে।

(ii) বায়ুর তাপমাত্রা ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাল্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপের 100 ভাগের 70 ভাগ অর্থাৎ $\frac{70}{100}$ অংশ।

(iii) ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাল্পের চাপের 100 ভাগের 70 ভাগ।



প্রথম ৩৩। $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ বলতে কী বুঝা? [নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]
উত্তর : $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ বলতে বুঝি, 1 mole কোনো গ্যাসের
তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে 8.31 J কাজ সম্পন্ন করতে হয়।

প্রথম ৩৪। স্থির আয়তনে বায়ুর চাপ প্রসারাত্মক $3.67 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
বলতে কী বুঝা? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : স্থির আয়তনে বায়ুর চাপ প্রসারাত্মক $3.67 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ বলতে
বুঝায় যে, আয়তন স্থির রেখে 0°C তাপমাত্রায় একক চাপের বায়ুর
তাপমাত্রা 1°C বাড়ালে এর চাপ $3.67 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ বৃদ্ধি পায়।

প্রথম ৩৫। বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকালে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকায় কেন? [সেলু-৩০]

উত্তর : বর্ষার দিনে বায়ুমণ্ডল জলীয় বাস্প ঘারা সম্পৃক্ত থাকে। ফলে
বাতাস অধিক পরিমাণ জলীয় বাস্প ধারণ করতে পারে না।
শীতকালের বাতাস শুরু থাকে অর্থাৎ বাতাসে জলীয় বাস্প কম থাকে।
এই বাতাস ডিজা কাপড় থেকে দ্রুত জলীয় বাস্প শোষণ করে নিয়ে
সম্পৃক্ত হতে চায়। ফলে শীতের দিনে ডিজা কাপড় দ্রুত শুকায়।

প্রথম ৩৬। একই তাপমাত্রা ডিজ ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড়
গতিশক্তি ধূবক থাকে— ব্যাখ্যা কর। [তপন-৪৩]

উত্তর : মনে করি, একই তাপমাত্রা (T)-এ A ও B গ্যাসের N সংখ্যক
অণু আছে।

∴ সুতরাং উভয় গ্যাসসমূহের জন্য গতীয় সমীকরণ,

$$\frac{1}{3} mNc^2 = P^2$$

$$\text{বা, } \frac{2}{3} \times N \times \frac{1}{2} mc^2 = P^2$$

$$\text{বা, } N \times \frac{1}{2} mc^2 = \frac{3}{2} P^2$$

আবর, $\frac{1}{2} mc^2 =$ প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি এক মোল গ্যাসের জন্য

$N_A =$ অ্যাডোগেন্টো সংখ্যা এবং $PV = PT$

সুতরাং উপরের সমীকরণকে একমোল গ্যাসের জন্য লেখা যায়।

$$N_A \times \text{প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি} = \frac{3}{2} RT$$

$$\therefore \text{এক মোল গ্যাসের অণুর গড় শক্তি} = \frac{3}{2} RT = \text{ধূব}$$

অর্থাৎ একই তাপমাত্রায় ডিজ ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড়
গতিশক্তি ধূব থাকে।

প্রথম ৩৭। শীতকালে ঠোট মুখ কেটে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২]

উত্তর : শীতকালে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকে অর্থাৎ বাতাসে জলীয়
বাস্প কম থাকে এমনকি থাকে না বললেই চলে। ফলে বাতাস জলীয় বাস্প
প্রহরণ করে সম্পৃক্ত হতে চায়। শরীরের ঠোট-মুখ অত্যন্ত নরম। বাতাস
শরীরের সেই অন্বত নরম স্থান থেকে জলীয় বাস্প শোষণ করে নেয়।
ফলে ঠোট মুখের চামড়া শুরু হয়ে চড়চড় করে এবং কেটে যায়।

প্রথম ৩৮। আদর্শ গ্যাস সমীকরণটি লেখ। [সেলু-৩১, আয়ির-৩, তপন-১১]

উত্তর : আদর্শ গ্যাসের চাপ, আয়তন এবং পরম তাপমাত্রার মধ্যে একটি
সম্পর্ক আছে, যা একটি সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। এই
সমীকরণটি আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হিসেবে পরিচিত। সমীকরণটি হলো—

$$PV = nRT$$

এ সমীকরণে P হল গ্যাসের চাপ, V = গ্যাসের আয়তন, T = পরম
তাপমাত্রা, R হল মোলের গ্যাস ধূবক এবং n হল গ্যাসের মোল
সংখ্যা। এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে সমীকরণটি দাঁড়ায় $PV = RT$

প্রথম ৩৯। গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে কীভাবে চার্লসের সূত্র পাওয়া যায়?
ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৩২]

উত্তর : গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে, $PV = \frac{1}{3} Nmc^2$ (১)

আবার, আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে, $PV = RT$ (২)

(১) নং ও (২) নং হতে,

$$\frac{1}{3} Nmc^2 = RT$$

$$\text{বা, } Nmc^2 = 3RT$$

$$\text{বা, } mc^2 = 3 \frac{R}{N} T$$

$$\text{বা, } mc^2 = 3KT (৩)$$

(১) নং ও (৩) নং হতে পাই,

$$PV = \frac{1}{3} N \cdot 3KT$$

$$\text{বা, } PV = NKT$$

চাপ স্থির থাকলে $V \propto T$ [$\because N$ এবং K ধূবক]

এটিই চার্লসের সূত্র।

প্রথম ৪০। সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত বাস্প চাপের বৈশিষ্ট্য কী? [আয়ির-২৬, ২৭]

উত্তর : সম্পৃক্ত বাস্পচাপের বৈশিষ্ট্য :

১. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবস্থ স্থানে যখন সর্বাধিক
পরিমাণ বাস্প ধারণ করে তখন ঐ বাস্পকে সম্পৃক্ত বাস্প বলে।
সম্পৃক্ত বাস্প সর্বাধিক চাপ প্রয়োগ করে।

২. এটি একটি আবস্থ স্থানে তৈরি করা যায়।

৩. সম্পৃক্ত বাস্প বয়েল এবং চার্লস-এর সূত্র মানে না।

৪. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সম্পৃক্ত বাস্পকে
অসম্পৃক্ত বাস্পে পরিণত করা যায়।

অসম্পৃক্ত বাস্পচাপের বৈশিষ্ট্য :

১. একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে বাস্পের পরিমাণ যদি এমন
হয় যে তার আরও অতিরিক্ত বাস্প ধারণ করতে পারে, তবে ঐ
বাস্পকে অসম্পৃক্ত বাস্প বলে। এই চাপ সম্পৃক্ত চাপের চেয়ে কম হয়।

২. এটি আবস্থ বা খোলা যেকোনো স্থানে তৈরি হতে পারে।

৩. অসম্পৃক্ত বাস্প বয়েল এবং চার্লস-এর সূত্র মেলে চলে।

৪. তাপমাত্রা কমিয়ে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ অসম্পৃক্ত বাস্পকে
সম্পৃক্ত বাস্পে পরিণত করা যায়।

প্রথম ৪১। আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১১]

উত্তর : কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে যে
পরিমাণ জলীয় বাস্প থাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত
করতে যে পরিমাণ জলীয় বাস্পের প্রয়োজন হয়, তাদের অনুপাতকে
আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

সাধারণত আপেক্ষিক আর্দ্রতাকে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়।
সুতরাং আপেক্ষিক আর্দ্রতা R ঘারা শিশিরাঙ্কের সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের
চাপ / ঘারা এবং বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ F ঘারা
নির্দেশ করলে, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$ ।

প্রথম ৪২। গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড়মুক্ত পথ বেশি হয় কি? ব্যাখ্যা
কর। [ব. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, $\lambda \propto \frac{1}{P}$ অর্থাৎ গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের
ব্যাপ্তানুপাতিক যার অর্থ গ্যাসের ঘনত্ব যত বেশি হবে অগুগুলোর গড়
মুক্তপথ তত কম হবে। অতএব, গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড় মুক্তপথ
বেশি হয় না।

প্রথম ৪৩। শীতের রাতে শিশির পড়ে কেন?

[সেলু-৩০]

উত্তর : শীতকালে দিনের বেলায় সূর্যের উভাপে তৃ-সংলগ্ন বায়ু উত্ত

থাকে। ফলে বায়ু জলীয়বাস্প দিনে অসম্পৃক্ত থাকে। রাতে ঐ বায়ু

তাপ বিকিরণ করে শীতল হয় এবং জলীয় বাস্প ঘারা প্রায় সম্পৃক্ত হয়ে

আসে। এমতাবস্থায় তৃ-সংলগ্ন তাপ কুপরিবাহী, কিন্তু উত্তম তাপ

বিকিরণ করে শীতল হয়ে পড়ে। যখন এসব শীতল বস্তুর সংস্পর্শে ঠাভা বায়ু

আসে তখন এদের তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে যায়। এজন্য
শীতের রাতে শিশির পড়ে।

প্রশ্ন ৪৪। সম্পৃক্ত বাস্পচাপ আয়তনের উপর নির্ভর করে না কেন?

[সেলু-৫]

উত্তর : যেকোনো তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্পচাপ বাস্পের আয়তনের ওপর নির্ভর করে না। টরিসেলির শূন্যস্থানে সম্পৃক্ত বাস্পপূর্ণ ব্যাগেজিটার ললটিকে কাত করে এর সতাতা নিম্নলিখিত কর্ম যায়। ললটিকে যখন কাত করা হয় তখন পারদস্তত আপন উচ্চতা ঠিক রাখার জন্য পারদ নলের মধ্যে ওপরের দিকে উঠে যায়। ফলে টরিসেলির শূন্যস্থানের আয়তন তথা সম্পৃক্ত বাস্পের আয়তন কমে যায়। নলের ডেতের পারদ ওপরের দিকে উঠে আসে। বিকৃত পারদস্ততের উচ্চতা অপরিবর্তিত থাকে। ফলে টরিসেলির শূন্যস্থানের আয়তন তথা সম্পৃক্ত বাস্পের আয়তন কমে যায়। অতিরিক্ত বাস্প ঘনীভূত হয়ে তরলে পরিণত হয় কিন্তু বাস্পচাপ অপরিবর্তিত থাকে।

প্রশ্ন ৪৫। স্থির চাপে আয়তন প্রসারক 0.00366°C বলতে কী বুঝা?

উত্তর : স্থির আয়তনে চাপ প্রসারক 0.00366°C⁻¹ বলতে বুঝায় যে, চাপ স্থির রেখে 0°C তাপমাত্রায় 1 m³ বায়ুর তাপমাত্রা 1°C বাড়লে এর আয়তন 0.00366 m³ বাড়ে।

প্রশ্ন ৪৬। অমাল চাপ বলতে কী বুঝা?

[সেলু-৩৪, আমির-২১]

উত্তর : সমুদ্র পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C বা 273.16 K তাপমাত্রায় উল্লব্ধভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শূক্ষণ ও বিশুদ্ধ পারদ স্তৰ্দে যে চাপ দেয় তাকে অমাল বা স্থাভাবিক চাপ বলে।

∴ অমাল চাপ = 760 mm পারদ স্তৰ্দ চাপ

$$\begin{aligned} &= 0.76 \text{ m} \times 13596 \text{ kg m}^{-3} \times 9.806 \text{ m s}^{-2} \\ &= 1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \quad [\because P = h\rho g] \\ &= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

প্রশ্ন ৪৭। সম্পৃক্ত বাস্পচাপের উপর তরলের প্রকৃতির প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : বিভিন্ন তরলের জন্য সম্পৃক্ত বাস্প চাপ ভিন্ন ভিন্ন হয়। উপরের পরীক্ষায় ভিন্ন ভিন্ন তরল নিলে দেখা যাবে যে সম্পৃক্ত অবস্থায় এক একটি তরলের জন্য বায়ুস্তৰের উচ্চতা এক এক রকম হবে। এ থেকে বোঝা যায়, সম্পৃক্ত বাস্পচাপ তরলের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ৪৮। কখন ঘরের তাপমাত্রা এবং শিশিরাঙ্ক একই হয়?

উত্তর : ঘরের বায়ু যদি বিদ্যমান জলীয় বাস্প হারা সম্পৃক্ত থাকে তবে ঘরের তাপমাত্রাই শিশিরাঙ্ক। অর্থাৎ যে অবস্থায় ঘরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% তখন ঘরের তাপমাত্রা ও শিশিরাঙ্ক একই হবে।

প্রশ্ন ৪৯। গড় বর্গবেগ বলতে কী বুঝা?

উত্তর : গ্যাসের অণুগুলোর বেগের বর্গের গড়কে গড় বর্গবেগ বলে।

অঙ্গুর সংখ্যা n এবং এদের বেগ যথাক্রমে $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$ হলে এদের গড় বর্গ বেগ, $\bar{c}^2 = \frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots + c_n^2}{n}$

প্রশ্ন ৫০। ছবিসের তলদেশে হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে বুদবুদের আয়তন বৃদ্ধি পায় কেন?

[সেলু-১৭]

উত্তর : আমরা জানি, গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক হলো - $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

এখন, ছবিসের তাপমাত্রা স্থির বিবেচনায়

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{বা, } V \propto \frac{1}{P}$$

অর্থাৎ, আয়তন চাপের ব্যক্তানুপাতিক। ছবিসের তলদেশের গভীরতা বেশি থাকায় পানির চাপের পরিমাণ বেশি কারণ চাপ গভীরতার সমানুপাতিক। বায়ু বুদবুদ ছবিসের তলদেশে হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে গভীরতা কমতে থাকে ফলে চাপের মান কমতে থাকে এবং আয়তনের মান বাঢ়তে থাকে।

প্রশ্ন ৫১। শিশিরাঙ্ক কী 0°C তাপমাত্রার নিচে থাকতে পারে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : রেনোর বাস্প চাপ তাপিকায় দেখা যায় যে, 0°C শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রায় জলীয় বাস্পের সম্পৃক্ত চাপ 4.6 ফিলিথিটার পারদের চেয়ে কম থাকতে পারে। এক্ষেত্রে বায়ু 0°C শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রায় আসলেও জলীয় বাস্প দিয়ে সম্পৃক্ত হবে না। অর্থাৎ শিশিরাঙ্ক 0°C শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রায় চেয়ে কম থাকলে, বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে মাঝলৈ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাস্প জমে পানিতে রূপান্তর না হয়ে কঠিন বরফ হয়ে শুরু তুষার বা তৃহিন উৎপন্ন করে।

প্রশ্ন ৫২। 500 K তাপমাত্রায় এক মোল হাইড্রোজেন এবং এক মোল অক্সিজেন গ্যাসের গতিশক্তি কিম কিলা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : এখানে, তাপমাত্রা T = 500 K এবং বোলজম্যান ধ্রুবক K = $1.38 \times 10^{-23} \text{ K}^{-1}$

$$\therefore \text{এক মোল অক্সিজেনের গতিশক্তি} = \frac{3}{2} KT$$

$$\text{অনুরূপভাবে এক মোল হাইড্রোজেনের গতিশক্তি} = \frac{3}{2} KT$$

উভয়ক্ষেত্রে গতিশক্তির মান তাপমাত্রা (T) ও বোলজম্যানধ্রুবক (K) এর উপর নির্ভর করে। ফলে উভয় ক্ষেত্রে গতিশক্তি সমান হবে।

প্রশ্ন ৫৩। পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে কোনটি অধিক গুরুতপূর্ণ? ব্যাখ্যা কর।

[ক. বো. '১১]

উত্তর : একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে যে পরিমাণ জলীয় বাস্প বিদ্যমান তা হচ্ছে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা। আর নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে উপস্থিত জলীয় বাস্প ঐ স্থানকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাস্পের শতকরা যত তা হচ্ছে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা। কোনো স্থানে উপস্থিত জলীয় বাস্প ঐ স্থানের জলীয় বাস্প ধারণ ক্ষমতার তুলনায় কতটুকু সেটিই অধিক গুরুতপূর্ণ। অতএব, পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা অধিক গুরুতপূর্ণ।

প্রশ্ন ৫৪। নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর।

[ক. বো. '১১]

উত্তর : আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $PV = nRT$

$$\text{বা, } PV = \frac{M}{M} RT$$

$$\text{বা, } P = \frac{PM}{RT}$$

বা, $P \propto \frac{1}{T}$ অর্থাৎ গ্যাসের ঘনত্ব পরম তাপমাত্রার ব্যক্তানুপাতিক। যার অর্থ পরম তাপমাত্রা কমলে গ্যাসের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং পরম তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের ঘনত্ব হ্রাস পায়।

অতএব বলা যায়, নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

প্রশ্ন ৫৫। পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে কি মাত্রা? ব্যাখ্যা কর।

[ক. বো. '১১]

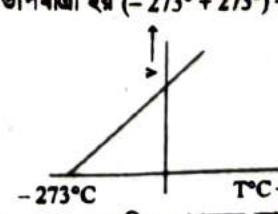
উত্তর : - 273 °C তাপমাত্রার পরম তাপমাত্রা হয় (- 273 ° + 273 °) = 0 K।

যেখানে আয়তন শূন্য হয়। এ

তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের

আয়তনের মান ব্যক্তানুপাতিক হয়, যা

বাস্তবে অসম্ভব।



তাই - 273 °C তথা পরমশূন্য তাপমাত্রা এর নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে না।