

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

Ideal Gas and Kinetic Theory of Gases

অধ্যায়
১০

এ অধ্যায়ে
অনন্য A+
সংযোজন



এক নজরে
সূত্রাবলি



গাণিতিক
প্রশ্নের সমাধান



ভর্তি পরীক্ষার
প্রশ্নের সমাধান



অনুশীলনমূলক
কাজের সমাধান



আপস-এ
MCQ Exam

১। এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংশ্লিষ্ট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র	ক্রম	সূত্র
১.	$P_1V_1 = P_2V_2$	৭.	$\frac{P_1}{P_1T_1} = \frac{P_2}{P_2T_2}$
২.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	৮.	$\lambda = \frac{1}{n\pi\sigma^2}; \lambda = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 n}}$
৩.	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	৯.	$P = \frac{1}{3} \frac{mn\bar{c}^2}{V} = \frac{1}{3} \frac{M}{V} \bar{c}^2 = \frac{1}{3} p \bar{c}^2; P = \frac{1}{3} mnc^2 = \frac{2E}{3}$
৪.	$\gamma_p = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta}$	১০.	$E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} KT$
৫.	$PV = nRT$	১১.	$\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{M}}$
৬.	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$	১২.	$R = \frac{f}{F} \times 100%; t = t_1 - G(t_1 - t_2)$



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রশ্ন নথরের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো, যা তোমাদের সেৱা প্রস্তুতি গ্রন্থে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

১। এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

১। সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। স্থির উচ্চতায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপে আয়তনের 4 গুণ হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$= \frac{1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times V}{4V}$$

$$= 25.32 \times 10^3 \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, প্রয়োগকৃত চাপ $25.32 \times 10^3 \text{ N m}^{-2}$ ।

সমস্যা ২। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কিছু শুষ্ক বায়ু সংযোজিত প্রক্রিয়ায় সংযোজিত করে এর আয়তন অর্ধেক করা হলো। চূড়ান্ত চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$\text{বা, } P_2V_2 = P_1V_1$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 = \frac{2V_1}{V_2} P_1$$

$$= 2P_1 = 2 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$= 2.026 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

সূতরাং চূড়ান্ত চাপ $2.026 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ ।

এখানে, গ্যাসের প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = V$
পরিবর্তিত আয়তন, $V_2 = 4V$
পরিবর্তিত চাপ, $P_2 = ?$

এখানে,
প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
প্রাথমিক আয়তন = V_1
চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = \frac{V_1}{2}$
চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = ?$

সমস্যা ৩। স্থির তাপমাত্রায় 0.76 m (পারদ) চাপে $50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ হাইড্রোজেন গ্যাস রাখা আছে। চাপ বৃদ্ধির ফলে গ্যাসের আয়তন যদি $38 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ হয় তবে চাপ বৃদ্ধির পরিমাণ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

বয়েলের সূত্রানুসারে, $P_1V_1 = P_2V_2$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$= \frac{0.76 \text{ m} \times 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{38 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$= 1 \text{ m}$$

এখানে,
গ্যাসের প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 0.76 \text{ m}$ (পারদ চাপ)
গ্যাসের প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
গ্যাসের পরিবর্তিত আয়তন, $V_2 = 38 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ, $P_2 = ?$

গ্যাসের চাপ বৃদ্ধি = $P_2 - P_1 = 1 - 0.76 = 0.24 \text{ m}$ (পারদ চাপ)
অতএব, গ্যাসের চাপ বৃদ্ধি 0.24 m (পারদ চাপ)।

সমস্যা ৪। 760 মিলিমিটার চাপে কিছু মার্বেলসহ একটি গ্যাসের আয়তন 100 ঘন সেন্টিমিটার। চাপ 1000 মিলিমিটার পর্যন্ত বাড়ালে মোট আয়তন 80 ঘন সেন্টিমিটার হয়। মার্বেলের আয়তন কত?

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 760 \text{ mmHg}$ P_1

শেষ চাপ, $P_2 = 1000 \text{ mmHg}$ P_2
ধরি, যদি মার্বেলের আয়তন = V ; প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = (100 - V) \text{ cm}^3$
শেষ আয়তন, $V_2 = (80 - V) \text{ cm}^3$



আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$$\text{বা, } 760(100 - V) = 1000 \times (80 - V)$$

$$\text{বা, } -760V + 1000V = 80000 - 76000$$

$$\text{বা, } 240V = 4000$$

$$\text{বা, } V = \frac{4000}{240} = 16.6 \text{ cm}^3 = 1.66 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

অতএব, মার্বেলের আয়তন $1.66 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ।

সমস্যা ৫। 27°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থিরচাপে উত্সৃত করে আয়তন হিঁগু করা হলো। গ্যাসের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

সমাধান : এখানে, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

ধরি, আদি ও শেষ আয়তন, V_1 ও V_2

$$\text{প্রশ্নমতে, } V_2 = 2V_1$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad [\because \text{চাপ স্থির}]$$

$$\text{বা, } T_2 = \frac{V_2 \times T_1}{V_1} = \frac{2V_1}{V_1} \times T_1 = 2 \times 300 \text{ K} = 600 \text{ K}$$

নির্ণেয় গ্যাসের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 600 K ।

সমস্যা ৬। 18 g হিলিয়াম গ্যাস পূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন 0.10 m^3 ।

বেলুনের ভিতরে গ্যাসের চাপ $1.2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ । বেলুনের মধ্যবর্তী

গ্যাসের তাপমাত্রা কত? (হিলিয়ামের আণবিক ভর = 4)

সমাধান : আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } T = \frac{PV}{nR}$$

$$= \frac{1.2 \times 10^5 \times 0.10}{4.5 \times 8.31}$$

$$= 320.9 \text{ K}$$

অতএব, বেলুনের মধ্যে

গ্যাসের তাপমাত্রা 320.9 K ।

এখানে,

হিলিয়ামের আণবিক ভর, $M = 4 \text{ g mol}^{-1}$

বেলুনের মধ্যে হিলিয়ামের ভর, $m = 18 \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{18}{4} = 4.5 \text{ mol}$$

$$\text{গ্যাসের চাপ, } P = 1.2 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{গ্যাসের আয়তন, } V = 0.10 \text{ m}^3$$

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

$$\text{গ্যাসের তাপমাত্রা, } T = ?$$

সমস্যা ৭। 300°C তাপমাত্রায় 40 cm^3 আয়তনের কোন পাত্রে 4 মোল গ্যাস

রাখলে যদি $9.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ চাপ দেয় তাহলে 600°C তাপমাত্রায় 100 cm^3

আয়তনের পাত্রে আবশ্য 200 মোল গ্যাস কী পরিমাণ চাপ দেবে?

সমাধান : আমরা জানি

$$P_1V_1 = n_1RT_1 \dots (1)$$

$$\text{এবং } P_2V_2 = n_2RT_2 \dots (2)$$

$$(2) \text{ নং } \div (1) \text{ নং }$$

$$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{n_2T_2}{n_1T_1}$$

$$\therefore P_2 = \frac{n_2T_2P_1V_1}{n_1T_1V_2}$$

$$= \frac{200 \times 873 \times 9 \times 10^4 \times 40}{4 \times 573 \times 100}$$

$$= 274.24 \times 10^4 \text{ Pa}$$

অতএব, চাপের পরিমাণ $274.24 \times 10^4 \text{ Pa}$ ।

সমস্যা ৮। যদি $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ হয় তবে 72 cm পারদ চাপে

এবং 27°C তাপমাত্রায় 20 g অঙ্গিজেনের আয়তন নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } PV = \frac{m}{M} RT$$

এখানে, আদি তাপমাত্রা,

$$T_1 = 300^\circ\text{C} = (300 + 273) \text{ K} = 573 \text{ K}$$

$$\text{আদি মোল সংখ্যা, } n_1 = 4$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_1 = 40 \text{ m}^3$$

$$\text{আদি চাপ, } P_1 = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{শেষ তাপমাত্রা, } T_2 = 600^\circ\text{C}$$

$$= (600 + 273) \text{ K} = 873 \text{ K}$$

$$\text{শেষ আয়তন, } V_2 = 100 \text{ m}^3$$

$$\text{শেষ মোল সংখ্যা, } n_2 = 200$$

$$\text{শেষ চাপ, } P_2 = ?$$

$$\text{বা, } V = \frac{mRT}{PM}$$

$$= \frac{20 \times 10^{-3} \times 8.31 \times 300}{72 \times 10^{-3} \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \times 32 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.162369 \text{ m}^3$$

$$= 16.24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

সুতরাং অঙ্গিজেনের আয়তন $16.24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ।

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

$$\text{তাপমাত্রা, } I = (27 + 273) \text{ K}$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$\text{চাপ, } P = h\rho g$$

$$= 72 \times 10.2 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{আয়তন, } V = ?$$

সমস্যা ৯। স্থির চাপে 6 লিটার আয়তনের কোন গ্যাসকে 0°C থেকে 40°C পর্যন্ত উত্সৃত করলে আয়তন 879 cm^3 বৃদ্ধি পায়। এ সকল মান হতে সেলসিয়াস ক্ষেত্রে পরমশূন্য তাপমাত্রার মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$V = V_0(1 + \gamma_p \theta)$$

$$\text{বা, } 0 = V_0(1 + \gamma_p \theta)$$

$$\text{বা, } I + \gamma_p \theta = 0$$

$$\therefore \theta = -\frac{1}{\gamma_p} \dots (1)$$

এখন θ নির্ণয়ের জন্য আমাদের স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন, $V = 0$

সেলসিয়াস ক্ষেত্রে পরমশূন্য তাপমাত্রা, $\theta = ?$

এখন θ বের করতে হবে।

$$\text{আমরা জানি, } \theta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta} = \frac{879}{6000 \times 40}$$

(1) নং সমীকরণে γ_p এর মান বসাইয়া পাই,

$$\theta = -\frac{6000 \times 40}{879} = -273.04^\circ\text{C}$$

অতএব, সেলসিয়াস ক্ষেত্রে পরমশূন্য তাপমাত্রা -273.04°C ।

সমস্যা ১০। 0°C তাপমাত্রার কোনো গ্যাসের চাপ $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে 60°C তাপমাত্রায় এর চাপ কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{3 \times 10^5 \text{ Pa} \times 333 \text{ K}}{273 \text{ K}}$$

$$= 3.66 \times 10^5 \text{ Pa}$$

অতএব, 60°C তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ $3.66 \times 10^5 \text{ Pa}$ ।

সমস্যা ১১। একটি ফ্লাকে 30°C তাপমাত্রা এবং 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে কিছু বাতাস আবশ্য আছে। এখন ফ্লাকের মুখ ছিপি দিয়ে আটকিয়ে একে উত্সৃত করা শুরু হলো। ছিপিটি খুলতে যদি 4 বায়ুমণ্ডলীয় চাপের প্রয়োজন হয় তবে কত তাপমাত্রা পর্যন্ত একে উত্সৃত করলে ছিপিটি খুলে যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{4 \times 303}{1} = 1212 \text{ K} = (1212 - 273)^\circ\text{C} = 939^\circ\text{C}$$

অতএব, 939°C তাপমাত্রায় উত্সৃত করলে ছিপিটি খুলে যাবে।

সমস্যা ১২। 27°C তাপমাত্রায় এবং $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 100 cm^3 । 60°C তাপমাত্রায় এবং $10 \times 10^5 \text{ Pa}$ চাপে এর আয়তন কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

এখন, আদি তাপমাত্রা,

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$\text{আদি চাপ, } P_1 = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V_1 = 100 \text{ cm}^3$$

● ● ● আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} \\ = \frac{5 \times 10^5 \text{ Pa} \times 100 \text{ cm}^3 \times 333 \text{ K}}{10 \times 10^5 \text{ Pa} \times 300 \text{ K}} \\ = 55.5 \text{ cm}^3$$

সুতরাং গ্যাসটির আয়তন 55.5 cm^3 হবে।

সমস্যা ১৩। 0.64 m পারদস্ত চাপে এবং 39°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : এখানে, আদি চাপ, $P_1 = 0.64 \text{ m}$ (পারদস্ত)

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

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

প্রমাণ চাপ, $P_2 = 0.76 \text{ m}$ (পারদস্ত); প্রমাণ তাপমাত্রা, $T_2 = 273 \text{ K}$

শেষ আয়তন, $V_2 = ?$

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

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

সুতরাং গ্যাসের আয়তন $4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ।

সমস্যা ১৪। প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় কিছু পরিমাণ গ্যাসকে উত্সৃত করলে তার চাপ ও আয়তন উভয়ই বিগুণ হয়। গ্যাসের শেষ তাপমাত্রা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{PV}{273} = \frac{2P \cdot 2V}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{273} = \frac{4}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 1092 \text{ K} = 819^\circ\text{C}$$

অতএব, শেষ তাপমাত্রা 819°C ।

সমস্যা ১৫। 27°C তাপমাত্রায় এবং 20 atm চাপের একটি গ্যাসকে প্রসারিত হতে দেওয়ার এর নতুন আয়তন পূর্বের আয়তনের 10 গুণ এবং নতুন চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান হলো। গ্যাসটির নতুন তাপমাত্রা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{20 \times 1.0 \times 10^5 \times V}{300} = \frac{1.01 \times 10^5 \times 10 \times V}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{20}{300} = \frac{10}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{2}{300} = \frac{1}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{150} = \frac{1}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 150 \text{ K}$$

শেষ তাপমাত্রা 150 K ।

সমস্যা ১৬। $3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ বায়ুকে 0°C হতে 50°C তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে দেখা যায় যে, বায়ুর আয়তন $3.54 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ হয়েছে। এটা হতে বায়ুর আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, 0°C তাপমাত্রায় আয়তন, $V_0 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 0.54 \times 10^{-4} \text{ m}^3$; তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 50^\circ\text{C}$ । বায়ুর আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\gamma_p = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \gamma_p = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta} = \frac{0.54 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{3 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 50^\circ\text{C}} = 0.0036^\circ\text{C}^{-1}$$

সুতরাং বায়ুর আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক $0.0036^\circ\text{C}^{-1}$ ।

$$\begin{aligned} &\text{শেষ তাপমাত্রা,} \\ &T_2 = (60 + 273) \text{ K} = 333 \text{ K} \\ &\text{শেষ চাপ, } P_2 = 10 \times 10^5 \text{ Pa} \\ &\text{শেষ আয়তন, } V_2 = ? \end{aligned}$$

সুতরাং গ্যাসটির আয়তন 55.5 cm^3 হবে।

সমস্যা ১৭। 0.76 m পারদস্ত চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন $0.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : এখানে, আদি চাপ, $P_1 = 0.76 \text{ m}$ (পারদস্ত)

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 273 \text{ K} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$

আদি আয়তন, $V_1 = 0.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

প্রমাণ চাপ, $P_2 = 0.76 \text{ m}$ (পারদস্ত); প্রমাণ তাপমাত্রা, $T_2 = 273 \text{ K}$

শেষ আয়তন, $V_2 = ?$

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

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} \\ = \frac{0.64 \text{ m} (\text{পারদ}) \times 5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 273 \text{ K}}{0.76 \text{ m} (\text{পারদ}) \times 300 \text{ K}} \\ = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

সুতরাং গ্যাসের আয়তন $4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ।

সমস্যা ১৮। প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় কিছু পরিমাণ গ্যাসকে উত্সৃত করলে তার চাপ ও আয়তন উভয়ই বিগুণ হয়। গ্যাসের শেষ তাপমাত্রা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{PV}{273} = \frac{2P \cdot 2V}{T_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{273} = \frac{4}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 1092 \text{ K} = 819^\circ\text{C}$$

অতএব, শেষ তাপমাত্রা 819°C ।

এখানে,

আদি চাপ, $P_1 = p$

আদি আয়তন, $V_1 = p$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 273 \text{ K}$

শেষ চাপ, $P_2 = 2p$

শেষ আয়তন, $V_2 = 2p$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

সমস্যা ১৯। কোনো ছদ্মের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদ্বুদের আয়তন তিনগুণ বেড়ে যায়। ছদ্মের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 N m^{-2} হলে ছদ্মের গভীরতা কত?

সমাধান : এখানে, ছদ্মের তলদেশে আয়তন, $V_1 = V$

ছদ্মের পৃষ্ঠদেশে আয়তন, $V_2 = 3V$

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

ছদ্মের তলদেশে চাপ, $P_1 = \text{বায়ুমণ্ডলীয় চাপ} + \text{পানির চাপ} = 10^5 \text{ N m}^{-2} + h \text{pg}$

ছদ্মের গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{বা, } (P_2 + h \text{pg}) V = P_2 (3V)$$

$$\text{বা, } h \text{pg} = 3P_2 - P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{2P_2}{\text{pg}} = \frac{2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 20.4 \text{ m}$$

∴ ছদ্মের গভীরতা 20.4 m ।

সমস্যা ২০। কোনো ছদ্মের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদ্বুদের ব্যাস বিগুণ হয়। ছদ্মের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 N m^{-2} হলে ছদ্মের গভীরতা কত?

সমাধান : যেহেতু বুদ্বুদের আয়তন এর ব্যাসের ঘনফল এর সমানপুর্ণিক, তাই বুদ্বুদের ব্যাস বিগুণ হলে এর আয়তন আটগুণ হবে।

ধরি, ছদ্মের তলদেশে চাপ, P_1

ছদ্মের পৃষ্ঠদেশে চাপ, $P_2 = \text{বায়ুমণ্ডলীয় চাপ} + h$

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

$$\therefore P_1 = \text{বায়ুমণ্ডলীয় চাপ} + h$$

$$\text{গভীরতায় পানির চাপ} = P_2 + h \text{pg}$$

আমরা জানি,

এখানে, ছদ্মের তলদেশে বুদ্বুদের আয়তন, $V_1 = V$

ছদ্মের পৃষ্ঠে বুদ্বুদের আয়তন, $V_2 = 8V$

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

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

ছদ্মের গভীরতা, $h = ?$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (P_2 + h\rho g) V = P_2 \times 8V$$

$$\therefore h\rho g = 7 P_2$$

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

সূতরাং ছন্দের গভীরতা 71.43 m।

সমস্যা ২১। কোনো ছন্দের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদবুদের ব্যাস তিনগুণ হয়ে যায়। ব্যারোমিটারে পারদস্তভের উচ্চতা 75 cm হলে ছন্দের গভীরতা কত? [পারদের ঘনত্ব 13596 kg m^{-3}]

সমাধান : আমরা জানি, বুদবুদের আয়তন এর ব্যাসের ঘনফলের সমানুপাতিক। তাই, ব্যাস তিনগুণ হলে আয়তন 27 গুণ হয়।

ধরি, ছন্দের তলদেশে বুদবুদের আয়তন, $V_1 = V$

সূতরাং, ছন্দের উপরিদেশে বুদবুদের আয়তন, $V_2 = 27V$

আবার, ছন্দের তলদেশে চাপ,

$$\begin{aligned} P_1 &= \text{বায়ুমণ্ডলীয় চাপ} + h \text{ মিটার গভীরতায় পানির চাপ} \\ &= P_2 + h\rho_1 g \end{aligned}$$

$$\text{এখনে, } P_2 = 75 \text{ cm বা, } 0.75 \text{ m Hg}$$

$$\begin{aligned} &= 0.75 \text{ m} \times 13.596 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ &= 99930.6 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

$$P_1 = \text{পানির ঘনত্ব} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

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

$$\text{বা, } (P_2 + h\rho_1 g)V = P_2 \times 27V$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho_1 g = 27P_2$$

$$\text{বা, } h\rho_1 g = 26 P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{26 \times 99930.6}{1000 \times 9.8} \text{ m} = 265.12 \text{ m}$$

অতএব, ছন্দের গভীরতা 265.12 m।

সমস্যা ২২। 30 m গভীর একটি ছন্দের তলদেশে বুদবুদের আয়তন যদি 3.0 cm^3 হয়, পানির উপরিতলে এর আয়তন কত হবে? [ধরে নাও তাপমাত্রা অপরিবর্তিত ছিল এবং বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10 m উচ্চ পানির চাপের সমান]।

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

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

$$\begin{aligned} \text{ছন্দের পৃষ্ঠদেশের চাপ, } P_2 &= 10 \text{ m পানির চাপের সমান} \\ &= 10 \text{ m} \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ &= 9.8 \times 10^4 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{ছন্দের তলদেশে বুদবুদের আয়তন, } V_1 = 3.0 \text{ cm}^3 = 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ছন্দের তলদেশে চাপ, } P_1 &= P_2 + 30 \text{ m গভীরে পানির চাপ} \\ &= 9.8 \times 10^4 \text{ N m}^{-2} + 30 \text{ mg} \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ &= 3.92 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{ছন্দের পৃষ্ঠদেশের আয়তন, } V_2 = ?$$

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

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{3.92 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 3.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{9.8 \times 10^4} \\ = 12 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 12 \text{ cm}^3$$

অতএব, পানির উপরিতলে বুদবুদের আয়তন হবে 12 cm^3 ।

সমস্যা ২৩। জলাশয়ের কত গভীরতায় একটি বুদবুদের আয়তন উপর তলে থাকাকালীন আয়তন অপেক্ষা অর্ধেক হবে? এ সময় বায়ুমণ্ডলের চাপ 760 mm এবং পারদের ঘনত্ব $13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯৯২ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 10.336 g]

সমস্যা ২৪। কোনো ছন্দের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস 1.5 গুণ হয়। ছন্দের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ বাতাসিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান এবং ছন্দের উচ্চতা ধূব্রক হলে ছন্দের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০১২ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 24.55 m]

সমস্যা ২৫। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $2 \times 10^{-8} \text{ cm}$ এবং প্রতি ঘন সেটিমিটারের অণুর সংখ্যা 3×10^{19} হলে অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{n\pi\sigma^2} \\ &= \frac{1}{3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-8} \text{ cm})^2} \\ &= 2.65 \times 10^{-5} \text{ cm} = 2.65 \times 10^{-7} \text{ m} \end{aligned}$$

সূতরাং অণুর গড় মুক্তপথ $2.65 \times 10^{-7} \text{ m}$ ।

সমস্যা ২৬। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $7.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘন সেটিমিটারের অণুর সংখ্যা 2.79×10^{25} । গ্যাস অণুর গড় মুক্ত পথ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{\sqrt{2} n\pi\sigma^2} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2} \times 2.79 \times 10^{25} \times 3.1416} \\ &\quad \times (7 \times 10^{-8} \text{ cm})^2 \\ &= 1.65 \times 10^{-12} \text{ cm} \\ &= 1.65 \times 10^{-14} \text{ m} \end{aligned}$$

অতএব, অণুর গড় মুক্তপথ $1.65 \times 10^{-14} \text{ m}$ ।

সমস্যা ২৭। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $3 \times 10^{-10} \text{ m}$ । অণুর গড় মুক্তপথ $2.6 \times 10^{-8} \text{ m}$ হলে প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখনে, অণুর ব্যাস, $\sigma = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$

গড় মুক্তপথ, $\lambda = 2.6 \times 10^{-8} \text{ m}$

অণুর সংখ্যা, $n = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{1}{\pi\sigma^2 n}$$

$$\text{বা, } n = \frac{1}{\pi\sigma^2 \lambda} = \frac{1}{3.1416 \times (3 \times 10^{-10} \text{ m})^2 \times 2.6 \times 10^{-8} \text{ m}} \\ = 1.36 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$$

সূতরাং প্রতি ঘনমিটারের অণুর সংখ্যা 1.36×10^{26} ।

সমস্যা ২৮। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাসার্ধ $3.6 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘন সেটিমিটারের অণুর সংখ্যা 2.79×10^{19} হলে অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{n\pi\sigma^2} \\ &= \frac{1}{2.79 \times 10^{19} \text{ m}^{-3} \times 3.1416 \times (7.2 \times 10^{-10} \text{ m})^2} \\ &= 2.2 \times 10^{-8} \text{ m} \end{aligned}$$

সূতরাং গ্যাসের গড় মুক্ত পথ হবে $2.2 \times 10^{-8} \text{ m}$ ।

সমস্যা ২৯। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাসার্ধ $1.2 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং গড় মুক্তপথ $2.6 \times 10^{-8} \text{ m}$ । উচ্চ গ্যাসের এক ঘনমিটারের আয়তনে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর। যদি অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ 800 m s^{-1} হয়, তবে পরপর দুটি সংবর্ধের মধ্যে সময় ব্যবধান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখনে, অণুর ব্যাসার্ধ, $r = 1.2 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\therefore \text{অণুর ব্যাস, } \sigma = 2r = 2 \times 1.2 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.4 \times 10^{-10} \text{ m}$$

গড় মুক্তপথ, $\lambda = 2.6 \times 10^{-8} \text{ m}$; মূল গড় বর্গবেগ, $c = 800 \text{ m s}^{-1}$

সময়, $t = ?$

ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণ হতে,

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n\pi\sigma^2}$$

$$\text{বা, } n = \frac{1}{\sqrt{2} \lambda\pi\sigma^2} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 2.6 \times 10^{-8} \text{ m} \times 3.1416 \times (2.4 \times 10^{-10} \text{ m})^2} \\ = 1.503 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$$

সুতরাং প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা 1.503×10^{26} ।

$$\text{পরপর দুটি সংরক্ষের সময় ব্যবধান}, t = \frac{\lambda}{c} = \frac{2.6 \times 10^{-4} \text{ m}}{800 \text{ m s}^{-1}} = 3.25 \times 10^{-11} \text{ s}$$

সমস্যা ৩০। 0°C তাপমাত্রায় একটি হাইড্রোজেন অণুর গতিশক্তি $5.64 \times 10^{-21} \text{ J}$ এবং $R = 8320 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ থেরে আভোগেগ্নোর সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } N \times 5.64 \times 10^{-21}$$

$$= \frac{3}{2} \times 8320 \times 273$$

$$\therefore N = 6.04 \times 10^{26} \text{ mol}^{-1}$$

অতএব, আভোগেগ্নোর সংখ্যা $6.04 \times 10^{26} \text{ mol}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩১। 27°C তাপমাত্রায় 2 g নাইট্রোজেনের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, নাইট্রোজেনের ভর, $m = 2 \text{ g}$

নাইট্রোজেনের আণবিক ভর, $M = 28$

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

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

আমরা জানি, $E = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{2 \text{ g}}{28} \times 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K} = 267.1 \text{ J}$$

অতএব, নাইট্রোজেনের গতিশক্তি 267.1 J ।

সমস্যা ৩২। একটি পাত্রে 27°C তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস আছে।

হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি এবং মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

(হিলিয়াম অণুর ভর $6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$= 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

অতএব, হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি $6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ ।

এখানে,

তাপমাত্রা, $T = 27^{\circ}\text{C}$

$$= (273 + 27) \text{ K}$$

$$= 300 \text{ K}$$

বৈজ্ঞানিক ধ্রুবক, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

হিলিয়াম অণুর ভর, $m = 6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$

হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি, $E = ?$

হিলিয়াম অণুর মূল গড় বর্গ বেগ, $\sqrt{c^2} = ?$

$$\text{মূল গড় বর্গ বেগ } \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{6.68 \times 10^{-27}}}$$

$$= 1.36 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, হিলিয়াম অণুর মূল গড় বর্গবেগ $1.36 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩৩। 57°C তাপমাত্রার এক মোল হিলিয়াম গ্যাসকে 27°C তাপমাত্রার এক মোল আর্গনের সাথে মেশানো হলে মিশ্রণের

তাপমাত্রা কত হবে? [Hints : $E = \frac{3}{2} nRT$]

সমাধান : এখানে, গ্যাস ধ্রুবক = R

হিলিয়ামের ক্ষেত্রে—

$$\text{গতিশক্তি} = E_1$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T_1 = 57^{\circ}\text{C} = 330 \text{ K}$$

আর্গনের ক্ষেত্রে,

$$\text{গতিশক্তি} = E$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T_2 = 27^{\circ}\text{C} = 300 \text{ K}$$

মিশ্রণের ক্ষেত্রে—

$$\text{গতিশক্তি} = E$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T = ?$$

শক্তির সংরক্ষণশীলতা থেকে পাই, $E_1 + E_2 = E$

$$\text{বা, } \frac{3}{2} R (T_1 + T_2) = \frac{3}{2} \times 2 \times RT$$

$$\therefore T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{330 + 300}{2} = 325 \text{ K} = 42^{\circ}\text{C}$$

সমস্যা ৩৪। 30°C তাপমাত্রায় অঙ্গিজেনের মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, $M = 32 \text{ g} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$T = 303 \text{ K}; R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

আমরা জানি, মূল গড় বর্গবেগ,

$$\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 303}{32 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1} = 4.86 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং অঙ্গিজেনের মূল গড় বর্গবেগ $4.86 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩৫। 0°C তাপমাত্রায় বাযুতে নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর। ($K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$, $M = 28 \text{ kg mol}^{-1}$ ও $N = 6.02 \times 10^{26} \text{ K mol}^{-1}$).

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } C = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3KT \times N}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 273 \times 6.02 \times 10^{26}}{28}}$$

$$= 492.95 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, গড় বর্গবেগের বর্গমূল 492.95 m s^{-1} ।

সমস্যা ৩৬। কোন আধাৰের ২০টি গ্যাস অণুর ঘণ্টে ৬টি গ্যাস অণুর

প্রত্যেকের বেগ 4 m s^{-1} , ৪টি অণুর প্রত্যেকের বেগ 3 m s^{-1} , ৩টি

অণুর প্রত্যেকের বেগ 2.5 m s^{-1} , ৫টি অণুর প্রত্যেকের বেগ 2 m s^{-1}

এবং ২টি অণুর প্রত্যেকের বেগ 1 m s^{-1} । অণুগুলোর গড়বেগ ও

গড়বর্গ বেগের বর্গমূল নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রশ্নানুযায়ী, গড় বেগ,

$$V = \frac{6 \times 4 + 4 \times 3 + 3 \times 2.5 + 5 \times 2 + 2 \times 1}{6 + 4 + 3 + 5 + 2} \text{ m s}^{-1} = 2.775 \text{ m s}^{-1}$$

এবং গড় বর্গবেগের বর্গমূল,

$$C = \sqrt{\frac{6 \times 4^2 + 4 \times 3^2 + 3 \times 2.5^2 + 5 \times 2^2 + 2 \times 1^2}{6 + 4 + 3 + 5 + 2}} = 2.939 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, গড় বেগ 2.775 m s^{-1} এবং গড় বর্গবেগের বর্গমূল 2.939 m s^{-1} ।

সমস্যা ৩৭। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব 0.09 kg m^{-3} । হাইড্রোজেনের অণুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, S.T.P.তে হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব, $\rho = 0.09 \text{ kg m}^{-3}$

S.T.P. তে চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

মূল গড় বর্গ বেগ, $\sqrt{c^2} = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{3} \rho \bar{c}^2$$

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

$$\text{বা, } \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{0.09 \text{ kg m}^{-3}}} = 1837.57 \text{ m s}^{-1} = 1.84 \text{ km s}^{-1}$$

সুতরাং হাইড্রোজেনের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ 1.84 km s^{-1} ।

সমস্যা ৩৮। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অঙ্গিজেনের ঘনত্ব

হাইড্রোজেনের ঘনত্বের ১৬ গুণ হলে অঙ্গিজেন অণুর গড়বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান নির্ণয় কর। (হাইড্রোজেনের ঘনত্ব = 0.0898 kg m^{-3})

সমাধান : এখানে, $P = S.T.P$ তে চাপ = $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

$$\rho = S.T.P \text{ তে ঘনত্ব} = 16 \times 0.0898 \text{ kg/m}^3$$

গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান = ?

$$\text{আমরা জানি, } c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \\ = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{16 \times 0.0898 \text{ kg m}^{-3}}} = 459.9 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 459.9 m s^{-1}

সমস্যা ৩৯। 1092°C তাপমাত্রায় বায়ুর অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান নির্ণয় কর। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব 1.296 kg m^{-3} ।

সমাধান : এখানে, স্বাভাবিক চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

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

T_1 তাপমাত্রায় ঘনত্ব, $\rho_1 = 1.296 \text{ kg m}^{-3}$

তাপমাত্রা, $T_2 = (273 + 1092) \text{ K} = 1365 \text{ K}$

N_2 এর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $c_{r.m.s} = ?$

আমরা জানি, $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$

$$\text{বা, } \rho_2 = \frac{\rho_1 T_1}{T_2}$$

আবার, আমরা জানি,

$$c_{r.m.s} = \sqrt{\frac{3P}{\rho_2}} = \sqrt{\frac{3P T_2}{\rho_1 T_1}} \\ = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 1365 \text{ K}}{1.296 \text{ kg m}^{-3} \times 273 \text{ K}}} \text{ m s}^{-1} \\ = 1082.8 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বায়ুর অণুগুলোর 1092°C তাপমাত্রায় গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 1082.8 m s^{-1} ।

সমস্যা ৪০। S. T. P.-তে কোনো গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর। S. T. P.-তে ঐ গ্যাসের ঘনত্ব 1.43 kg m^{-3} ।

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{3} \rho c^2$$

এখানে,

$$\text{S.T.P.-তে গ্যাসের ঘনত্ব, } \rho = 1.43 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{S.T.P. তে চাপ, } P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$\text{মূল গড় বর্গ বেগ, } \sqrt{c^2} = ?$$

$$\text{বা, } \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{1.43 \text{ kg m}^{-3}}} = 460.99 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল 460.99 m s^{-1} ।

সমস্যা ৪১। স্বাভাবিক চাপ $1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ এবং বায়ুর ঘনত্ব 1.293 kg m^{-3} হলে স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে বায়ুর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগের মান কত হবে?

সমাধান : এখানে, বায়ুর চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
বায়ুর ঘনত্ব, $\rho = 1.293 \text{ kg m}^{-3}$

আমরা জানি, বায়ুর অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

$$\therefore c = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{1.293}} \text{ m s}^{-1} = 484.80 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং অণুগুলোর বর্গবেগের বর্গমূল 484.80 m s^{-1} ।

সমস্যা ৪২। কোন তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগ সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের বিশুণ হবে?

সমাধান : এখানে, $T_1 = 273 \text{ K}$

$$C_2 = 2 C_1$$

আমরা জানি, $C \propto \sqrt{T}$ (১)

প্রথম $T_1 \text{K}$ ও পরিবর্তিত $T_2 \text{K}$ তাপমাত্রায় গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল যথাক্রমে C_1 ও C_2 হলে, সমীকরণ (১) অনুযায়ী, $\frac{C_2}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

ধরি নির্ণেয় তাপমাত্রা = T_2

$$\text{তাহলে, } T_2 = \frac{C_2^2}{C_1^2} \times T_1 = \frac{(2C_1)^2}{C_1^2} \times 273 = 1092 \text{ K}$$

নির্ণেয় তাপমাত্রা 1092 K ।

সমস্যা ৪৩। স্থির চাপে কোন তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের অণুর মূল গড় বর্গবেগ প্রয়াণ চাপ ও তাপমাত্রার মূল গড় বর্গবেগের অর্থেক হবে?

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = 273 \text{ K}$

স্থির তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

ধরি, প্রাথমিক ও শেষ মূল গড় বর্গবেগ C_1 ও C_2

$$\text{প্রথমতে, } C_2 = \frac{C_1}{2}$$

$$\therefore C_1 = 2C_2$$

$$\text{আমরা জানি, } C_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{এখন (২) } \div (1) \text{ হতে পাই, } \frac{C_2}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\frac{C_2}{2C_2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad \text{বা, } \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } T_2 = \frac{1}{4} \times T_1 = \frac{1}{4} \times 273 \text{ K} = 68.25 \text{ K}$$

নির্ণেয় তাপমাত্রা 68.25 K ।

সমস্যা ৪৪। দশটি কণিকার $m \text{ s}^{-1}$ এ বেগ হলো $0, 2, 2, 3, 5, 5, 5, 6, 7, 8$ (ক) গড় বেগ ও (খ) মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : (ক) গড় বেগ, $\bar{c} = \frac{0+2+2+3+5+5+5+6+7+8}{10}$

$$= \frac{43}{10} = 4.3 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, গড় বেগ 4.3 m s^{-1} ।

(খ) মূল গড় বর্গবেগ,

$$\sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + \dots + c_n^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{0^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2}{10}}$$

$$= \sqrt{\frac{241}{10}} = 4.91 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, মূল গড় বর্গবেগ 4.91 m s^{-1} ।

সমস্যা ৪৫। কার্বন ডাইঅক্সাইড অণু হাইড্রোজেনের অণুর চেয়ে 22 g/m ভারী। কোন তাপমাত্রার হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগ 57°C

তাপমাত্রায় কার্বন ডাইঅক্সাইড অণুর মূল গড় বর্গবেগের সমান হবে?

সমাধান : এখানে, গড় মূল বর্গবেগ = C

গ্যাস ধ্রুবক = R

কার্বন ডাইঅক্সাইড এর ক্ষেত্রে—

তাপমাত্রা, $T_1 = 57^\circ\text{C} = 330 \text{ K}$

ভর = M_1

হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে—

ভর = M_2

দেওয়া আছে, $\frac{M_1}{M_2} = 22$

\therefore তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

আমরা জানি, $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

এখানে C এবং R ধ্রুবক।

● ● ● আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

$$\begin{aligned} \frac{T}{M} &= \text{ধূবক} \\ \frac{T_1}{T_2} &= \frac{M_1}{M_2} \\ \therefore \frac{330}{T_2} &= \frac{22}{1} \\ \therefore T_2 &= 15 \text{ K} \end{aligned}$$

সমস্যা ৪৬। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 10°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 67.30%। ঐ দিনের বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? [10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ $13.64 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$]

সমাধান : এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R = 67.30\%$

$$\text{সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ}, f = 13.64 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{বায়ুর সম্পৃক্ত চাপ}, F = ?$$

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

$$\text{বা, } 67.30\% = \frac{13.64 \times 10^{-3}}{F} \times 100\%$$

$$\text{বা, } F = \frac{13.64 \times 10^{-3} \text{ m}}{67.30\%} \times 100\%$$

$$= 20.27 \times 10^{-3} \text{ m}$$

অতএব, বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $20.27 \times 10^{-3} \text{ m Hg P}$ ।

সমস্যা ৪৭। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 8.5°C। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 18°C। যদি সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 8°C, 9°C এবং 18°C তাপমাত্রায় যথাক্রমে 0.084 m, 0.0861 m ও 0.1546 m পারদ চাপ হয়, তাহলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত?

সমাধান : এখানে, 8°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ = 0.084 m Hg
9°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ = 0.0861 mHg

18°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ, $F = 0.1546 \text{ mHg}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = ?$

$$(9 - 8)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} \\ = (0.0861 - 0.084) \text{ mHg} = 0.0021 \text{ mHg}$$

$$0.5^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি,} \\ = (0.0021 \times 0.5) \text{ mHg} = 0.00105 \text{ mHg}$$

সুতরাং শিশিরাঙ্কে (8.5°C) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$f = (0.084 + 0.00105) \text{ mHg} = 0.08505 \text{ mHg}$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{0.08505 \text{ mHg}}{0.1546 \text{ mHg}} \times 100\% = 55\%$$

সুতরাং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 55%।

সমস্যা ৪৮। নির্দিষ্ট কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 8.4°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 18.3°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। (8°C, 9°C, 18°C এবং 19°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ যথাক্রমে 8.04 cm, 8.16 cm, 15.46 cm এবং 16.46 cm পারদ চাপ হয়, তাহলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত?)

সমাধান : 8°C থেকে 9°C অর্থাৎ 1°C এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপ বৃদ্ধি $= (8.61 - 8.04) \text{ cm Hg} = 0.57 \text{ cm Hg}$

$$\text{সুতরাং } 0.4^\circ\text{C} \text{ এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপ বৃদ্ধি} = 0.4 \times 0.57 \text{ cm Hg} \\ = 0.228 \text{ cm Hg}$$

শিশিরাঙ্কে অর্থাৎ 8.4°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ,

$$f = (8.04 + 0.228) \text{ cm Hg} = 8.268 \text{ cm Hg}$$

$$\text{এখন, } 19^\circ\text{C} \text{ থেকে } 18^\circ\text{C} \text{ অর্থাৎ } 1^\circ\text{C} \text{ এর জন্য বায়ুচাপ বৃদ্ধি} \\ = (16.46 - 15.46) \text{ cm Hg} = 1.0 \text{ cm Hg}$$

তাহলে 0.3°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুচাপের বৃদ্ধি

$$= (0.3 \times 1.0) \text{ cm Hg} = 0.3 \text{ cm Hg}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় অর্থাৎ 18.3°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ

$$F = (15.46 + 0.3) \text{ cm Hg} = 15.76 \text{ cm Hg}$$

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{8.268}{15.76} \times 100\% = 52.46\%$$

সুতরাং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 52.46%।

সমস্যা ৪৯। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 7.5°C ও বায়ুর তাপমাত্রা 18.5°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। (7°C, 8°C, 18°C এবং 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপের চাপ যথাক্রমে $7.53 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8.05 \times 10^{-3} \text{ m}$, $15.48 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $16.46 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ)।

সমাধান : 7°C তাপমাত্রার পর $(8 - 7)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি = $(8.05 - 7.53) \times 10^{-3} \text{ m}$

$$= 0.52 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$(7.5 - 7)^\circ\text{C} = 0.5^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = 0.52 \times 10^{-3} \times 0.5 \text{ m} = 0.26 \times 10^{-3} \text{ পারদ}।$$

$$\text{শিশিরাঙ্ক } (7.5^\circ\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,} \\ f = (7.53 + 0.26) \times 10^{-3} \text{ m} = 7.79 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

আবার, 18°C তাপমাত্রার পর $(19 - 18)^\circ\text{C}$

$$= 1^\circ\text{C বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি}$$

$$= (16.46 - 15.48) \times 10^{-3} \text{ m} = 0.98 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

$$(18.5 - 18)^\circ\text{C} = 0.5^\circ\text{C বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = (0.98 \times 0.5 \times 10 - 3 \text{ m} = 0.49 \times 10 - 3 \text{ m পারদ})।$$

$$\therefore \text{কক্ষ তাপমাত্রায় } (18.5^\circ\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,} \\ F = (15.48 + 0.49) \times 10^{-3} \text{ m} = 15.97 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.79 \times 10^{-3}}{15.97 \times 10^{-3}} \times 100\% = 48.78\%$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48.78%।

সমস্যা ৫০। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 7.4°C এবং কক্ষ তাপমাত্রা 18.6°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 7°C , 8°C , 18°C এবং 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8.2 \times 10^{-3} \text{ m}$, $15.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $16.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ।

সমাধান : 7°C তাপমাত্রার পর $(8 - 7)^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C তাপমাত্রার বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি}$

$$= (8.2 - 7.5) \times 10^{-3} \text{ m} = 0.7 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

$$(7.4 - 7)^\circ\text{C} = 0.4^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = 0.7 \times 10^{-3} \times 0.4 \text{ m} = 0.28 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক } (7.4^\circ\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,}$

$$f = (7.5 + 0.28) \times 10^{-3} \text{ m} = 7.78 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

আবার, 18°C তাপমাত্রার পর $(19 - 18)^\circ\text{C}$

$$= 1^\circ\text{C বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি}$$

$$= (16.5 - 15.6) \times 10^{-3} \text{ m} = 0.9 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

$$(18.6 - 18)^\circ\text{C} = 0.6^\circ\text{C বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = (0.9 \times 0.6) \times 10^{-3} \text{ m} = 0.54 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$\therefore \text{কক্ষ তাপমাত্রায় } (18.6^\circ\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,}$

$$F = (15.6 + 0.54) \times 10^{-3} \text{ m} = 16.14 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.78 \times 10^{-3}}{16.14 \times 10^{-3}} \times 100\%$$

$$\therefore R = 48.20\%$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48.20%।

সমস্যা ৫১। দূটি ঘরের তাপমাত্রা সমান। একটিতে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%, অপরটিতে 80%। কেন ঘরটিতে বেশি অৱস্থা লাগবে এবং কেন?

সমাধান : এখানে, দূটি ঘরে আপেক্ষিক আর্দ্রতা যথাক্রমে 60% এবং 80%। আমরা জানি যে বুরের আর্দ্রতা বেশি, সে বুরে বেশি অৱস্থা লাগবে। কারণ, ঐ বুরের বাতাসে সর্বোচ্চ জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতার কাছাকাছি পর্যায়ে জলীয় বাষ্প থাকায় শরীর থেকে খুব অল্প জলীয় বাষ্পই শোষণ করবে। এতে শরীর সহজেই উত্তপ্ত হয়ে উঠবে। সুতরাং ছিতীয় বুরটিতে বেশি অৱস্থা লাগবে।

নতুন সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্বাদন শ্রেণি

সমস্যা ৫২। কোনো একটি আবর্ষ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 15°C এবং শিশিরাঙ্গক 8°C । তাপমাত্রা কমে 10°C হলে পরিবর্তিত জলীয়বাষ্পের চাপ ও শিশিরাঙ্গক কত হবে? (17°C ও 8°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $8.1 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ।)

সমাধান : মনে করি, 10°C এবং 8°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে P_1 ও P_2 ।

$$\begin{aligned} P_2 &= 15^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} \\ &= 8^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} = 8.1 \text{ mm (Hg)} \end{aligned}$$

আবার, স্থানটি আবর্ষ বলে বায়ুর আয়তন নির্দিষ্ট।

$$\text{কাজেই সূত্রানুসারে আমরা পাই}, \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{বা}, P_1 = \frac{T_1 P_2}{T_2} = \frac{(10 + 273)}{(15 + 273)} \times 8.1 \text{ mm (Hg)} = 7.96 \text{ mm (Hg)}$$

মনে করি, পরিবর্তিত শিশিরাঙ্গক $t^{\circ}\text{C}$

$$\therefore t^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ} = 7.5 \text{ mm (Hg)}$$

এখন, 7°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = 7.5 mm (Hg)

এবং 8°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = 8.1 mm (Hg)

$$(8 - 7)^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য} = (8.1 - 7.5) \text{ mm (Hg)} = 0.6 \text{ mm (Hg)}$$

$$(7.96 - 7.5) \text{ mm (Hg)} = 0.46 \text{ mm চাপ বৃদ্ধির জন্য তাপমাত্রা বৃদ্ধি} = \left(\frac{0.46}{0.6} \times 1\right) ^{\circ}\text{C} = 0.77^{\circ}\text{C}$$

$$\text{নতুন শিশিরাঙ্গক}, t = (7 + 0.77)^{\circ}\text{C} = 7.77^{\circ}\text{C}$$

সুতরাং পরিবর্তিত জলীয় বাষ্পের চাপ 7.96 mm(Hg) এবং শিশিরাঙ্গক 7.77°C ।

সমস্যা ৫৩। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% হলে বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ কত? 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = $31.70 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

সমাধান : ধরি, বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ = f

$$\text{আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা}, R = \frac{f}{F} \dots\dots (1)$$

$$\text{এক্ষেত্রে}, R = \frac{60}{100}, F = 31.70 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$$

$$\therefore (1) \text{ নং সমীকরণ হতে পাই}, f = R \times F$$

$$\begin{aligned} &= \frac{60}{100} \times 31.70 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \\ &= 19.02 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \end{aligned}$$

অতএব, জলীয় বাষ্পচাপ $19.02 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$ ।

সমস্যা ৫৪। কোনো সময় বায়ুর শিশিরাঙ্গক 12°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% । বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ কত? (12°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ = 10.52 mm পারদ চাপ)

$$\text{সমাধান : আপেক্ষিক আর্দ্রতা}, R = 80\% = \frac{80}{100} = 0.8$$

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, F = ?

$$\text{আমরা জানি}, R = \frac{f}{F}$$

$$\therefore F = \frac{f}{R} = \frac{1.52 \text{ mm HgP}}{0.8} = 13.15 \text{ mm HgP}$$

অতএব, বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 13.15 mm HgP ।

সমস্যা ৫৫। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্গক 8.5°C এবং কক্ষ তাপমাত্রা 17.5°C । আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 8°C , 9°C , 17°C ও 18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.35 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8.05 \times 10^{-3} \text{ m}$, $15.48 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $16.46 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

সমাধান : এখানে,

$$8^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ} = 7.35 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$$

$$9^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ} = 8.03 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$$

$$17^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ} = 15.48 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$$

18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = $16.46 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$

আর্দ্রতা, R = ?

$$\begin{aligned} 8^{\circ}\text{C} \text{ থেকে } 9^{\circ}\text{C}, \text{ অর্থাৎ } 1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} &= (8.03 \times 10^{-3} - 7.35 \times 10^{-3}) \text{ mHg} \\ &= 0.68 \times 10^{-3} \text{ mHg} \end{aligned}$$

$$\therefore 0.5^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্যে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ বৃদ্ধি} = 0.68 \times 10^{-3} \times 0.5 \text{ m(Hg)} = 0.34 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

শিশিরাঙ্গক (8.5°C) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,

$$f = (7.35 + 0.34 \times 10^{-3}) \text{ m(Hg)} = 7.69 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

আবার, 17°C থেকে 18°C , অর্থাৎ 1°C বৃদ্ধির জন্যে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ বৃদ্ধি = $(16.46 - 15.48) \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$

$$= 0.98 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$$\therefore 0.5^{\circ}\text{C} \text{ বৃদ্ধির জন্যে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ বৃদ্ধি} = 0.98 \times 10^{-3} \times 0.5 \text{ m(Hg)} = 0.49 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$$\therefore \text{বায়ুর তাপমাত্রায়} (17.5^{\circ}\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}, F = 15.48 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)} + 0.49 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}$$

$$= 15.97 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

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

$$R = \frac{7.69 \times 10^{-3} \text{ mHg}}{15.97 \times 10^{-3} \text{ mHg}} \times 100\% = 48.15\%$$

সুতরাং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48.15% ।

সমস্যা ৫৬। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% । যদি এ স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুর জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? (12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $10.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $19.8 \times 10^{-3} \text{ m}$)

সমাধান : এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 60\% = 0.6$

$$22^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}, F_1 = 19.8 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$$

$$12^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}, F_2 = 10.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\text{আমরা জানি}, R = \frac{f_1}{F_1}$$

$$\text{বা}, 0.6 = \frac{f_1}{19.8 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore f_1 = 0.01188 \text{ m HgP}$$

আবার, বাষ্পের চাপ বাস্পের ভরের সমানুপাতিক।

$$\therefore 22^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর} = K \times 0.01188$$

তাপমাত্রা কমে 12°C হলে কিছু পরিমাণ জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হবে এবং বায়ু অবশিষ্ট বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত থাকে।

$$\therefore 12^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} = 10.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore 12^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর} = K \times 0.01188$$

$$\therefore \text{ঘনীভূত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ} = (0.01188 k - 10.5 \times 10^{-3} K) = 1.38 \times 10^{-3} K$$

$$\therefore \text{ঘনীভূত জলীয় বাষ্পের নির্ণয় ভগ্নাংশ} = \frac{1.38 \times 10^{-3} K}{0.01188 K} = 0.116$$

অতএব, বায়ুস্থিত জলীয় বাষ্পের 0.116 অংশ ঘনীভূত হবে।

সমস্যা ৫৭। কোনো এক স্থানের তাপমাত্রা 32°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50% হলে এ স্থানের শিশিরাঙ্গক কত? 20.25°C এবং 32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 17.83 mm এবং 35.66 mm পারদ।

সমাধান : এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 50\% = 0.5$

$$32^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ}, F = 35.66 \text{ mm Hg}$$

ধরি, শিশিরাঙ্গকের জলীয় বাষ্পের চাপ f

$$\text{আমরা জানি}, R = \frac{f}{F}$$

$$\text{বা}, f = R \times F$$

$$\text{বা}, f = 0.5 \times 35.66 \text{ mmHg} = 17.83 \text{ mm Hg}$$

দেওয়া আছে, 20.25°C তাপমাত্রায় এ স্থানের সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ নির্ণয় 17.83 mm Hg

সুতরাং এ স্থানের শিশিরাঙ্গক 20.25°C ।

*** দশম অধ্যায় *** আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

সমস্যা ৫৮। ঘরের তাপমাত্রা 24°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% । কোনো তাপমাত্রায় ঘরটি এর মধ্যে অপস্থিত জলীয় বাষ্প হারা সম্পৃক্ত হবে। 24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = 0.02238 m পারদ এবং 20.32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 0.017904 m পারদ।

সমাধান : এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 80\% = 0.8$
বায়ুর তাপমাত্রায় 24°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, $F = 0.02238 \text{ m}$
শিশিরাঙ্ক, $f = ?$

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

$$\text{বা, } f = R \times F = 0.8 \times 0.02238 \text{ m} = 0.017904 \text{ m}$$

$$\therefore 20.32^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 0.017904 m

$$\therefore 20.32^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রায় কক্ষটি এর মধ্যে উপস্থিত জলীয় বাষ্প হারা সম্পৃক্ত হবে।

সমস্যা ৫৯। কোনো স্থানের তাপমাত্রা 30°C এবং ঐ স্থানের প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে 26 g জলীয় বাষ্প থাকলে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব 30.37 g m^{-3} ।

সমাধান : আমরা জানি,

$$R = \frac{m}{M} \times 100\%$$

$$= \frac{26}{30.37} \times 100\%$$

$$= 0.8561$$

$$= 85.61\%$$

এখানে, জলীয় বাষ্পের ভর, $m = 26 \text{ g}$
জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব, $\rho = 30.37 \text{ gm}^{-3}$
আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = ?$

$$\therefore P = \frac{M}{V}$$

$$\text{বা, } M = \rho \times V$$

$$= 30.37 \text{ gm}^{-3} \times 1 \times \text{m}^3 = 30.37 \text{ g}$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 85.61% ।

সমস্যা ৬০। কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 28°C ও বায়ুর চাপ 758 mm পারদ এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 90% হলে ঐ স্থানের জলীয়বাষ্পের চাপ এবং শুষ্ক বায়ুর চাপ কত? (28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 28.35 mm পারদ)

সমাধান : এখানে, 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ, $F = 28.35 \text{ mm HgP}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 90\% = 0.9$

ঐ স্থানের জলীয় বাষ্পের চাপ, $f = ?$

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

$$\text{বা, } 0.9 = \frac{f}{28.35}$$

$$\therefore f = 25.515 \text{ mm HgP}$$

অতএব, জলীয় বাষ্পের চাপ 25.515 mm HgP ।

$$\therefore \text{শুষ্ক বায়ুর চাপ} = 758 \text{ mm} - 25.515 \text{ mm HgP} = 732.485 \text{ mm HgP}$$

অতএব, ঐ স্থানের জলীয় বাষ্পের চাপ 25.515 mm HgP এবং শুষ্ক বায়ুর চাপ 732.485 mm HgP ।

সমস্যা ৬১। বায়ুর তাপমাত্রা 24°C থেকে ছাস পেয়ে 4°C হলে, ঐ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভরের কত ভগ্নাংশ ঘনীভূত হবে? 24°C তাপমাত্রায় বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 70% (24°C ও 4°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে $22.38 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $6.10 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদস্তভের চাপের সময়)

সমাধান : শাস্ত্রীয় রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪৯ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.61]

সমস্যা ৬২। কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 95°F ও শিশিরাঙ্ক 77.9°F । 25°C , 26°C ও 35°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $23.69 \times 10^{-3} \text{ m}$, $25.17 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $45.9 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ। বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

$$\text{বা, } 9C = 5F - 5 \times 32 = 5F - 160$$

$$\text{বা, } C = \frac{1}{9}(5F - 160)$$

$$\text{এখন, } 95^{\circ}\text{F}-এর জন্ম, C_1 = \frac{1}{9}(5 \times 95 - 160) = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\text{এবং } 77.9^{\circ}\text{F} এর জন্ম, C_2 = \frac{1}{9}(5 \times 77.9 - 160) = 25.5^{\circ}\text{C}$$

এখন, $(26^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে

$$\text{বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} = (25.17 \times 10^{-3} - 23.69 \times 10^{-3}) \text{ m(Hg)} \\ = 1.48 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$\therefore 0.5^{\circ}\text{C} তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাষ্পচাপ বৃদ্ধি = 0.5 \times 1.48 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)} \\ = 0.74 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$\therefore 25.5^{\circ}\text{C}$ এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$f = (23.69 + 0.74) \times 10^{-3} \text{ m(Hg)} = 24.43 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}।$$

আবার, বায়ুর তাপমাত্রায় (35°C) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$F = 45.9 \times 10^{-3} \text{ m পারদ}$$

\therefore আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

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

$$= \frac{24.43 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}}{45.9 \times 10^{-3} \text{ m(Hg)}} \times 100\% = 53.22\%$$

সমস্যা ৬৩। 10°C তাপমাত্রায় 60% আপেক্ষিক আর্দ্রতাবিশিষ্ট 2 m^3 বাতাস 20°C তাপমাত্রায় কত অতিরিক্ত জলীয়বাষ্প শোষণ করলে এর আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% হবে? (10°C এবং 20°C তাপমাত্রায় প্রতি ঘনমিটার বাতাসে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের ভর যথাক্রমে $9.396 \times 10^{-3} \text{ kg}$ এবং $17.264 \times 10^{-3} \text{ kg}$)।

সমাধান : 10°C তাপমাত্রায় 2 m^3 জলীয় বাতাসে বাষ্পের ভর,

$$m_1 = 9.396 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3} \times 2 \text{ m}^3 \times 60\% = 0.0112752 \text{ kg}$$

$$20^{\circ}\text{C}$$
 তাপমাত্রায় 2 m^3 বাতাসে জলীয় বাষ্পের ভর,

$$m_2 = 17.264 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3} \times 2 \text{ m}^3 \times 80\%$$

$$= 0.0276224 \text{ kg}$$

\therefore অতিরিক্ত জলীয় বাষ্প শোষণ করতে পারবে

$$= m_2 - m_1 \\ = 0.0276224 \text{ kg} - 0.0112752 \text{ kg}$$

$$= 16.347 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

অতএব, $16.347 \times 10^{-3} \text{ kg}$ অতিরিক্ত জলীয় শোষণ করতে পারবে।

সমস্যা ৬৪। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 25°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50% । যদি তাপমাত্রা নেমে 10°C হয়, তবে বায়ুমে জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? [25°C এবং 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $23.52 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $9.22 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ।]

সমাধান : এখানে, $R = 50\% = \frac{50}{100}$

25°C এ বায়ুমে জলীয় বাষ্পের ভর

$$= \frac{10^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}{25^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$= \frac{10^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}{25^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর} \times \frac{10^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}{25^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$= \frac{10^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}{25^{\circ}\text{C} \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}} \times \frac{10^{\circ}\text{C} \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}}{25^{\circ}\text{C} \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$= \frac{25^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}{10^{\circ}\text{C} \text{ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে জলীয় বাষ্পের ভর}} \times \frac{9.22 \times 10^{-3} \text{ m}}{23.52 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

ধরি, 25°C এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর $m \text{ kg}$

$\therefore 10^{\circ}\text{C}$ এ বায়ুকে সম্পৃক্ত রাখতে প্রয়োজনীয়

$$\text{বাষ্পের ভর} = \frac{9.22 \times \text{m}}{5 \times 23.52} = 0.784 \text{ m}$$

\therefore ঘনীভূত হবে, $m - 0.784 \text{ m} = 0.216 \text{ m}$

সুতরাং, মোট বাষ্পের 0.216 ভাগ ঘনীভূত হবে।

বিজ্ঞানশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৬৫। একটি শূরু ও আর্দ্ধ বাল্ব হাইগ্রোমিটারে শূরু ও আর্দ্ধ তাপমাত্রা যথাক্রমে 20°C এবং 12°C হলে শিশিরাঙ্ক ও বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। (20°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক 1.79 এবং 20°C ও 5.68°C তাপমাত্রায় জলীয়বাস্পের সর্বোচ্চ চাপ যথাক্রমে 17.6 mmHg এবং 6.856 mmHg .)

সমাধান : আমরা জানি,

প্লেইসারের সূত্রানুসারে,

$$\begin{aligned} t &= t_1 - G(t_1 - t_2) \\ &= 20 - 1.79(20 - 12) \\ &= 20 - 14.32 = 5.68 \\ \therefore \text{শিশিরাঙ্ক} &= 5.68^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\text{এখনে, } f = 5.68^{\circ}\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্প চাপ} = 6.856 \text{ mmHg}$$

$$F = 20^{\circ}\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাস্প চাপ} = 17.6 \text{ mmHg}$$

$$\therefore R = \frac{6.856}{17.6} \times 100\% = 38.95\%$$

অতএব, শিশিরাঙ্ক 5.68°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 38.95% ।

সমস্যা ৬৬। একটি শূরু ও আর্দ্ধ বাল্ব হাইগ্রোমিটারে শূরু ও আর্দ্ধ তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C এবং 19°C হলে শিশিরাঙ্ক ও বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। (25°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক 1.65 এবং 15°C , 16°C ও 25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ যথাক্রমে $12.77 \times 10^{-3} \text{ m}$, $13.71 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $23.7 \times 10^{-3} \text{ m}$)

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$= 25 - 1.65(25 - 19)$$

$$\therefore \theta = 15.1^{\circ}\text{C}$$

অতএব, শিশিরাঙ্কে তাপমাত্রা 15.1°C ।

$(16 - 15)^{\circ}\text{C}$ বা 1°C তাপমাত্রার পার্থক্যে সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপের পরিবর্তন $= (13.71 - 12.77) \times 10^{-3} \text{ mHgP} = 0.94 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$

$\therefore (15.1 - 15)^{\circ}\text{C}$ বা, 0.1°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপের পরিবর্তন $= (0.94 \times 10^{-3} \times 0.1) \text{ mHgP} = 9.4 \times 10^{-5} \text{ mHgP}$

\therefore শিশিরাঙ্কে অর্ধাত 15.1°C ঐ সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, $f = 12.77 \times 10^{-3} \text{ mHgP} + 9.4 \times 10^{-5} \text{ mHgP}$

$$= 0.012864 \text{ mHgP}$$

$$25^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, } F = 23.7 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{0.012864}{23.7 \times 10^{-3} \text{ mHgP}} \times 100\% = 54.28\%$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 54.28% ।

সমস্যা ৬৭। একটি শূরু ও আর্দ্ধ বাল্ব হাইগ্রোমিটারে শূরু ও আর্দ্ধ তাপমাত্রা যথাক্রমে 33°C এবং 28°C হলে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। (32°C এবং 34°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক 1.63 , 1.61 এবং 24°C , 26°C ও 33°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ যথাক্রমে 22.38 , 25.21 এবং 37.78 mm Hg চাপ ।)

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$(34 - 32)^{\circ}\text{C এর জন্য প্লেসিয়াসের উৎপাদকের পার্থক্য} = (1.63 - 1.61) = 0.02$$

$$\therefore 33^{\circ}\text{C এর প্লেসিয়াসের উৎপাদক} = 1.61 + 0.01 = 1.62$$

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

$$= 33 - 1.62(33 - 28) = 24.9^{\circ}\text{C}$$

$$(26 - 24)^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্য চাপের পরিবর্তন}$$

$$= (25.2 - 22.38) \text{ mmHg} = 2.83 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore 1^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্যে চাপের পরিবর্তন} = \frac{2.83}{2} \text{ mm HgP}$$

$$0.9^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্যে চাপের পরিবর্তন} = (1.415 \times 0.9) \text{ mm HgP} = 1.2735 \text{ mm HgP}$$

$$\therefore 24.9^{\circ}\text{C এ চাপ, } f = (22.38 + 1.2735) \text{ mm HgP}$$

$$= 23.6535 \text{ mm HgP}$$

আবার, $33^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, } F = 37.78 \text{ mm HgP}$
আমরা জানি,

$$R = \frac{f}{F} \times 100 = \frac{23.65}{37.78} \times 100$$

$$\therefore R = 62.6\%$$

সমস্যা ৬৮। কোনো একদিন একটি সিল্ব বাল্ব ও শূরু বাল্ব হাইগ্রোমিটারের শূরু বাল্ব ও সিল্ব বাল্ব হাইগ্রোমিটারের তাপমাত্রা যথাক্রমে 91.4°F ও 82.4°F পাওয়া গেল। আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। (32°C ও 34°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক 1.63 ও 1.61 এবং 24°C , 26°C ও 33°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ যথাক্রমে $22.38 \times 10^{-3} \text{ m পারদ, } 25.21 \times 10^{-3} \text{ m পারদ ও } 37.78 \times 10^{-3} \text{ m পারদ})$

সমাধান : এখনে, সিল্ব বাল্বের তাপমাত্রা, $F_1 = 91.4^{\circ}\text{F}$

এবং শূরু বাল্বের তাপমাত্রা, $F_2 = 82.4^{\circ}\text{F}$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{C_1}{5} = \frac{F_1 - 32}{9} \text{ [সিল্ব বাল্বের জন্য]}$$

$$\text{বা, } \frac{C_1}{5} = \frac{91.4 - 32}{9}$$

$$\therefore C_1 = 33^{\circ}\text{C}$$

$$\text{আবার, } \frac{C_2}{5} = \frac{F_2 - 32}{9} \text{ [শূরু বাল্বের জন্য]}$$

$$\text{বা, } \frac{C_2}{5} = \frac{82.4 - 32}{9}$$

$$\therefore C_2 = 28^{\circ}\text{C}$$

এখনে, $(34 - 32)^{\circ}\text{C বা } 2^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্য প্লেইসারের উৎপাদকের পার্থক্য } (1.63 - 1.61)$ বা, 0.02

$$1^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্য প্লেইসারের উৎপাদকের পার্থক্য} = \frac{0.02}{2} = 0.01$$

$$33^{\circ}\text{C এ প্লেইসারের উৎপাদক} = 1.63 - 0.01 = 1.62$$

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

$$= 33 - 1.62(33 - 28)^{\circ} = 24.9^{\circ}\text{C}$$

আবার, $(26 - 24)^{\circ}\text{C বা } 2^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্য সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের পরিবর্তন} = (25.21 - 22.38) \text{ mmHgP}$

$$= 2.83 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$$

$$(24.9 - 24) \text{ বা } 0.9^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্যে সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপের পরিবর্তন} = \frac{(2.83 \times 10^{-3} \times 0.9) \text{ mHgP}}{2} = 1.273 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$$

শিশিরাঙ্কে অর্ধাত $24.9^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, } f = (22.38 + 1.273) \times 10^{-3} \text{ mHgP} = 23.65 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$

বায়ুর তাপমাত্রার অর্ধাত $33^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, } F = 37.78 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$

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

$$= \frac{23.65 \times 10^{-3} \text{ mHgP}}{37.78 \times 10^{-3} \text{ mHgP}} \times 100\% = 62.6\%$$

অতএব, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 62.6% ।

১১ সেট-২ : জটিল সমস্যাবলি

সমস্যা ৬৯। একটি বেলুনকে 25°C তাপমাত্রায় এবং 75 cm (পারদ) চাপে 1000 cm^3 হাইড্রোজেন আর পূর্ণ করা হলো। এখন 10°C তাপমাত্রায় এবং 75 mm (পারদ) চাপে বেলুনটিকে উড়িয়ে দেওয়া হলো। বেলুনের আয়তন কতটা বৃদ্ধি পাবে?

সমাধান : এখনে, প্রাথমিক তাপ, $T_1 = 25^{\circ}\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$

প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 75 \text{ cmHg} = 750 \text{ mmHg}$

প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 1000 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

দশম অধ্যায় ১৪ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

২৫৯ ১১

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 10^\circ\text{C} = (10 + 273) \text{ K} = 283 \text{ K}$

শেষ চাপ, $P_2 = 75 \text{ mmHg}$

শেষ আয়তন, $V_2 = ?$

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

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

$$= \frac{750 \text{ mmHg} \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 283 \text{ K}}{75 \text{ mmHg} \times 298 \text{ K}}$$

$$= 9.49664 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

আয়তন বৃদ্ধি = $V_2 - V_1$

$$= 9.49664 \times 10^{-3} \text{ m}^3 - 10^{-3} \text{ m}^3 = 8.49664 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

সুতরাং বেলুনের আয়তন $8.49664 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ বৃদ্ধি পাবে।

সমস্যা ৭০। স্থির তাপমাত্রায় 10^5 Nm^{-2} চাপে নির্দিষ্ট ভরের কিছু গ্যাসের আয়তন 0.002 m^3 । (ক) $4 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন ও (খ) কত চাপে গ্যাসটির আয়তন 0.004 m^3 হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : (ক) আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 0.002 \text{ m}^3$$

$$= 4 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times V_2$$

$$\therefore V_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

অতএব, শেষ আয়তন $5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ।

(খ) আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_3 V_3$$

$$\text{বা, } 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 0.002 \text{ m}^3$$

$$= 0.004 \text{ m}^3 \times P_3$$

$$\therefore P_3 = 5 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, শেষ চাপ $5 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$ ।

সমস্যা ৭১। একটি পাশ্চের সাহায্যে 6 লিটার আয়তনের একটি ট্যাঙ্কে 70 লিটার বাতাস ঢুকানো হলো। এই প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রার কোন পরিবর্জন হয় না। সমুদ্র বাতাসের আদি চাপ যদি 1 atm হয় তবে ট্যাঙ্কের মধ্যে বাতাসের চূড়ান্ত চাপ কত?

সমাধান : এখানে, পাশ্চের আদি আয়তন, $V_1 = 70 \text{ L} = 70 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

পাশ্চের চূড়ান্ত আয়তন, $V_2 = 6 \text{ L} = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

আদি চাপ, $P_1 = 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

চূড়ান্ত চাপ, $P_2 = ?$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

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

$$= \frac{1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 70 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{6 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 11.82 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

সুতরাং চূড়ান্ত চাপ হবে $11.82 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ ।

সমস্যা ৭২। $1 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ আয়তনবিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে অঙ্গিজেন ভর্তি করে রাখা হয়েছে। একই তাপমাত্রায় কিছু অঙ্গিজেন ব্যবহার করার পর চাপ $1.3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ হলো। ব্যবহৃত অঙ্গিজেনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, অঙ্গিজেনের আদি আয়তন, $V = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

অঙ্গিজেনের আদি তাপমাত্রা, $T = 300 \text{ K}$

অঙ্গিজেনের আদি চাপ, $P_1 = 2.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

অঙ্গিজেনের শেষ চাপ, $P_2 = 1.3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

গ্যাস ধূবক, $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; ব্যবহৃত অঙ্গিজেনের ভর, $m = ?$

আমরা জানি, $PV = nRT$

সিলিন্ডারে অঙ্গিজেনের পূর্বের মৌল সংখ্যা, $n_1 = \frac{P_1 V}{RT}$

পরে মৌলের সংখ্যা, $n_2 = \frac{P_2 V}{RT}$

∴ ব্যবহৃত মৌলের সংখ্যা

$$n_1 - n_2 = \frac{(P_1 - P_2)V}{RT}$$

$$= \frac{(2.5 - 1.3) \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 1 \times 10^{-2} \text{ m}^3}{8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 0.481$$

কিন্তু আমরা জানি, অঙ্গিজেনের মৌলের ভর = $32 \times 10^{-3} \text{ kg}$

∴ ব্যবহৃত অঙ্গিজেনের ভর = $0.48 \times 32 \times 10^{-3} \text{ kg} = 0.015 \text{ kg}$

সমস্যা ৭৩। আমরা শাস প্রথাসে 1.0 লিটার বায়ু সেবন করলে

- (i) মোট কতগুলো অণু সেবন করে থাকি? (ii) সাধারণ (27°C) তাপমাত্রায় এ অণুগুলোর গড় গতিশক্তি কত হিল?

সমাধান : আমরা জানি,

$$22.4 \text{ L গ্যাসে অণুর সংখ্যা } 6.023 \times 10^{23} \text{টি}$$

$$\text{তাই, } 1 \text{ L গ্যাসে অণুর সংখ্যা} = \frac{6.023 \times 10^{23} \text{টি}}{22.4 \text{ L}} = 2.7 \times 10^{22} \text{টি।}$$

আবার,

$$\text{গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} kT$$

$$= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$= 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

সুতরাং বায়ুতে মোট অণুর সংখ্যা 2.7×10^{22} টি এবং গতিশক্তি $6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ ।

সমস্যা ৭৪। 1 লিটার আয়তনের একটি পাত্রে 2×10^{25} সংখ্যক অণু আছে। যদি অণুর ভর $3 \times 10^{-25} \text{ g}$ হয় এবং মূল গড় বর্গবেগ $5 \times 10^4 \text{ cm s}^{-1}$ হয় তাহলে উক্ত গ্যাসের চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, যেহেতু পাত্রের ভরই গ্যাসের ভর

$$\therefore m = 3 \times 10^{-25} \times 1000 \text{ g} \quad [\because 1 \text{ litre} = 1000 \text{ g}]$$

$$= 3 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$= 3 \times 10^{-25} \text{ kg} \quad [\because 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}]$$

$$n = 2 \times 10^{25}; c = 5 \times 10^4 \text{ cm s}^{-1} = 5 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

গ্যাসের চাপ, $P = ?$

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

$$= \frac{1}{3} \times 3 \times 10^{-25} \text{ kg} \times 2 \times 10^{25} \times (5 \times 10^2 \text{ m s}^{-1})^2$$

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

অতএব, গ্যাসটি চাপ $5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ ।

সমস্যা ৭৫। 20°C তাপমাত্রায় বাতাসের অঙ্গিজেন ও নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গ বেগ কত? অঙ্গিজেনের আণবিক ভর 32 এবং নাইট্রোজেনের আণবিক ভর 28। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ভর $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ।

সমাধান : আমরা জানি,

এখানে, অঙ্গিজেনের আণবিক ভর,

$$M_{O_2} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

নাইট্রোজেনের আণবিক ভর

$$M_{N_2} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

তাপমাত্রা, $T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$

$$C_{O_2} = ? \text{ এবং } C_{N_2} = ?$$

অতএব, অঙ্গিজেনের অণুর মূল গড় বর্গবেগ 477.77 m s^{-1} ।

$$\text{এবং } C_{N_2} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31293}{28 \times 10^{-3}}} = 510.76 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, নাইট্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ 510.76 m s^{-1} ।

সমস্যা ৭৬। একটি গ্যাসের আণবিক ভর 2; 0°C তাপমাত্রায় এ গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। অ্যাতোগেনের সংখ্যা (N_A) = $6.06 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ এবং বোল্টজম্যান ধূবক = $1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ ।

সমাধান : এখানে, আণবিক ভর, $m = 2 \text{ g mol}^{-1} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$

$$\text{অণুর সংখ্যা, } N_A = 6.06 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{বোল্টজম্যান ধূবক, } k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

তাপমাত্রা, $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

$$\text{আমরা জানি, } \bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{3kTn_A}{m}} \quad [\because R = kN_A]$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \times 273 \text{ K} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{2 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}}$$

$$= 18.505 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ $18.505 \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$

সমস্যা ৭৭। 0°C -এ নাইট্রোজেন গ্যাসের গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 493 m s^{-1} । বাতাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় নাইট্রোজেনের ঘনত্ব নির্ণয় কর। বাতাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় পারদের ঘনত্ব $13.59 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ও $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{3} \rho \bar{c}^2$$

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

$$= \frac{3 \times 1.012 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{(493 \text{ m s}^{-1})^2} = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$$

সুতরাং নাইট্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব 1.25 kg m^{-3}

সমস্যা ৭৮। 0°C তাপমাত্রায় ও ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বাতাসের অশুণ্গলোর গড় মুক্ত পথের মান বের কর। বাতাসের প্রতি ঘনসেন্টিমিটারের অণুর সংখ্যা 5×10^{20} । প্রতিটি অণুর ব্যাস $2 \times 10^{-10} \text{ m}$

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{গ্যাস অণুর ব্যাস, } \sigma = 2 \times 10^{-10} \text{ m} = 2 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\text{একক আয়তনের অণুর সংখ্যা, } n = 5 \times 10^{20} \text{ cc}^{-1}$$

বের করতে হবে, গড় মুক্ত পথ, $\lambda = ?$

$$\text{এখন, } \lambda = \frac{1}{\sqrt{2n\pi\sigma^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2 \times 5 \times 10^{20} \times \pi \times (2 \times 10^{-8} \text{ cm})^2}} \\ = 1.13 \times 10^{-6} \text{ cm} \\ = 1.13 \times 10^{-8} \text{ m}$$

সমস্যা ৭৯। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং গড় মুক্ত পথ $2.4 \times 10^{-8} \text{ m}$ । উক্ত গ্যাসের একক আয়তনে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, গড় মুক্তপথ, $\lambda = 2.4 \times 10^{-8} \text{ m}$

$$\text{অণুর ব্যাস, } \sigma = 2 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\text{অণুর মূল গড় বর্গবেগ, } c = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\text{একক আয়তনে অণুর সংখ্যা, } n = ?$$

$$\text{প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত ধার্কার সংখ্যা, } \frac{c}{\lambda} = ?$$

$$\text{ম্যাক্সওয়েলের স্থানুযায়ী, } \lambda = \frac{1}{\sqrt{2\pi n\sigma^2}}$$

$$\therefore n = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda\sigma^2}}$$

$$= \frac{1}{(\sqrt{2})\pi(2.4 \times 10^{-8}) \times (2 \times 10^{-10})^2 \text{ m}^{-3}} \\ = 2.345 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$$

সমস্যা ৮০। কোনো একটি গ্যাস পাত্রের আয়তন 2 m^3 এবং পাত্রে 12×10^{20} টি গ্যাস অণু আছে। গ্যাস অণুর ব্যাস $30 \times 10^{-10} \text{ m}$

(i) গ্যাস অণুর গড় মুক্ত পথ নির্ণয় কর। (ii) যদি গ্যাস পাত্রের আয়তন হিপুণ করা হয় তবে গড় মুক্ত পথের ক্রিপ্প পরিবর্তন হবে?

গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতাবলম্বন দাও।

সমাধান : এখনে, 2 m^3 আয়তনে মোট অণুর সংখ্যা 12×10^{20}

৩৩. সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

$$\therefore 1 \text{ m}^3 \text{ আয়তনে মোট অণুর সংখ্যা } \frac{12 \times 10^{20}}{2} \text{ m}^{-3}$$

$$\therefore n = 6 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{অণুর ব্যাস, } \sigma = 30 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$(i) \text{ গড় মুক্ত পথ, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, ক্লসিয়াস সূত্রানুসারে, } \lambda = \frac{1}{n\pi\sigma^2}$$

$$= \frac{1}{6 \times 10^{20} \text{ m}^{-3} \times 3.1416 \times (30 \times 10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$\therefore \lambda = 5.89 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$(ii) \text{ গ্যাসের আয়তন হিপুণ করা হলে, আয়তন হয় } = 2 \times 2 \text{ m}^3 = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{সুতরাং } 4 \text{ m}^3 \text{ আয়তনের পাত্রে মোট অণুর সংখ্যা } 12 \times 10^{20}$$

$$\therefore 1 \text{ m}^3 \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{12 \times 10^{20}}{4} \text{ m}^{-3}$$

$$\therefore n_1 = 3 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{ধরি, এক্ষেত্রে গড় মুক্তপথ } = \lambda_1$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda_1 = \frac{1}{n_1\pi\sigma^2}$$

$$= \frac{1}{3 \times 10^{20} \text{ m}^{-3} \times 3.1416 \times (30 \times 10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$\therefore \lambda_1 = 1.179 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore \lambda_1 \neq \lambda$$

$$\therefore \text{গড় মুক্তপথের পরিবর্তন } = (1.179 \times 10^{-4} - 5.89 \times 10^{-5}) \text{ m}$$

$$= 5.9 \times 10^{-5} \text{ m}$$

সুতরাং আয়তন হিপুণ করা হলে গড়মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে।

সমস্যা ৮১। একটি খোলা লিটার ফ্লাকে 0°C তাপমাত্রার $1.32 \times 10^{-3} \text{ kg}$ বায়ু আছে। 91°C তাপমাত্রায় ফ্লাকে হতে কী পরিমাণ বায়ু বের হয়ে যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m_1}{V_1}$$

$$\text{বা, } V_1 = \frac{m_1}{\rho}$$

$$= 1.32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{আবার, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} = \frac{1.32 \times 10^{-3} \times 364}{273} = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{আবার, } \rho = \frac{m_2}{V_2}$$

$$\text{বা, } m_2 = \rho V_2 = 1 \text{ kg m}^{-3} \times 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{নির্গত বায়ুর ভর, } \Delta m = (m_1 - m_2) \text{ kg}$$

$$= (1.32 \times 10^{-3} - 1.76 \times 10^{-3}) \text{ kg}$$

$$= 4.4 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\text{এখন, } T_1 = 273 \text{ K}$$

$$m_1 = 1.32 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$T_2 = 91^\circ\text{C}$$

$$= 273 + 91 = 364 \text{ K}$$

$$\rho = 1 \text{ kg m}^{-3}; \Delta m = ?$$

৩৩. সেট-৩: সৃজনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ৮২। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 27°C এবং আমরা জানি বায়ুর বেশিরভাগ অশুণ্গলোর অণুর গড় মুক্তপথ $4.68 \times 10^{-5} \text{ m}$ । (i) গ্যাস অণুর গড় গতিশক্তির মান কত? (ii) উদীপকের আলোকে নাইট্রোজেন গ্যাসের গড়বেগ নির্ণয় করা সম্ভব কি না পারিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

অণুর গড় গতিশক্তি,

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

$$= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$= 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

অর্থাৎ, গ্যাস অণুর গড় গতিশক্তি, $6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ ।

এখনে,

$$\text{তাপমাত্রা, } T = 27^\circ\text{C}$$

$$= (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

বেলজিয়ান ধ্রুবক,

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

১০০ দশম অধ্যায়  আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

২৬১ ১১

(ii) আমরা জানি,

$$\text{মূল গড় বর্গ বেগ}, \sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \\ = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{4.68 \times 10^{-26} \text{ kg}}} \\ = 515.154 \text{ m s}^{-1}$$

অর্থাৎ, উকীপকের আলোকে নাইট্রোজেন এর গড় বেগ বের করা সম্ভব।

সমস্যা ৮৩। 27°C তাপমাত্রায় একটি পাত্রে 32 gm অঙ্গুরের এবং এই তাপমাত্রার অন্য একটি পাত্রে 50 gm নাইট্রোজেন গ্যাস আছে। (i) প্রাথমিক তাপমাত্রা 0°C হলে অঙ্গুরের গ্যাসের চাপ কত? (ii) অঙ্গুরের গ্যাসের এক মোলের গতিশক্তি ও নাইট্রোজেন গ্যাসের একটি অণুর গতিশক্তি সমান কি-না পারিস্থিতিক বিশ্লেষণসহ যাচাই কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,

$$\text{প্রাথমিক তাপমাত্রা}, T_1 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$\text{প্রাথমিক তাপ}, P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$\text{চূড়ান্ত তাপমাত্রা}, T_2 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$\text{চূড়ান্ত চাপ}, P_2 = ?$$

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

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

$$\text{বা}, P_2 = \frac{1 \text{ atm} \times 300 \text{ K}}{273 \text{ K}}$$

$$\therefore P_2 = 1.0989 \text{ atm}$$

$$\therefore \text{অঙ্গুরের গ্যাসের চাপ } 1.0989 \text{ atm}.$$

(ii) আমরা জানি, এক মোল অণুর গতিশক্তি, $E = \frac{3}{2} RT$

\therefore অঙ্গুরের এক মোল অণুর গতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{3}{2} RT$$

$$\text{বা}, E_1 = \frac{3}{2} \times 8.31 \times \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$\therefore E_1 = 3739.5 \text{ J}$$

আবার, নাইট্রোজেনের এক মোলের গতিশক্তি, $E_2 = \frac{3}{2} RT$

$$\therefore E_2 = 3739.5 \text{ J}$$

$$\therefore 6.023 \times 10^{23} \text{ টি নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুর গতিশক্তি } 3739.5 \text{ J}$$

$$\therefore 1 \text{ টি নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুর গতিশক্তি}, \frac{3739.5}{6.023 \times 10^{23}} \text{ J}$$

এখনে,

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

$$T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

অর্থাৎ, অঙ্গুরের এক মোলের গতিশক্তি ও নাইট্রোজেন গ্যাসের একটি অণুর গতিশক্তির সমান নয়।

সমস্যা ৮৪। ক্ষুর তাপমাত্রায় 4 লিটার বায়ুপূর্ণ একটি বেলুনকে টেনে ছবের তলদেশে নিয়ে পেলে সেটি 1.5 লিটার আয়তন ধারণ করে। বেলুনের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা 8 লিটার। ছবের পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3} বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 Nm^{-2} এবং $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ । (i) ছবের তলদেশে গ্রীব নির্ণয় কর। (ii) ছবের তলদেশে ধাকা অবস্থায় বেলুনটিতে আরও 2 লিটার বায়ুপূর্ণ করে ছেড়ে দিলে বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় পানির উপরিতে আসবে কি-না পারিস্থিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

$$= \frac{10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 4 \text{ L}}{1.5 \text{ L}}$$

$$= 2.67 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

অতএব, ছবের তলদেশে চাপ, $2.67 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ ।

এখনে, বায়ুর চাপ, $P_1 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

ছবের পৃষ্ঠদেশে বেলুনের আয়তন, $V_1 = 4 \text{ L}$

ছবের তলদেশে বেলুনের আয়তন, $V_2 = 1.5 \text{ L}$

ছবের তলদেশে চাপ, $P_2 = ?$

(ii) এখনে, ছবের তলদেশে বেলুনের আয়তন,

$$V_2 = 1.5 \text{ L} + 2 \text{ L} = 3.5 \text{ L}$$

তলদেশে চাপ, $P_2 = 2.67 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ [(i) নথেকে প্রাপ্ত]

পৃষ্ঠদেশে চাপ, $P_1 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

পৃষ্ঠদেশে আয়তন, V_1 হলে,

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

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

$$= \frac{2.67 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 3.5 \text{ L}}{10^5 \text{ Nm}^{-2}} = 9.345 \text{ L}$$

এখনে, $V_1 = 9.345 \text{ L} > 8 \text{ L}$

অতএব বেলুনটি উপরিতে উঠার আগেই ফেটে যাবে।

সমস্যা ৮৫। অনিক আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সাহায্যে বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ তাপমাত্রা পেল 30°C । এ দিনের শিশিরাঙ্ক 10°C জেনে সে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পেল 70% । আবার বিকেল $5 : 00 \text{ PM}$ এ তাপমাত্রা দেখতে পেল 20°C । 10°C ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ যথাক্রমে 9.2 mm এবং 11.17 mm Hg চাপ। (i) বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ বের কর। (ii) অনিকের মনে হলো বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ তাড়াতাড়ি ঘায় শুকাছে। তার ধারণা কি সঠিক? পারিস্থিতিক বৃত্তিসহ ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান : (i) এখনে,

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ, $f = 9.2 \text{ mm Hg}$ চাপ

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ, $F = ?$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 70\%$

$$\text{আমরা জানি}, R = \frac{f}{F}$$

$$\text{বা}, F = \frac{f}{R} = \frac{9.2}{70} \text{ mm Hg চাপ}$$

$$\therefore F = 13.143 \text{ mm Hg চাপ}$$

অতএব, বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পচাপ 13.143 mm Hg চাপ।

(ii) এখনে, বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 70\%$

এখন দেখা যাক বিকেল $5 : 00 \text{ PM}$ এ আপেক্ষিক আর্দ্রতা $12 : 00 \text{ PM}$ অপেক্ষা বেশি না কম।

বিকেল $5 : 00 \text{ PM}$ এ:

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ, $f = 9.2 \text{ mm Hg}$

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্প চাপ, $F' = 11.17 \text{ mm Hg}$

$$\therefore R' = \frac{f}{F'} \times 100\% = \frac{9.2}{11.17} \times 100\%$$

$$\therefore R' = 82.36\%$$

দেখা যাচ্ছে যে $R' > R$ অর্থাৎ বিকেল $5 : 00 \text{ PM}$ এ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি তথা বাতাসে জলীয় বাস্প বেশি। ফলে বিকেলে ঘায় দেরিতে শুকাবে তথা বেলা $12 : 00 \text{ PM}$ এ ঘায় অপেক্ষাকৃত তাড়াতাড়ি শুকাবে। অতএব অনিকের ধারণা সঠিক।

সমস্যা ৮৬। কোনো একদিন সেট্যার্টিনে তাপমাত্রা ছিল 24°C এবং সম্পৃক্ত জলীয় বাস্প চাপ 22.38 mm পারদ চাপ, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% । অপরদিকে ঢাকার শিশিরাঙ্ক 6.7°C ও বায়ুর তাপমাত্রা 17°C । 6°C , 7°C , 17°C , 20°C এবং 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পচাপ যথাক্রমে 6.5 mm , 7 mm , 11.6 mm , 17.54 mm , 19.83 mm পারদ চাপ। (i) ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? (ii) উক্ত তথ্যের আলোকে সেট্যার্টিনে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় করা যাবে কি-না যাচাই কর।

সমাধান : (i) এখনে, ঢাকার শিশিরাঙ্ক = 6.7°C

$(7^\circ\text{C} - 6^\circ\text{C}) = 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য জলীয় বাস্পচাপের পার্থক্য হয় $(7 - 6.5) \text{ mm}$ বা, 0.5 mm



- ∴ 0.7°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য জলীয় বাস্পচাপের পার্থক্য হয় $(0.5 \times 0.7) \text{ mm} = 0.35 \text{ mm}$
- ∴ 6.7°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাস্পের চাপ, $f = (6.5 + 0.35) \text{ mm} = 6.85 \text{ mm}$
- 17°C " " " " F = 11.6 mm

আমরা জানি,

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্ধতা}, R_H = \frac{f}{F} \times 100 = \frac{6.85 \text{ mm}}{11.6 \text{ mm}} \times 100\% = 59.05\%$$

ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্ধতা = 59.05%

- (ii) সেন্টমার্টিনের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় করা যাবে কি-না তা নিম্নে গাণিতিকভাবে উপস্থাপন করা হলো—

এক্ষেত্রে, 24°C সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ, F = 22.38 mm

$$\text{শিশিরাঙ্ক } " " " f = ?$$

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্ধতা}, R_1 = 80\% = 0.8$$

$$\text{আমরা জানি}, R_1 = \frac{f}{F}$$

$$\text{বা, } 0.8 = \frac{f}{22.38 \text{ mm}}$$

$$\text{বা, } f = 22.38 \text{ mm} \times 0.8 = 17.904 \text{ mm} = 17.9 \text{ mm}$$

$$\text{খন, } (19.83 - 17.54) \text{ mm}$$

বা, 2.29 mm চাপের পার্থক্য হয় ($20^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C}$) = 3°C
তাপমাত্রার পার্থক্য হয়

$$\therefore 1 \text{ mm চাপের পার্থক্য হয় } \frac{3}{2.29} {}^{\circ}\text{C} = 1.31 {}^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রার পার্থক্য হয়}$$

$$(17.9 - 17.54) \text{ mm বা } 0.36 \text{ mm চাপের পার্থক্য হয়}$$

$$(1.31 \times 0.36) {}^{\circ}\text{C বা, } 0.47 {}^{\circ}\text{C তাপমাত্রার পার্থক্য হয়}$$

$$\therefore 17.9 \text{ mm জলীয় বাস্পের চাপ হয় } (17 + 0.47) {}^{\circ}\text{C} = 17.47 {}^{\circ}\text{C তাপমাত্রা}$$

$$\therefore \text{সেন্টমার্টিনে শিশিরাঙ্ক} = 17.47 {}^{\circ}\text{C}$$

অর্থাৎ উপরিউক্ত তথ্যের আলোকে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব।

সমস্যা ৮৭। 6 L সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি বেলুন 20°C তাপমাত্রায় একটি শীতাতপ নিয়ন্ত্রিত কক্ষে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস পূর্ণ করা হয়। পরবর্তীতে বেলুনটি 35°C তাপমাত্রায় খোলা মাঠে উড়াতে নিয়ে যাওয়ায় তা ফেটে যায়। (i) বেলুনটির আদি চাপ $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে শেষ চাপ কত হবে? (ii) বেলুনটিতে 5.5 L বায়ুপূর্ণ করা হলে তা ফাটবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$
প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$

$$(i) \text{ শেষ চাপ, } P_2 = ?$$

$$\text{শেষ তাপমাত্রা, } T_2 = (35 + 273) \text{ K} = 308 \text{ K}$$

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

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{3 \times 10^5 \text{ Pa} \times 308 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 3.15 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\therefore \text{শেষ চাপ } 3.15 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(ii) 5.5 L বায়ুপূর্ণ করা হলে বেলুনটি ফাটবে কিনা তা নিম্নে গাণিতিকভাবে উপস্থাপন করা হলো—

দেওয়া আছে, বেলুনে সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা = 6 L

এক্ষেত্রে, বায়ুপূর্ণ বেলুনের আয়তন, $V_1 = 5 \text{ L}$ যখন, $P_1 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$
পরিবর্তিত আয়তন, $V_2 = ?$ যখন, $P_2 = 3.15 \times 10^5 \text{ Pa}$

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

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{3 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5.5 \text{ L}}{3.15 \times 10^5 \text{ Pa}} = 5.24 \text{ L}$$

$$\therefore V_2 < 6 \text{ L}$$

∴ বলা যায় যে, বেলুনটি ফাটবে না।

সমস্যা ৮৮। একদিন মনির বায়ুমভঙ্গীয় চাপে 1660 L লি. অঙ্গীজেনকে একটি ট্যাংকে প্রবেশ করলো। কিছুক্ষণ পর এর চাপ কমিয়ে 72 cm পারদ চাপের সমান করে তা বের করল। ঐ দিন তাপমাত্রা ছিল 300 K এবং অঙ্গীজেনের আণবিক ভর 32 g mol^{-1} এবং সার্বজনীন গ্যাস ধূবক $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ । (i) তথ্যানুসারে অঙ্গীজেনের ভর নির্ণয় কর। (ii) চাপ কমানোর পর 50 g অঙ্গীজেনের আয়তন 50 L এর বেশি হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

সমাধান : এখানে, আয়তন, $V = 1660 \text{ L}$

$$\text{চাপ, } P = 72 \text{ cm} = \frac{72}{76} \text{ atm} = 0.947 \text{ atm}$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T = 300 \text{ K}$$

$$\text{O}_2 \text{ এর আণবিক ভর, } M = 32 \text{ g mol}$$

$$\text{মোলার গ্যাস ধূবক, } R = 8.316 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$(i) \text{ O}_2 \text{ এর ভর, } W = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } PV = \frac{W}{M} RT$$

$$\text{বা, } W = \frac{PVM}{RT} = \frac{0.947 \text{ atm} \times 1660 \text{ L} \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 2044.904 \text{ g} = 2.04 \text{ kg}$$

(ii) 50 g O₂ এর আয়তন 50 L এর বেশি হবে কিনা তা নিম্নে আলোচনা করা হলো—

$$\therefore \text{এক্ষেত্রে } O_2 \text{ এর ভর, } W_1 = 50 \text{ g}$$

$$\text{আয়তন, } V_1 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } PV_1 = \frac{W_1}{M} RT$$

$$\text{বা, } V_1 = \frac{W_1 RT}{PM}$$

$$= \frac{50 \text{ g} \times 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{0.947 \text{ atm} \times 32 \text{ g mol}^{-1}} = 40.58 \text{ L}$$

$$\therefore V_1 = 40.58 \text{ L}$$

$$\therefore V_1 < 50 \text{ L}$$

সুতরাং 50 g O₂ এর আয়তন 50 L এর বেশি হবে না।

সমস্যা ৮৯। সাকিব তাদের রসায়ন পরীক্ষাগারে A ও B দুটি পাত্রে 10 g করে যথাক্রমে Cl₂ ও CO₂ গ্যাস নিলো। তারপর পাত্রের মুখ বন্ধ করে দিয়ে যথাক্রমে 20°C ও 10°C তাপমাত্রায় A ও B পাত্রকে রাখলো।

(i) A পাত্রের গ্যাসটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। (ii) B পাত্রের যথক্রান্ত তাপমাত্রা ক্লীরুপ পরিবর্তন হলে উভয় ক্ষেত্রে গ্যাস দূটির বর্গমূল গড় বর্গবেগ সমান হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

সমাধান : (i) A পাত্রে Cl₂ গ্যাসে এবং B পাত্রে CO₂ গ্যাস আছে, দেওয়া আছে, Cl₂ এর ভর, $\omega = \log$

$$Cl_2 \text{ এর গ্রাম আণবিক ভর, } M = 71 \text{ g}$$

$$Cl_2 \text{ এর মোল সংখ্যা, } n = \frac{\omega}{M} = \frac{10}{71}$$

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

$$\text{তাপমাত্রা, } T = 20^{\circ}\text{C} = (273 + 20) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$Cl_2 \text{ এর গতিশক্তি } E = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{10}{71} \times 8.314 \times 293 = 514.65 \text{ J}$$

$$(ii) ধরি, Cl₂ এর বর্গমূল গড় বর্গবেগ, = $\bar{C}_1$$$

$$CO_2 \text{ এর বর্গমূল গড় বর্গবেগ, } = \bar{C}_2$$

$$Cl_2 \text{ এর আণবিক ভর, } M_1 = 71$$

$$CO_2 \text{ এর আণবিক ভর, } M_2 = 44$$

$$Cl_2 \text{ এর তাপমাত্রা, } T_1 = 20^{\circ}\text{C} = (273 + 20) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$CO_2 \text{ এর তাপমাত্রা, } T_2 = ?$$

$$\text{শর্তমতে, } \bar{C}_1 = \bar{C}_2 \\ \text{বা, } \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{\frac{T_1}{M_1}} = \sqrt{\frac{T_2}{M_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{T_1}{M_1} = \frac{T_2}{M_2}$$

$$\text{বা, } T_1 M_2 = T_2 M_1$$

$$\therefore T_2 = \frac{T_1 M_2}{M_1} = \frac{293 \times 44}{71} = 181.58 \text{ K}$$

B পাত্রের মধ্যকার তাপমাত্রা 181.58 K পরিবর্তন হলে উভয় ক্ষেত্রে গ্যাস দুটির বর্গমূল গড় বর্গবেগ সমান হবে।

সমস্যা ১০। খুলনার আবহাওয়া অফিসে একদিন সিল্ট ও শুষ্ক বাষ্প আর্দ্ধাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাষ্প-এর পাঠ 30°C এবং সিল্ট বাষ্প এর পাঠ 28°C পাওয়া গেল। 30°C প্লেইসারের উৎপাদক 1.65 এবং 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ যথাক্রমে 25.25×10^{-3} m, 28.45×10^{-3} m এবং 31.85×10^{-3} m পারদ চাপ। ঐ দিনে ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 60% এবং শুষ্ক বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C।

(i) খুলনার আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? (ii) খুলনা ও ঢাকার মধ্যে কোথায় ডিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে এবং কেন— বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, সিল্ট বাষ্পের তাপমাত্রা, $Q_1 = 30^\circ\text{C}$
শুষ্ক বাষ্পের তাপমাত্রা, $Q_2 = 28^\circ\text{C}$

30°C এর প্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.65$

26°C এসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = 25.25×10^{-3} m পারদ

28°C এসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = 28.45×10^{-3} m পারদ

30°C এসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ = 31.85×10^{-3} m পারদ

খুলনার আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = ?$

$$28^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রার পার্থক্যে বাষ্প চাপের পার্থক্য} \\ = 28.45 \times 10^{-3} \\ = -25.25 \times 10^{-3} \\ = 3.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$\therefore 1^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পার্থক্যে বাষ্প চাপের পার্থক্য = 1.6×10^{-3} m
 $\therefore 0.7^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পার্থক্যে বাষ্প চাপের পার্থক্য = 1.12×10^{-3} m

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ, $f = 26.7^\circ\text{C}$ এর বাষ্প চাপ
= $(25.25 + 1.12) \times 10^{-3}$ m

$$f = 26.37 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\therefore F = 31.85 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{26.37 \times 10^{-3}}{31.85 \times 10^{-3}} \times 100\% = 82.79\%$$

খুলনার আপেক্ষিক আর্দ্রতা 82.79%।

আবার দেওয়া আছে, ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%।

ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা খুলনার আপেক্ষিক আর্দ্রতার চেয়ে কম।

অর্থাৎ ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা < খুলনার আপেক্ষিক আর্দ্রতা।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বায়ুতে জলীয় বাষ্প কম থাকে ফলে বায়ু

শুষ্ক থাকে। খুলনার চেয়ে ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হওয়ায়

খুলনার বায়ুর চেয়ে ঢাকার বায়ু শুষ্ক থাকে। যার কারণে ঢাকায় ডিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে।

সমস্যা ১১। কোনো একদিন ঢাকায় আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে শুষ্ক বাষ্পের 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 তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ

যথাক্রমে 14.52 mmHg P, 16.46 mm Hg P ও 23.69 mm Hg P. (i)

ঢাকায় আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সিল্ট ভাষ্পবের পাঠ কত? (ii) ঢাকা ও

চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক একই হবে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

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

যেখানে, θ_1 = শুষ্ক বাষ্পের তাপমাত্রা তথা বায়ুর তাপমাত্রা;
 θ_2 = সিল্ট বাষ্পের 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 = $1.72 - 0.015 = 1.705$

\therefore ঢাকায় সিল্ট বাষ্পের তাপমাত্রা, $\theta_2 = \theta_1 - \frac{\theta_1 - \theta}{G}$

$$= 25 - \frac{25 - 10.5}{1.705}$$

$$= 16.496^\circ\text{C}$$

(ii) $(19 - 17)^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C}$ 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 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 ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{8.215}{23.69} \times 100\% = 34.67\%$

বায়ুর তাপমাত্রা তথা বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ F ধূব হলে $R \ll f$, অর্থাৎ আপেক্ষিক আর্দ্রতা শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের সমানুপাতিক। উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যানুসারে ঢাকা ও চট্টগ্রামে বায়ুর তাপমাত্রা একই হওয়া সত্ত্বেও আপেক্ষিক আর্দ্রতা যথাক্রমে 34.67% এবং 70% অর্থাৎ চট্টগ্রামে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি সুতরাং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে চট্টগ্রামে শিশিরাঙ্ক বেশি হবে।

সমস্যা ১২। পরীক্ষাগারে সুমনা STP-তে একই আয়তনের দুটি সিলিন্ডারের প্রথমটিতে 16 gm অঞ্জিজেন ও দ্বিতীয়টিতে 2 gm হাইড্রোজেন দিয়ে পূর্ণ করলো। তারপর সিলিন্ডার দুটি হাতে নিয়ে সুমনা অনুভব করলো, ‘একটির খুলনায় অপরটি হালকা এবং তার মনে হলো, হালকা গ্যাসটির গড় বর্গ বেগের বর্গমূলের মান বেশি হবে।’ (i) প্রথম সিলিন্ডারে রাখিক্ত গ্যাসটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। (ii) উদ্বীপক অনুসারে উল্লেখিত তথ্য দুটির সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে, অঞ্জিজেনের ভর, $m = 16 \text{ gm}$

$$\therefore \text{মোল সংখ্যা, } n = \frac{16}{32} = \frac{1}{2} \text{ মোল}$$

গ্যাসের তাপ, $T = 273 \text{ K}$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{1}{2} \times 8.31 \times 273 = 1701.47 \text{ J}$$

(ii) দেওয়া আছে, গ্যাস দুটি O_2 ও H_2 যাদের আগবিক ভর যথাক্রমে,

$$M_1 = 32 \text{ g এবং } M_2 = 2 \text{ g}$$

তাপমাত্রা, $T = 273 \text{ K}$ (STP-তে)

$$O_2 \text{ এর জন্য } C_{\text{mass}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_1}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 273}{32 \times 10^{-3}}} = 461.176 \text{ m s}^{-1}$$

$$H_2 \text{ এর জন্য } C_{\text{mass}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 273}{2 \times 10^{-3}}} = 1844.71 \text{ m s}^{-1}$$

দেখা যাচ্ছে, H_2 এর গড় বেগের বর্গমূলের মান বেশি এবং H_2 গ্যাসটি হালকা।

সুতরাং উপরোক্ত তথ্যটি সত্য।



সমস্যা ৯৩। অনিক তার শিক্ষকের সাথে গবেষণাগারে একটি গ্যাসের ধর্ম নিয়ে কাজ করছিল। বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় তারা গ্যাসটির অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ পরিমাপ করলো 500 m s^{-1} ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যত্নে গ্যাসের একটি অণুর ব্যাসার্ধ পেল $2 \times 10^{-10} \text{ m}$. (i) উল্লিপকের গ্যাসটির ঘনত্ব নির্ণয় কর। (ii) গ্যাস অণুগুলোর পরপর দূটি সংঘর্ষের ঘণ্টে সময় ব্যবধান কেমন হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} c &= \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \\ \text{বা, } c^2 &= \frac{3P}{\rho} \\ \text{বা, } \rho &= \frac{3P}{c^2} \\ \text{বা, } \rho &= \frac{3 \times 1.01 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{(500 \text{ m s}^{-1})^2} = 1.212 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

অতএব গ্যাসটির ঘনত্ব 1.212 kg m^{-3} ।

(ii) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} c^2 &= \frac{3RT}{M} \\ \text{বা, } M &= \frac{3RT}{c^2} \\ &= \frac{3 \times 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273}{(500 \text{ m s}^{-1})^2} \text{ K} \\ &= 0.027 \text{ kg} \\ &= 27.22 \text{ g} \end{aligned}$$

একক আয়তনে অণুর সংখ্যা, $n = \frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^{-3}} = 2.69 \times 10^{25}$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{\sqrt{2.0\pi a^2}} = \frac{1}{\sqrt{2 \times 2.69 \times 10^{25} \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-10})^2}} = 5.23 \times 10^{-8} \text{ m} \\ t &= \frac{\lambda}{c} = \frac{5.23 \times 10^{-8}}{500} = 1.05 \times 10^{-10} \text{ s} \end{aligned}$$

সমস্যা ৯৪। হাসপাতালে রোগীর চিকিৎসার জন্য 0.2 m^3 আয়তন বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারে প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় O_2 গ্যাস রক্ষিত আছে। পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসের চাপ পূর্বের তিনগুণ করা হয়। উল্লেখ্য যে, সিলিন্ডারটির সহনশীল তাপমাত্রা 600 K । (i) STP তে উক্ত গ্যাস অণুর মূলগড় বর্গ বেগ কত হবে? (ii) ছিটীয় পর্যায়ে সিলিন্ডারটি অক্ষত অবস্থায় থাকবে কি-না? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি তুলে ধর।

সমাধান : (i) এখানে, মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.316 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ তাপমাত্রা, $T = 273 \text{ K}$

O_2 এর প্রায় আণবিক ভর, $M = 32 \text{ g/mol} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ O_2 এর মূলগড় বর্গ বেগ, $C_{rms} = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } C_{rms} &= \sqrt{\frac{3RT}{M}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \times 8.316 \times 273}{32 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1} = 461.34 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, STP তে উক্ত গ্যাস অণুর মূলগড় বর্গবেগ 461.34 m s^{-1} ।

(ii) আদি চাপ, $P_1 = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 273 \text{ K}$

শেষ চাপ, $P_2 = 3 P_1$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

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

$$\text{বা, } T_2 = \frac{P_2}{P_1} \times T_1 = \frac{3 P_1}{P_1} \times 273 \text{ K}$$

$$\therefore T_2 = 819 \text{ K}$$

$$\text{যেহেতু, } T_2 > 600 \text{ K}$$

অতএব, ছিটীয় পর্যায়ে সিলিন্ডারটি অক্ষত অবস্থায় থাকবে না।

এখানে,

$$\text{প্রমাণ চাপ, } P = 1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

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

$$\text{বর্গমূল গড় বর্গবেগ, } c = 500 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = ?$$

সমস্যা ৯৫। একটি সিলিন্ডারের আয়তন $2L$ । সিলিন্ডারে 30°C তাপমাত্রায় এবং $8.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ চাপে আদর্শ গ্যাস আছে। কিন্তু গ্যাস নির্গত করায় গ্যাসের চাপ এক তৃতীয়াংশ হয়ে যায়। (i) প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের মোল সংখ্যা নির্ণয় কর। (ii) গ্যাস নির্গত করায় সিলিন্ডারের অভ্যন্তরের গ্যাসের গতিশক্তির পরিবর্তন কেমন হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, গ্যাসের আয়তন, $V = 2L = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$$\text{তাপমাত্রা, } T = (273 + 30) \text{ K} = 303 \text{ K}$$

$$\text{চাপ, } P = 8.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

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

$$\text{মোল সংখ্যা, } n = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } PV = nRT$$

$$\text{বা, } n = \frac{PV}{RT} = \frac{8.5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}}{8.31 \times 303} = 0.675 \text{ mole}$$

অতএব, প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের মোল সংখ্যা 0.675 ।

$$(ii) \text{আমরা জানি, গ্যাসের গতিশক্তি, } E = \frac{3PV}{2}$$

ধরি, গ্যাস নির্গত হওয়ার আগে গ্যাসের আয়তন ও চাপ যথাক্রমে V ও P । এখন, গ্যাস নির্গত হওয়ার ফলে সিলিন্ডারের আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয়নি। অতএব, $V' = V$

$$P' = \frac{P}{3}$$

$$\text{গ্যাস নির্গত হওয়ার আগে গ্যাসের গতিশক্তি, } E = \frac{3PV}{2}$$

$$\text{গ্যাস নির্গত হওয়ার পরে গ্যাসের গতিশক্তি } E' = \frac{3P'V'}{2} = \frac{\frac{P}{3} \cdot V}{2} = \frac{PV}{6}$$

$$\therefore \frac{E'}{E} = \frac{\frac{PV}{6}}{\frac{3PV}{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{PV}{2} \times \frac{2}{3PV}$$

$$\text{বা, } \frac{E'}{E} = \frac{1}{3} \text{ বা, } E' = \frac{E}{3}$$

অতএব, গ্যাস নির্গত করায় সিলিন্ডারের অভ্যন্তরে গ্যাসের গতিশক্তি পূর্বের গতিশক্তির এক তৃতীয়াংশ হবে।

সমস্যা ৯৬। 28 প্রায় আণবিক ভর বিশিষ্ট একটি গ্যাস বিজ্ঞানাগারে 17°C তাপমাত্রায় আছে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km । মোলার গ্যাস ধ্রুবক 8.314 J/Mole/K । (i) উল্লিপকের গ্যাস অণুটির গড় গতিশক্তি কত হবে? (ii) উল্লিপকে উল্লিখিত গ্যাসটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, তাপমাত্রা, $T = 17 + 273 \text{ K} = 290 \text{ K}$

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

∴ গ্যাসের অণুটির গড় গতিশক্তি,

$$E = \frac{3}{2} RT = \frac{3}{2} \times 8.314 \times 290 = 3616 \text{ J}$$

(ii) এখানে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_c = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ গ্যাসের আণবিক ভর, $M = 28 \text{ g} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\therefore \text{গ্যাসের মুক্তিবেগ, } v_c = \sqrt{2 \cdot g \cdot R_c} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6} = 11200 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এবং গ্যাসের RMS বেগ, } c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 290}{28 \times 10^{-3}}} \text{ m s}^{-1} = 508.14 \text{ m s}^{-1}$$

অর্থাৎ, $v_c > c$ হওয়ায় গ্যাসটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করে।

সমস্যা ১৭। একদিন রাজশাহীতে আর্দ্রতা মাপক যত্রের শুরু বায়ু থার্মোমিটার এবং সিন্ত বায়ু থার্মোমিটার পাঠ যথাক্রমে 30°C এবং 28°C পাওয়া গেল 26°C , 28°C ও 30°C , তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথাক্রমে $25.25 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$, $28.45 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$, $31.85 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ এবং 30°C তাপমাত্রায় প্রেইসুরের হ্রবক 1.65 . (i) একদিন রাজশাহীর শিশিরাঙ্ক কত ছিল? (ii) একদিন রাজশাহীর লোকজন অবস্থিত অনুভব করেছিল কি-না— গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) শুরু বায়ু থার্মোমিটারে তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30^{\circ}$
সিন্ত বায়ু থার্মোমিটারে তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28^{\circ}$

প্রেইসুরের হ্রবক, $G = 1.65$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক}, \theta = \theta_1 - G (\theta_1 - \theta_2) \\ = 30^{\circ} - 1.65 (30^{\circ} - 28^{\circ}) = 26.7^{\circ}\text{C}$$

(ii) (i) থেকে পাই, শিশিরাঙ্ক, $\theta = 26.7^{\circ}\text{C}$

$$(28^{\circ}\text{C} - 26.7^{\circ}\text{C}) \text{ বা } 2^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রার পার্থক্য চাপের পার্থক্য} \\ (28.45 - 25.25) \times 10^{-3} \\ \text{বা, } 3.2 \times 10^{-3} \\ \therefore 0.7^{\circ} \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{3.2 \times 10^{-3} \times 0.7}{2} \\ \text{বা, } 1.12 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$$\therefore 26.7^{\circ}\text{C} \text{ বা, } (26^{\circ} + 0.7^{\circ}) \text{ তাপমাত্রায় চাপ} \\ = 25.25 \times 10^{-3} + 1.12 \times 10^{-3} \\ = 26.37 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$[f = \text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, } F = 30^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}] \\ R = \frac{26.37 \times 10^{-3}}{31.85 \times 10^{-3}} \times 100 = 82.79\%$$

∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকার কারণে রাজশাহীর লোকজন অবস্থিত অনুভব করবে।

সমস্যা ১৮। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% । 12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথাক্রমে $10.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $19.8 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ। (i) উন্নীপকের বায়ুর শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। (ii) যদি ঐ স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুস্থিত জলীয় বাস্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে?

সমাধান : (i) এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 60\% = 0.6$
 22°C তাপমাত্রায় জলীয় বাস্পের চাপ, $F = 19.8 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$
ধরি, শিশিরাঙ্কে জলীয় বাস্পের চাপ, f

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

$$\text{বা, } f = 0.6 \times 19.8 \times 10^{-3} \text{ m Hg} = 11.88 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \\ (22 - 12)^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য পারদ চাপ বৃদ্ধি} \\ = (19.8 \times 10^{-3} - 10.5 \times 10^{-3}) \text{ m} = 9.3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ধরি, 0°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে 12°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাস্প চাপ $10.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ হতে বৃদ্ধি পেয়ে $11.88 \times 10^{-3} \text{ m}$ হয়

$$\text{সুতরাং জলীয় বাস্প চাপ বৃদ্ধি} = (11.88 \times 10^{-3} - 10.5 \times 10^{-3}) \text{ m Hg} \\ = 1.38 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$$

$$\therefore \theta = \frac{10^{\circ}\text{C} \times 1.38 \times 10^{-3}}{9.3 \times 10^{-3}} = 1.48^{\circ}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক} = 12^{\circ}\text{C} + \theta = (12 + 1.48)^{\circ}\text{C} = 13.48^{\circ}\text{C}$$

(ii) এখানে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 60\% = 0.6$

22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ, $F_1 = 19.8 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$

12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ, $F_2 = 10.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f_1}{F_1} \text{ বা, } 0.6 = \frac{f_1}{19.8 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore f_1 = 0.01188 \text{ m HgP}$$

আবার, বাস্পের চাপ বাস্পের ভরের সমানুপাতিক।

∴ 22°C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাস্পের ভর = $K \times 0.01188$
তাপমাত্রা কমে 12°C হলে কিছু পরিমাণ জলীয় বাস্প ঘনীভূত হবে
এবং বায়ু অবশিষ্ট বাস্প দ্বারা সম্পৃক্ত থাকে।

12°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ = $10.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের ভর = $K \times 0.01188$

$$\therefore \text{ঘনীভূত জলীয় বাস্পের পরিমাণ} = (0.01188 K - 10.5 \times 10^{-3} K) \\ = 1.38 \times 10^{-3} K$$

$$\therefore \text{ঘনীভূত জলীয় বাস্পের নির্ণেয় ভগ্নাংশ} = \frac{1.38 \times 10^{-3} K}{0.01188 K} = 0.116$$

অতএব, বায়ুস্থিত জলীয় বাস্পের 0.116 অংশ ঘনীভূত হবে।

সমস্যা ১৯। 72 cm পারদচাপে সম আয়তনের দুটি পাত্রের একটিতে 20 g অঙ্গিজেন এবং অপরটিতে কিছু পরিমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস নেওয়া হলো। উভয় গ্যাসের তাপমাত্রা 27°C । (i) অঙ্গিজেন গ্যাস ভর্তি পাত্রের আয়তন নির্ণয় কর। (ii) উভয় গ্যাসের গতিশক্তি সমান কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে, $P = 72 \text{ cm Hg} = 0.947 \text{ atm}$

$$R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$m = 20 \text{ g}; M = 32 \text{ g}; T = 300 \text{ K}; V = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$V = \frac{mRT}{MP} = \frac{20 \times 0.081 \times 300}{32 \times 0.947} = 16.26 \text{ L}$$

$$(ii) \text{ অঙ্গিজেনের গতিশক্তি, } E_{k_{O_2}} = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{20}{32} \times 8.314 \times 300 \\ = 2338.31 \text{ J}$$

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, গতিশক্তি সমান হবে না।

এখানে,

$$P = 0.947 \text{ atm} = 95954.775 \text{ Pa}$$

$$V = 16.26 \text{ L} = 0.01626 \text{ m}^3$$

$$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

ঠিক সেট-৮ : ভর্তি পরিস্কায় আসা সমস্যাবলি

সমস্যা ১০০। কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় অঙ্গিজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ – 100°C তাপমাত্রার হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগের সমান হবে?

[বুয়েট '১৭-১৮]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৭৩২ পৃষ্ঠার ১নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০১। কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 26°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% । যদি সে স্থানের তাপমাত্রা কমে 18°C হয়, তবে বায়ুস্থিত জলীয় বাস্পের কত শতাংশ ঘনীভূত হয়ে তরল পানি হবে?

[26°C এবং 18°C -এ সম্পৃক্ত জলীয় বাস্পের চাপ যথাক্রমে 25.21 mm এবং 15.48 mm পারদ স্তরের সমান] [বুয়েট '১৭-১৮]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৭৩২ পৃষ্ঠার ২নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০২। একটি বন্ধ সিলিন্ডারে 10 gm অঙ্গিজেন গ্যাস আছে।

30°C তাপমাত্রায় কী পরিমাণ গতিশক্তি লাভ করবে? [বুয়েট '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } X = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{10}{32} \times 8.31 \times 303 = 1180.28 \text{ J}$$

সমস্যা ১০৩। কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস $2.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্রতি ঘনমিটারে গ্যাস অণুর সংখ্যা 6.02×10^{25} টি। গ্যাসটির গড় যুক্তপথ কত হবে?

$$\begin{aligned}\text{সমাধান: } \lambda &= \frac{1}{\sqrt{2n\pi\sigma^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 6.02 \times 10^{25} \times 3.14 \times (2.5 \times 10^{-10})^2}} \\ &= 5.98 \times 10^{-8} \text{ m} \\ &= 0.6 \text{ nm}\end{aligned}$$

সমস্যা ১০৮। নিন্দিটি আয়তনের বিশুদ্ধ অঞ্জিজেন গ্যাস একটি ছেট ছিল দিয়ে নিঃসরিত হতে 80 second সময় লাগে। একই অবস্থায় সমাধান আয়তনের 20% অজানা গ্যাস মিশ্রিত অঞ্জিজেন নিঃসরণের জন্য 85 second সময় লাগে। অজানা গ্যাসটির আণবিক ভর নির্ণয় কর।

[কুয়েট '১৭-১৮]

সমস্যা ১০৫। কোন ছবিতের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস ছিপুণ হয়। ছবিতে প্রচ্ছে বায়ুমণ্ডলের চাপ স্থান্তরিক বায়ুমণ্ডলীর চাপের সমান এবং ছবিতের পানির উর্ফতা ধ্রুবক হলে ছবিতের গভীরতা কত? [কুয়েট '০৯-১০; কুয়েট '০৮-০৯; কুয়েট '১৩-১৪]

সমাধান: খণ্ড-১ এর ৭৩৩ পৃষ্ঠার ৬নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০৬। একটি পুরুরে পানির গভীরতা 6 m। বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা 27 °C এবং পানির মধ্যে উহা প্রতি মিটার গভীরতার জন্য 0.5 °C কমে। পানির ঘনত্বের পরিবর্তন উপরেক্ষা করতঃ পুরুরের তলদেশে উৎপন্ন একটি ঘার্ষণ গ্যাসের বুদবুদ ও উহার উপরিতলে পৌছাই অবস্থায় আয়তনের পরিবর্তনের শতকরা হার নির্ণয় কর।

[কুয়েট + কুয়েট '০৫-০৬]

সমাধান: $P_1 = \text{পৃষ্ঠদেশে চাপ} = 101325 \text{ N m}^{-2}$

$P_2 = \text{তলদেশে চাপ} = 101325 + h\rho g$

৬m গভীরতায় তাপমাত্রা কমবে $= 6 \times 0.5 = 3^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}\frac{P_1V_1}{T_1} &= \frac{P_2V_2}{T_2} \\ \text{বা, } \frac{P_1V_1}{300} &= \frac{(P_1 + 6 \times 1000 \times 9.8) \times V_2}{297}\end{aligned}$$

$$\text{বা, } 101325 V_1 \times 297 = (300 \times 101325 + 58800) V_2$$

$$\text{বা, } V_1 = (1.010 + 0.5803) V_2$$

$$\text{বা, } \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100\% = 59.03\%$$

সমস্যা ১০৭। ০°C তাপমাত্রা এবং $1.0 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাসের ঘনত্ব 1.98 kg m^{-3} , সমচাপে 0°C ও 30°C তাপমাত্রায় উন্নত গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ বের কর।

$$\text{সমাধান: } C_0 = \sqrt{\frac{3P}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^5}{1.98}} = 389.25 \text{ m s}^{-1}$$

$$d_1 T_1 = d_2 T_2$$

ড. আমির হেসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুলিঙ্গনীয় গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। স্থির তাপমাত্রায় $2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে কোনো নিন্দিটি গ্যাসের আয়তন 0.004 m^3 । $6 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned}P_1V_1 &= P_2V_2 \\ \text{বা, } V_2 &= \frac{P_1V_1}{P_2} \\ &= \frac{2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 0.004 \text{ m}^3}{6 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}} \\ &= 1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3\end{aligned}$$

সুতরাং গ্যাসটির আয়তন $1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ।

(১৪) সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্নাদশ শ্রেণি

$$\therefore d_2 = \frac{1.98 \times 273}{303} \text{ kg m}^{-3} = 1.784 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\therefore C_{30} = \sqrt{\frac{3P}{d_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^5}{1.784}} \text{ m s}^{-1} = 410.07 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ১০৮। একটি বৃষ্টির ফোটা 30 m s^{-1} প্রতি বেগে বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়ছে। পানির ঘনত্ব $= 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ এবং পানির সাপেক্ষে বায়ুর ঘনত্ব $= 1.3 \times 10^{-3}$ বায়ুর সামুদ্রিক গুণাঙ্ক যদি 1.8×10^{-5} SI একক হয়, তবে বৃষ্টির ফোটাটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

[কুয়েট '০২-০৩]

সমাধান: আমরা জানি,

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 g(\rho - \sigma)}{\eta} \text{ বা, } 30 = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 \times 9.8(10^3 - 1.3)}{1.8 \times 10^{-5}}$$

$$\therefore r = 4.98 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{বায়ুর ঘনত্ব} = 1.3 \times 10^{-3} \rho = 1.3 \times 10^{-3} \times 10^3 = 1.3 \text{ kg m}^{-3}$$

সমস্যা ১০৯। একজন ব্যক্তি খাস-প্রোফেশনেল 1.12 লিটার বায়ু সেবন করলে (i) সে মোট কতগুলো অণু সেবন করে? (ii) 27°C তাপমাত্রায় এ অণুগুলোর গড় গতিশক্তি কত? সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক = $8.314 \text{ J mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ।

[কুয়েট '০২-০৩]

$$\text{সমাধান: (i) অণুর সংখ্যা} = \frac{1.12}{22.4} \times 6.022 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{22}.$$

$$\text{(ii) গড় গতিশক্তি, } K = \frac{3 RT}{2 N} = \frac{3}{2} \times \frac{8.314 \times 300}{6.022 \times 10^{23}} \\ = 6.21 \times 10^{-22} \text{ J/mole.}$$

সমস্যা ১১০। একটি সিলিঙ্গারে রাখিত অঞ্জিজেন গ্যাসের আয়তন $1 \times 10^{-2} \text{ m}^3$, তাপমাত্রা 300 K এবং চাপ $2.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ । তাপমাত্রা স্থির রেখে কিছু অঞ্জিজেন বের করে নেওয়া হলো। কলে চাপ কমে $1.3 \times 10^5 \text{ N m}^2$ হলো। ব্যবহৃত অঞ্জিজেনের ভর নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান: } P_1V_1 = P_2V_2; V_2 = \frac{10^{-2} \times 2.5 \times 10^5}{1.3 \times 10^5} = 1.9 \times 10^{-2}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 9.23 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$0^\circ\text{C} \text{ এ } \Delta V = \frac{923 \times 10^{-3} \times 273}{300} = 8.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ গ্যাসের ভর} = 32 \text{ g};$$

$$8.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ গ্যাসের ভর} = 32 \text{ g};$$

$$8.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ গ্যাসের ভর} = \frac{32 \times 8.4 \times 10^{-3}}{22.4 \times 10^{-3}} \text{ g} = 12 \text{ g.}$$

সমস্যা ১১১। একটি অঞ্জিজেন সিলিঙ্গারে আয়তন $5 \times 10^5 \text{ cm}^3$ এবং এতে 300 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে অঞ্জিজেন ভর্তি। কিছুটা ব্যবহারের পর দেখা গেল যে চাপ 100 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে নেমে গেছে। যে পরিমাণ অঞ্জিজেন ব্যবহৃত হয়েছে তার আয়তন কত?

[কুয়েট '০৩-০৪]

সমাধান: আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{300 \times 5 \times 10^5}{100} = 1500 \text{ L}$$

$$\therefore \text{ব্যবহৃত গ্যাস } V_2 - V_1 = 1500 - 500 = 1000 \text{ L.}$$

সমস্যা ১। স্থির তাপমাত্রায় $2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে কোনো নিন্দিটি গ্যাসের আয়তন 0.004 m^3 । $6 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned}P_1V_1 &= P_2V_2 \\ \text{বা, } V_2 &= \frac{P_1V_1}{P_2} \\ &= \frac{2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 0.004 \text{ m}^3}{6 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}} \\ &= 1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3\end{aligned}$$

সুতরাং গ্যাসটির আয়তন $1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ।

সমস্যা ২। 27°C তাপমাত্রায় ও 0.76 m পারদন্তে চাপে একটি গ্যাসের আয়তন 4.5 m^3 । যদি তাপমাত্রা 77°C করা হয় তবে কত চাপে আয়তন 3 m^3 হবে?

সমাধান: এখানে, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273)\text{K} = 300 \text{ K}$

আদি চাপ, $P_1 = 0.76 \text{ mHg}$

আদি আয়তন, $V_1 = 4.5 \text{ m}^3$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 77^\circ\text{C} = (77 + 273)\text{K} = 350 \text{ K}$

শেষ আয়তন, $V_2 = 3 \text{ m}^3$

শেষ চাপ, $P_2 = ?$

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

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

$$= \frac{0.76 \text{ mHg} \times 4.5 \text{ m}^3 \times 350 \text{ K}}{3 \text{ m}^3 \times 300 \text{ K}} = 1.33 \text{ mHg}$$

সুতরাং 1.33 m পারদস্ত চাপে আয়তন 3 m³ হবে।

সমস্যা ৩। 30°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ $1.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ হলে, 90°C তাপমাত্রায় এর চাপ কত?

সমাধান : এখানে, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = (30 + 273) \text{ K} = 303 \text{ K}$

আদি চাপ, $P_1 = 1.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = (90 + 273) \text{ K} = 363 \text{ K}$

শেষ চাপ, $P_2 = ?$

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

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

$$= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 363 \text{ K}}{303 \text{ K}} = 1.8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

সুতরাং 90°C তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ $1.8 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ ।

সমস্যা ৪। একটি পাত্রে 0 °C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস আছে। কত তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ 0 °C তাপমাত্রার চাপের অর্ধেক হবে?

সমাধান : এখানে,

তাপমাত্রা, $T_1 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

ধরি, চাপ, $P_1 = P$

$$\text{চাপ, } P_2 = \frac{P}{2}$$

তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

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

$$\text{বা, } T_2 = \frac{P_2 \times T_1}{P_1} = \frac{P \times 273 \text{ K}}{2} \times \frac{1}{P} = 136.5 \text{ K}$$

অতএব, তাপমাত্রা 136.5 K হবে।

সমস্যা ৫। কোনো ছবের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বৃন্দবের আয়তন 3 গুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে, ছবের গভীরতা কত?

সমাধান : এখানে,

ছবের তলদেশে আয়তন, $V_1 = V$

ছবের পৃষ্ঠদেশে আয়তন, $V_2 = 3V$

ছবের পৃষ্ঠদেশে চাপ = বায়ুমণ্ডলের চাপ, $P_2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

ছবের তলদেশে চাপ, $P_1 = \text{বায়ুমণ্ডলের চাপ} + \text{পানির চাপ}$
 $= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} + h \rho g$

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

ছবের গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

বা, $(P_2 + h \rho g) V = P_2(3V)$

বা, $h \rho g = 3P_2 - P_2$

$$\text{বা, } h = \frac{2P_2}{\rho g} = \frac{2 \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 20.67 \text{ m}$$

সুতরাং ছবের গভীরতা 20.67 m।

সমস্যা ৬। জলাশয়ের কত গভীরতায় একটি বৃন্দবের আয়তন উপর তলে আকাশগালী আয়তন অপেক্ষা অর্ধেক হবে? ঐ সময় বায়ুমণ্ডলের চাপ 760 mm পারদ এবং পারদের ঘনত্ব $13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

সমাধান : ধরি, জলাশয়ের গভীরতা h

বায়ুমণ্ডলের চাপ, $P_1 = h \rho_1 g$

h গভীরতার চাপ, $P_2 = h$ গভীরতায় পানির চাপ + $P_1 = h \rho g + h_1 \rho_1 g$

আমরা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{বা, } h_1 \rho_1 g \times V_1 = (h \rho + h_1 \rho_1) g \times \frac{V_1}{2}$$

বা, $2h_1 \rho_1 = h \rho + h_1 \rho_1$

বা, $h = \frac{h_1 \rho_1}{\rho}$

$$= \frac{760 \times 10^{-3} \text{ m} \times 13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}}{1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}}$$

$$= 10.336 \text{ m}$$

সুতরাং জলাশয়ের গভীরতা হবে 10.336 m।

সমস্যা ৭। 20 g হিলিয়াম গ্যাসপূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন 0.12 m^3 । বেলুনের ভিতরে গ্যাসের চাপ $1.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ বেলুনের ভিতরে গ্যাসের তাপমাত্রা কত?

সমাধান : এখানে, হিলিয়াম গ্যাসের ভর, $m = 20 \text{ g}$

হিলিয়ামের আণবিক ভর, $M = 4 \text{ g mol}^{-1}$

গ্যাসের চাপ, $P = 1.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

গ্যাসের আয়তন, $V = 0.12 \text{ m}^3$

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

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } n = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ g}}{4 \text{ g mol}^{-1}} = 5 \text{ mol}$$

আবার, $PV = nRT$

$$\text{বা, } T = \frac{PV}{nR} \quad [\because n = \frac{m}{M}]$$

$$= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 0.12 \text{ m}^3}{5 \text{ mol} \times 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} = 433.2 \text{ K}$$

সুতরাং বেলুনের ভিতরে গ্যাসের তাপমাত্রা 433.2 K।

সমস্যা ৮। কত তাপমাত্রায় কোনো গ্যাস অণুর গতিশক্তি 6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটনের সমান হবে?

সমাধান : ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6000 \text{ Å}$

$$= 6000 \times 10^{-10} \text{ m} = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

প্রাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$,

তাপমাত্রা, $T = ?$

আমরা জানি, ফোটনের শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$\text{বা, } E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} = 3.313 \times 10^{-19} \text{ J}$$

গ্যাসের অণুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{3}{2} kT$

শর্তমতে, $E = E_k$

$$\text{বা, } 3.313 \times 10^{-19} = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times T$$

$$\therefore T = 16004 \text{ K} = 1.6 \times 10^4 \text{ K}$$

সমস্যা ৯। 600 mm পারদ স্তৰ চাপে কত তাপমাত্রার একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রার আয়তনের হিস্প হবে?

সমাধান : এখানে, স্বাভাবিক চাপ, $P_1 = 760 \text{ mm Hg}$

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

ধরি, আদি আয়তন, $V_1 = V$

শেষ চাপ, $P_2 = 600 \text{ mmHg}$

শেষ আয়তন, $V_2 = 2V$; শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

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

$$\text{বা, } T_2 = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 V_1} = \frac{600 \text{ mm Hg} \times 2V \times 273 \text{ K}}{760 \text{ mm Hg} \times V} = 431.05 \text{ K}$$

অতএব, গ্যাসের তাপমাত্রা 431.05 K।

সমস্যা ১০। স্থির তাপমাত্রায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক আয়তনের 4 গুণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩। যদি আদর্শ চাপ ও তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব 0.09 kg m^{-3} হয়, তবে আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ কত?

সমাধান : এখানে, S.T.P.তে হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব, $\rho = 0.09 \text{ kg m}^{-3}$
S.T.P. তে চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$\text{মূল গড় বর্গ বেগ}, \sqrt{c^2} = ?$$

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

$$\text{বা}, c^2 = \frac{3P}{\rho}$$

$$\text{বা}, \sqrt{c^2} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}}{0.09 \text{ kg m}^{-3}}}$$

$$= 1837.57 \text{ m s}^{-1} = 1.84 \text{ km s}^{-1}$$

সুতরাং হাইড্রোজেনের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ 1.84 km s⁻¹।

সমস্যা ১৪। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অঙ্গিজেনের ঘনত্ব হাইড্রোজেনের ঘনত্বের 16 গুণ হলে অঙ্গিজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান নির্ণয় কর। [হাইড্রোজেনের ঘনত্ব = 0.0898 kg m^{-3}]

সমাধান : এখানে, $P = \text{S.T.P}$ তে চাপ = $1 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$\rho = \text{S.T.P} \text{ তে ঘনত্ব} = 16 \times 0.0898 \text{ kg/m}^3$$

গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান = ?

$$\text{আমরা জানি}, c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1 \times 10^5}{16 \times 0.0898}} \text{ m s}^{-1} = 456.94 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 456.94 m s⁻¹।

সমস্যা ১৫। 27°C তাপমাত্রায় প্রতি কিলোগ্রাম মোল হিলিয়াম গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। $R = 8314 \text{ J k mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$
গ্যাস ধূবক, $R = 8314 \text{ J k mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

প্রতি কিলোগ্রাম মোলে গতিশক্তি, $E = ?$

$$\text{আমরা জানি}, E = \frac{3}{2} RT$$

$$= \frac{3}{2} \times 8314 \text{ J k mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K} = 3.74 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1}$$

সুতরাং প্রতি কিলোগ্রাম মোলে গতিশক্তি $3.74 \times 10^6 \text{ J}$ ।

সমস্যা ১৬। 27°C তাপমাত্রায় 5 g নাইট্রোজেনের গতিশক্তি নির্ণয় কর। (নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর = 28 g)

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 667.76 J]

সমস্যা ১৭। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব 0.09 kg m^{-3} । হাইড্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল সারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অঙ্গিজেন গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় অঙ্গিজেনের ঘনত্ব 1.43 kg m^{-3} ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।



সমস্যা ১৯। একটি খোলা পিটার ছালে 0°C তাপমাত্রায় $1.32 \times 10^{-3} \text{ kg}$ বায়ু আছে। 90°C তাপমাত্রায় ছাল হতে কী পরিমাণ বায়ু বের হয়ে যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m_1}{V_1}$$

$$\text{বা}, V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{1.32 \times 10^{-3} \text{ kg}}{1 \text{ kg m}^{-3}} = 1.32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{আবার}, \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\text{বা}, V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1}$$

$$\text{বা}, V_2 = \frac{1.32 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 363 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 1.755 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{আবার}, \rho = \frac{m_2}{V_2}$$

$$\text{বা}, m_2 = V_2 \rho = 1.755 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 1 \text{ kg m}^{-3} = 1.755 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{নির্গত বায়ুর ভর}, \Delta m = (m_1 - m_2) \text{ kg} \\ = (1.32 \times 10^{-3} - 1.755 \times 10^{-3}) \text{ kg} \\ = 4.35 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

সমস্যা ২০। স্থির চাপ কর তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় গড় বর্গবেগের বর্গমূলের হিস্প হবে?

সমাধান : এখানে, $T_1 = 273 \text{ K}$

$$C_2 = 2C_1$$

$$\text{আমরা জানি}, C \propto \sqrt{T} \dots \dots \dots (1)$$

প্রথম $T_1 \text{K}$ ও পরিবর্তিত $T_2 \text{K}$ তাপমাত্রায় গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল যথাক্রমে C_1 ও C_2 হলে, সমীকরণ (1) অনুযায়ী, $\frac{C_2}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

ধরি, নির্গেয় তাপমাত্রা = T_2

$$\text{তাহলে}, T_2 = \frac{C_2^2}{C_1^2} \times T_1 = \frac{(2C_1)^2}{C_1^2} \times 273 \text{ K} = 1092 \text{ K}$$

নির্গেয় তাপমাত্রা 1092 K।

সমস্যা ২১। 1092°C তাপমাত্রায় বায়ুর অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান নির্ণয় কর। [স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব = 1.296 kg m^{-3}]

সমাধান : এখানে, স্বাভাবিক চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

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

$$T_1 \text{ তাপমাত্রায় ঘনত্ব}, \rho_1 = 1.296 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{তাপমাত্রা}, T_2 = (273 + 1092) \text{ K} = 1365 \text{ K}$$

N_2 এর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $c_{r.m.s.} = ?$

আমরা জানি, $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$

$$\text{বা}, \rho_2 = \frac{\rho_1 T_1}{T_2}$$

আবার, আমরা জানি,

$$c_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{3P}{\rho_2}} = \sqrt{\frac{3P T_1}{\rho_1 T_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} \times 1365 \text{ K}}{1.296 \text{ kg m}^{-3} \times 273 \text{ K}}} \text{ m s}^{-1} \\ = 1082.8 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বায়ুর অণুগুলোর 1092°C তাপমাত্রায় গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 1082.8 m s⁻¹।

সমস্যা ২২। 0°C তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন গ্যাসের গড় বর্গবেগের বর্গমূলীয় মান 493 m s^{-1} । স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় নাইট্রোজেনের ঘনত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

দশম অধ্যায় আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

সমস্যা ২৩। 0°C তাপমাত্রায় একটি হাইড্রোজেন অণুর গতিশক্তি $5.64 \times 10^{-21} \text{ J}$ এবং $R = 8320 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ধরে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{অণুর গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} kT$$

$$\text{বা, } k = \frac{2E}{3T}$$

$$= \frac{2 \times 5.64 \times 10^{-21} \text{ J}}{3 \times 273 \text{ K}}$$

$$= 1.377 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$\text{আবার, } k = \frac{R}{N_A}$$

$$\text{বা, } N_A = \frac{8.314}{1.320 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}} = 6.04 \times 10^{23}$$

অতএব, অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা 6.04×10^{23} ।

সমস্যা ২৫। বাতাসের অণুর গড় বৈরিক গতিশক্তি $6.4 \times 10^{-21} \text{ J}$ ।

বাতাসের উচ্চতা কত? বোলজম্যান ধ্রুবক, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ।

সমাধান : এখানে, বাতাসের বৈরিক গতিশক্তি, $E = 6.4 \times 10^{-21} \text{ J}$

$$\text{বোলজম্যান ধ্রুবক, } K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

বাতাসের উচ্চতা, $T = \text{নির্ণয়}$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{3}{2} KT$$

$$\text{বা, } T = \frac{2E}{3K} = \frac{2 \times 6.4 \times 10^{-21} \text{ J}}{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}}$$

$$\therefore T = 309.18 \text{ K}$$

অতএব, বাতাসের উচ্চতা 309.18 K।

সমস্যা ২৭। কোন উচ্চতায় নাইট্রোজেন অণুর rms বেগ পৃথিবী থেকে মুক্তিবেগের সমান? নাইট্রোজেনের ভর = $4.65 \times 10^{-23} \text{ g}$ । পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6370 km এবং বোলজম্যান ধ্রুবক, $K = 1.37 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ ।

সমাধান : এখানে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6370 \text{ km} = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ নাইট্রোজেন অণুর ভর, $m = 4.65 \times 10^{-23} \text{ g} = 4.65 \times 10^{-26} \text{ kg}$

বোলজম্যান ধ্রুবক, $K = 1.37 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

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

$$\text{পৃথিবীতে মুক্তিবেগ, } v_c = \sqrt{2gR}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 6.37 \times 10^6 \text{ m}}$$

$$= 11173.7 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{প্রতি অণুর গতি শক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv_c^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4.65 \times 10^{-26} \text{ kg} \times (11173.7 \text{ m})^2$$

$$= 2.9 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$\text{শর্তমতে, } \frac{3}{2} kT = 2.9 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$\therefore T = \frac{2 \times 2.9 \times 10^{-18} \text{ J}}{3k}$$

$$= \frac{2 \times 2.9 \times 10^{-18} \text{ J}}{3 \times 1.37 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}} = 141119.22 \text{ K} = 1.4 \times 10^5 \text{ K}$$

সুতরাং তাপমাত্রার মান হবে $1.4 \times 10^5 \text{ K}$ ।

সমস্যা ২৮। কোনো গ্যাসের ৪টি অণুর বেগ যথাক্রমে, 2, 3, 4, 4, 5, 7, 7 এবং 8 kms^{-1} । ওই গ্যাসের অপুগুলির গড়বেগ, গড় বর্গবেগ এবং গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ৪টি অণুর বেগ যথাক্রমে, 2, 3, 4, 4, 5, 7, 7 এবং 8 kms^{-1}

$$\text{গড় বেগ, } \bar{c} = \frac{2 + 3 + 4 + 4 + 5 + 7 + 7 + 8}{8} \text{ kms}^{-1}$$

$$= 5 \text{ kms}^{-1}$$

$$\text{গড় বর্গ বেগ, } \bar{c}^2 = \frac{2^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 7^2 + 7^2 + 8^2}{8} \text{ km}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$= 29 \text{ km}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{গড় বর্গবেগের বর্গমূল, } c_{\text{rms}} = \sqrt{\bar{c}^2} = \sqrt{29} \text{ kms}^{-1} = 5.38 \text{ kms}^{-1}$$

সমস্যা ২৯। যদি অঞ্জিজেন গ্যাসের NTP-তে গড় মুক্ত পথ $9.5 \times 10^{-6} \text{ cm}$ হয় তবে একটি অণুর পরপর দুটি ধাক্কা খাওয়ার মধ্যে সময়ের অবকাশ কত? অঞ্জিজেনের আণবিক ভর = 32; $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ।

সমাধান : এখানে, তাপমাত্রা, $T = 25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$

$$\text{গড় মুক্ত পথ, } \lambda = 9.5 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

$$= 9.5 \times 10^{-6} \times 10^{-2} \text{ m} = 9.5 \times 10^{-8} \text{ m}$$

অঞ্জিজেনের আণবিক ভর, $M = 32 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$

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

পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যে সময়ের অবকাশ, $t = ?$

আমরা জানি, গড় বর্গবেগের বর্গমূল,

$$c_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3 RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 298}{32 \times 10^{-3}}} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore c_{\text{rms}} = 482 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore t = \frac{\lambda}{c_{\text{rms}}} = \frac{9.5 \times 10^{-8} \text{ m}}{482 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore t = 1.97 \times 10^{-10} \text{ s}$$

অতএব, পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যে সময়ের অবকাশ $1.97 \times 10^{-10} \text{ s}$ ।

সমস্যা ৩০। কত তাপমাত্রায় কোনো গ্যাস অণুর গতিশক্তি 600 A তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটনের সমান হবে? [দেওয়া আছে, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, প্লাকের ধ্রুবক, $h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}$]

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল সারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩১। কোনো গ্যাসের উচ্চতা 27°C থেকে বৃদ্ধি করে 327°C করা হলো। দেখাও যে, চূড়ান্ত উচ্চ উচ্চতায় গ্যাস অণুর rms গতিবেগ প্রাথমিক গতিবেগের $\sqrt{2}$ গুণ হবে।

সমাধান : এখানে, প্রথমিক উচ্চতা, $T_1 = 27^{\circ}\text{C} = 300 \text{ K}$

চূড়ান্ত উচ্চতা, $T_2 = 327^{\circ}\text{C} = 600 \text{ K}$

আমরা জানি, $c_{\text{rms}} \propto \sqrt{T}$

এখন, গ্যাস অণুর প্রাথমিক ও চূড়ান্ত rms গতিবেগ যথাক্রমে c_{rms_1} ও c_{rms_2} হলে, $\frac{c_{\text{rms}_1}}{c_{\text{rms}_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

$$\text{বা, } c_{\text{rms}_2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times c_{\text{rms}_1} = \sqrt{\frac{600}{300}} \times c_{\text{rms}_1}$$

$$\therefore c_{\text{rms}_2} = \sqrt{2} \times c_{\text{rms}_1}$$

অতএব, কোনো গ্যাসের উচ্চতা 27°C থেকে 327°C করা হলে এর rms গতিবেগ $\sqrt{2}$ গুণ বৃদ্ধি পায়। (দেখানো হলো)

সমস্যা ৩২। একটি শূক্ষ্ম ও আর্দ্র বাষ্প ধার্মোমিটারে শূক্ষ্ম ও আর্দ্র বাষ্পের তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C ও 19°C । বাষ্পের শিশিরাঙ্ক ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [25°C তাপমাত্রায় G এর মান 1.65; 15°C , 16°C ও 25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের মান যথাক্রমে $12.77 \times 10^{-3} \text{ m}$ । $13.71 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $23.7 \times 10^{-3} \text{ m}$ ।]

সমাধান : এখানে, শূক্ষ্ম, বাষ্পের তাপমাত্রা, $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$

আর্দ্র বাষ্পের তাপমাত্রা, $t_2 = 19^{\circ}\text{C}$

25°C তাপমাত্রায় প্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.65$

15°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = $12.77 \times 10^{-3} \text{ mHg}$

16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = $13.71 \times 10^{-3} \text{ mHg}$

25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 23.7 \times 10^{-3} \text{ mHg}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = ?$

বাষ্পের শিশিরাঙ্ক, $t = t_1 - G(t_1 - t_2)$

$$= 25^{\circ}\text{C} - 1.65(25^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C})$$

$$= 25^{\circ}\text{C} - 9.9^{\circ}\text{C} = 15.1^{\circ}\text{C}$$

$(16 - 15)^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য চাপ বৃদ্ধি

$$= (13.71 \times 10^{-3} - 12.77 \times 10^{-3}) \text{ mHg} = 0.94 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$(15.1 - 15)^{\circ}\text{C} = 0.1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য চাপ বৃদ্ধি

$$= \frac{0.94 \times 10^{-3} \times 0.1}{2} \text{ mHg} = 0.047 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

$$\therefore 15.1^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় বাষ্পচাপ}, f = (12.77 \times 10^{-3} + 0.047) \text{ mHg} \\ = 12.817 \text{ mHg}$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{12.817 \text{ mHg}}{23.7 \text{ mHg}} \times 100\% = 54.08\%$$

সুতরাং বায়ুর শিশিরাঙ্ক 15.1°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 54.08% ।

সমস্যা ৩৩। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 60% হলে বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ কত? 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = 31.70×10^{-3} mHg।

সমাধান : ধরি, বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ = f

$$\text{আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \dots\dots (1)$$

$$\text{এক্ষেত্রে, } R = \frac{60}{100}, F = 31.70 \times 10^{-3} \text{ mHg.}$$

$$\therefore (1) \text{ নং সমীকরণ হতে পাই, } f = R \times F$$

$$= \frac{60}{100} \times 31.70 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \\ = 19.02 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$$

অতএব, জলীয় বাষ্পচাপ 19.02×10^{-3} m Hg।

সমস্যা ৩৪। কোনো একদিনে শিশিরাঙ্ক 8.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 17.5°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। (8°C , 9°C , 17°C ও 18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.35×10^{-3} , 8.03×10^{-3} , 15.48×10^{-3} ও 16.46×10^{-3} m পারদ।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 48.15%]

সমস্যা ৩৫। কোনো একটি আবন্ধ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 27°C ও শিশিরাঙ্ক 15°C । তাপমাত্রা কমে 17°C হলে, জলীয় বাষ্পের চাপ ও শিশিরাঙ্ক কত হবে? [সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 15°C তাপমাত্রায় 12.8×10^{-3} m পারদ।]

সমাধান : এখানে, আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 27^{\circ}\text{C} = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$
শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 17^{\circ}\text{C} = (273 + 17) \text{ K} = 290 \text{ K}$

জলীয় বাষ্পের চাপ = ?

শিশিরাঙ্ক = ?

ধরি, 27°C ও 17°C -এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে P_1 ও P_2 তাহলে শিশিরাঙ্কের সংজ্ঞানুসারে, $P_1 = 27^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 15°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 12.8×10^{-3} m Hg

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

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} = \frac{12.8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 290 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 0.01237 \text{ m Hg}$$

∴ জলীয় বাষ্পের চাপ = 12.37 mm Hg ।

ধরি, শিশিরাঙ্ক $t^{\circ}\text{C}$; তাহলে, $t^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পের চাপ = 12.37×10^{-3} m পারদ।

0.8×10^{-3} m চাপের পার্থক্য হয় 1°C তাপমাত্রার জন্য। তাহলে 0.37×10^{-3} m চাপের পার্থক্য হয়,

$$\frac{1^{\circ}\text{C} \times 0.37 \times 10^{-3} \text{ m}}{0.8 \times 10^{-3} \text{ m}} = 0.462^{\circ}\text{C} \text{ এর জন্য।}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক, } t = 14^{\circ}\text{C} + 0.4625^{\circ}\text{C} = 14.462^{\circ}\text{C}$$

সুতরাং জলীয় বাষ্পের চাপ 12.37 mm পারদ এবং শিশিরাঙ্ক 14.462°C ।

সমস্যা ৩৬। কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 10°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 67.30% । ঐ দিনের বায়ুর সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ কত? 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ 13.64×10^{-3} m।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩৭। নির্দিষ্ট কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 8.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 18°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নির্ণয় কর। দেওয়া আছে 8°C , 9°C এবং 18°C তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ বায়ুচাপ যথাক্রমে 0.084 m , 0.0861 m এবং 0.1546 m পারদ।

সমাধান : 8°C থেকে 9°C অর্থাৎ 1°C এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপ বৃদ্ধি = $(8.61 - 8.04) \text{ cm Hg} = 0.57 \text{ cm Hg}$

সুতরাং, 0.5°C এর জন্য সর্বাধিক বায়ুচাপ বৃদ্ধি = $0.5 \times 0.57 \text{ cm Hg} = 0.285 \text{ cm Hg}$

শিশিরাঙ্কে অর্থাৎ 8.5°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ,

$$f = (8.04 + 0.285) \text{ cm Hg} = 8.325 \text{ cm Hg}$$

$$\text{এখন, } 19^{\circ}\text{C} \text{ থেকে } 18^{\circ}\text{C} \text{ অর্থাৎ } 1^{\circ}\text{C} \text{ এর জন্য বায়ুচাপ বৃদ্ধি,} \\ = (16.46 - 15.46) \text{ cm Hg} = 1.0 \text{ cm Hg}$$

$$\text{তাহলে } 0.4^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুচাপের বৃদ্ধি} \\ = (0.4 \times 1.0) \text{ cm Hg} \\ = 0.4 \text{ cm Hg}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় অর্থাৎ 18.4°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বায়ুচাপ

$$F = (15.46 + 0.4 \text{ cm Hg}) = 15.86 \text{ cm Hg}$$

$$\text{আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্ধতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\% \\ = \frac{8.325}{15.86} \times 100\% = 52.5\%$$

সুতরাং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 52.5% ।

সমস্যা ৩৮। কোনো একটি বন্ধ ঘরের তাপমাত্রা 17°C , শিশিরাঙ্ক 12°C । তাপমাত্রা কমে 14°C হলে, শিশিরাঙ্ক কত হবে? (10°C ও 12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 9.2×10^{-3} m ও 10.5×10^{-3} m পারদ)।

সমাধান : মনে করি,
 17°C এবং 14°C তাপমাত্রায় এই স্থানের অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে P_1 ও P_2 ।

শিশিরাঙ্কে অনুসারে,

$$P_2 = 14^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} \\ = 12^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} = 10.5 \times 10^{-3} \text{ m (Hg)}$$

আবার, স্থানটি আবন্ধ বলে বায়ুর আয়তন নির্দিষ্ট।

$$\text{কাজেই সূত্রানুসারে আমরা পাই, } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{T_1 P_2}{T_2} = \frac{(14 + 273)}{(17 + 273)} \times 10.5 \times 10^{-3} \text{ m (Hg)}$$

$$\therefore P_1 = 10.39 \text{ mm (Hg)}$$

মনে করি, পরিবর্তিত শিশিরাঙ্ক $t^{\circ}\text{C}$

$$\therefore t^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ} = 9.2 \times 10^{-3} \text{ m (Hg)}$$

এখন, 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = 9.2×10^{-3} m mm (Hg)

এবং 12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = 10.5×10^{-3} m (Hg)

$$(12 - 10)^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রায় পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য} \\ = (10.5 - 9.2) \text{ mm (Hg)} = 1.3 \text{ mm (Hg)}$$

$$(10.39 - 9.2) \text{ mm (Hg)} = 1.19 \text{ mm চাপ বৃদ্ধির জন্য}$$

$$\text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি} \left(\frac{1.19}{1.3} \times 2 \right) ^{\circ}\text{C} = 1.83^{\circ}\text{C}$$

নতুন শিশিরাঙ্ক, $t = (10 + 1.83)^{\circ}\text{C}$

সুতরাং পরিবর্তিত জলীয় বাষ্পের চাপ 10.39 mm(Hg) এবং

শিশিরাঙ্ক 11.83°C ।

সমস্যা ৩৯। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C ও আঃ আর্দ্ধতা 60% । যদি সেই স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুবৃত্তি জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? [12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 10.5×10^{-3} m ও 19.8×10^{-3} m]

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.116 ডাগ ঘনীভূত হবে।]

১০ ড. শাহজাহান তপন, মুহসিন আজিজ হাসান ও ড. রামা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। স্থির উচ্চতায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর প্রয়াণ চাপের আয়তনের ৪ গুণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১মং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। 600 mmHg চাপে 19.0 m^3 আয়তনের আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা কত হবে? যদি একই গ্যাস 27°C তাপমাত্রায় এবং 760 mmHg চাপে 12.0 m^3 আয়তন দখল করে।

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 600 \text{ mmHg}$
প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 19.0 \text{ m}^3$

শেষ চাপ, $P_2 = 760 \text{ mmHg}$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273)\text{K} = 300 \text{ K}$

শেষ আয়তন, $V_2 = 12.0 \text{ m}^3$

প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = ?$

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

$$\text{বা, } \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 V_2} = \frac{600 \text{ mmHg} \times 19.0 \text{ m}^3 \times 300 \text{ K}}{760 \text{ mmHg} \times 12.0 \text{ m}^3} = 375 \text{ K}$$

$$\therefore \text{তাপমাত্রা, } T_1 = (375 - 273)^\circ\text{C} = 102^\circ\text{C}$$

সুতরাং আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা হবে 102°C ।

সমস্যা ৩। 0.64 m পারদস্ত চাপে এবং 39°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। প্রমাণ চাপে ও 27°C তাপমাত্রায় 32 g অক্সিজেনের আয়তন বের কর।

সমাধান : এখানে, অক্সিজেনের ভর, $m = 32 \text{ g}$ ও $M = 32 \text{ g mol}^{-1}$
মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

প্রমাণ চাপ, $P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N m}^{-2}$

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

$$\text{অক্সিজেনের মোল সংখ্যা, } n = \frac{m}{M} = \frac{32 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$$

আমরা জানি, $PV = nRT$

$$\text{বা, } V = \frac{nRT}{P}$$

$$\therefore V = \frac{1 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{101325 \text{ N m}^{-2}} = 0.0246 \text{ m}^3$$

নির্ণেয় অক্সিজেনের আয়তন 0.0246 m^3 ।

সমস্যা ৫। একটি ফ্লাকে 30°C তাপমাত্রায় এবং ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে কিছু বাতাস আবশ্য আছে। এখন ফ্লাকের মুখ ছিপি দিয়ে আটকিয়ে একে উত্তপ্ত করা শুরু হলো। ছিপিটি খুলতে যদি ৪ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের প্রয়োজন হয় তবে কত তাপমাত্রা পর্যন্ত একে উত্তপ্ত করলে ছিপিটি খুলে যাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। 300°C তাপমাত্রায় 40 m^3 আয়তনের কোনো পাত্রে 4 মোল গ্যাস রাখলে যদি $9.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ চাপ দেয় তাহলে 600°C তাপমাত্রায় 100 m^3 আয়তনের পাত্রে আবশ্য 200 মোল গ্যাস কী পরিমাণ চাপ দেবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। কোনো হৃদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদ্বুদের আয়তন তিনগুণ বেড়ে যায়। হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 N m^{-2} হলে হৃদের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। কোনো হৃদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদ্বুদের আয়তন বিগুণ হয়। হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 N m^{-2} হলে হৃদের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। কোনো হৃদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদ্বুদের ব্যাস তিন গুণ হয়ে যায়। ব্যারোমিটারে পারদ তল্ডের উচ্চতা 75 cm হলে হৃদের গভীরতা কত? [পারদের ঘনত্ব 13596 kg m^{-3}]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। কোনো হৃদের তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদ্বুদের আয়তন তার পৃষ্ঠে ওঠার পর বেড়ে 10 গুণ হয়। হৃদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ 76 cm পারদ স্তুত হলে হৃদের গভীরতা কত? পারদের ঘনত্ব $13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 93.024 m]

সমস্যা ১১। কোনো হৃদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদ্বুদের আয়তন 7 গুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^6 N m^{-2} হৃদের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 612.25 m]

সমস্যা ১২। 27°C তাপমাত্রায় প্রতি গ্রাম অণু হিলিয়াম গ্যাসের পতিষ্ঠিতি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 3739.5 J]

সমস্যা ১৩। STP-তে কোনো গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর। STP-তে এই গ্যাসের ঘনত্ব 1.4 kg m^{-3} ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 465.91 ms^{-1}]

সমস্যা ১৪। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব 1.25 kg m^{-3} । অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 493.1 ms^{-1}]

সমস্যা ১৫। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে অক্সিজেনের অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে অক্সিজেনের ঘনত্ব $= 1.43 \text{ kg m}^{-3}$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 461 ms^{-1}]

সমস্যা ১৭। স্থির চাপে কোনো তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের অণুর গড় বর্গবেগের প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রার মূল গড় বর্গবেগের অর্ধেক হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। কোনো এক দিন বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং শিশিরাকে 22°C হলে আপেক্ষিক আর্হতা নির্ণয় কর। 30°C এবং 22°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ ঘথাক্রমে 31.83 এবং 19.83 mm পারদ চাপ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 62.3%]

সমস্যা ১৯। একটি নিশ্চিত দিনে যখন বায়ুর উরুতা 17.5°C তখন শিশিরাকে দেখা গেলো 14°C আপেক্ষিক আর্হতা নির্ণয় করা সর্বোচ্চ জলীয় বাষ্প 14°C এ 1.199 cm (পারদ), 17°C এ 1.44 cm (পারদ), এবং 18°C এ 1.55 cm (পারদ)

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 80.2%]

সমস্যা ২০। কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 26°C এবং শিশিৱাঙ্ক 20.4°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নিৰ্ণয় কৰ। 20°C , 22°C ও 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 17.54 mm , 19.83 mm এবং 25.21 mm Hg চাপ।
সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 71.39%]

সমস্যা ২১। কোনো একদিন শিশিৱাঙ্ক 7.5°C এবং কক্ষ তাপমাত্রা 18.5°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নিৰ্ণয় কৰ। 7°C , 8°C , 18°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.53 \times 10^{-3}\text{ m}$, $8.05 \times 10^{-3}\text{ m}$, $15.48 \times 10^{-3}\text{ m}$ এবং $16.46 \times 10^{-3}\text{ m}$ পাৰদ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। নিন্দিট কোনো এক দিনের শিশিৱাঙ্ক 8.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 18.4°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নিৰ্ণয় কৰ। (8°C , 9°C , 18°C ও 19°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ যথাক্রমে 8.04 , 8.61 , 15.46 এবং 16.46 cm পাৰদ)

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 52.5%]

সমস্যা ২৩। কোনো একদিন শিশিৱাঙ্ক 7.6°C ও বায়ুর তাপমাত্রা 16°C আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নিৰ্ণয় কৰ। 7°C , 8°C ও 16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3}\text{ m}$, $8 \times 10^{-3}\text{ m}$ এবং $13.5 \times 10^{-3}\text{ m}$ পাৰদ)

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 57.78%]

সমস্যা ২৪। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 60% হলে বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ কত? 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = $31.70 \times 10^{-3}\text{ mHg}$ ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। কোনো এক স্থানের তাপমাত্রা 32°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্ধতা 50% হলে ঐ স্থানের শিশিৱাঙ্ক কত? [20.25°C এবং 32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 17.83 mm এবং 35.66 mm পাৰদ]।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৬। কোনো একদিন সিন্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্ধতামাপক যন্ত্ৰের শুষ্ক বাল্বের পাঠ 30°C এবং সিন্ত বাল্বের পাঠ 28°C । আপেক্ষিক আর্দ্ধতা নিৰ্ণয় কৰ। 30°C -এ ইয়েইসিয়ারের উৎপাদক 1.65 এবং 26°C , 28°C , 30°C -তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $25.25 \times 10^{-3}\text{ m}$, $28.45 \times 10^{-3}\text{ m}$ এবং $31.85 \times 10^{-3}\text{ m Hg}$ চাপ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 82.79%]

৩ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীৰ গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। স্থির উষ্ণতায় কত চাপ প্রয়োগ কৰলে একটি গ্যাসের আয়তন এৰ স্বাভাৱিক চাপে আয়তনের ৪ গুণ হবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। ছিপি আঁটা একটি বোতল স্বাভাৱিক চাপে 27°C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস আছে। বাতাসেৰ তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত কৰলে গ্যাসেৰ চাপ কত হবে?

সমাধান : এখানে,

$$\text{আদি তাপমাত্রা, } T_1 = 27^{\circ}\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$\text{শেষ তাপমাত্রা, } T_2 = 50^{\circ}\text{C} = (50 + 273) \text{ K} = 323 \text{ K}$$

$$\text{আদি চাপ, } P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$\text{শেষ চাপ, } P_2 = ?$$

দশম অধ্যায় আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

সমস্যা ৮। যদি $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ হয় তবে 72 cm পারদ চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় 20 g অঙ্গিজেনের আয়তন নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 20 \text{ g} = 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$

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

গ্যাস ধূৰ্বক, $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

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

$$\text{চাপ}, P = h\rho g = 72 \times 10^{-2} \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$= 9.6 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{আমৰা জানি, } PV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } V = \frac{mRT}{PM} = \frac{20 \times 10^{-3} \times 8.31 \times 300}{9.6 \times 10^4 \times 32 \times 10^{-3}} = 1.623 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

অতএব, অঙ্গিজেনের আয়তন $1.623 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ।

সমস্যা ৯। স্থিৰ আয়তনে 0°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে, 60°C তাপমাত্রায় এর চাপ কত হবে?

সমাধান : আমৰা জানি,

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

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

$$= \frac{3 \times 10^5 \text{ Pa} \times 333 \text{ K}}{273 \text{ K}}$$

$$= 3.66 \times 10^5 \text{ Pa}$$

অতএব, 60°C তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ $3.66 \times 10^5 \text{ Pa}$ ।

সমস্যা ৬। একটি লেকের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসার সময় বাতাসের বৃদ্ধবৃদ্ধ আয়তনে ছিঁড়ণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 N m^{-2} হলে লেকটির গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 10.2 m]

সমস্যা ৭। ছন্দের তলদেশ হতে পৃষ্ঠদেশে আসায় একটি বায়ু বৃদ্ধবৃদ্ধের ব্যাস ছিঁড়ণ হয়। ছন্দের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ব্রাতৰিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান এবং ছন্দের পানির উক্ততা ধূব হলে ছন্দের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। একজন ডুরুৱি ছন্দের তলদেশে কাজ করার সময় 2.0 cm^3 আয়তনের বৃদ্ধবৃদ্ধ ওপরের দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। পানির উপরিতলে বৃদ্ধবৃদ্ধের আয়তন হয় 4.0 cm^3 কিন্তু তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে। যদি বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10 m পানির চাপের সমান হয়, ছন্দের গভীরতা কত?

সমাধান : এখানে, তলদেশে বৃদ্ধবৃদ্ধের আয়তন, $V_1 = 2.0 \text{ cm}^3$

উপরিতলে বৃদ্ধবৃদ্ধের আয়তন, $V_2 = 4.0 \text{ cm}^3$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$; অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, $P_2 = 10 \text{ m} \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$

h গভীরতায় চাপ, $P_1 = P_2 + h\rho g$, ছন্দের গভীরতা, $h = ?$

আমৰা জানি, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{বা, } (P_2 + h\rho g) V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho g = P_2$$

$$\text{বা, } h\rho g = P_2$$

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

সুতৰাং ছন্দের গভীরতা 10 m ।

১০. ড. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, তুমায়ন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুলিঙ্গনীয় গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। স্থিৰ তাপমাত্রায় $1.5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে নির্দিষ্ট কিছু গ্যাসের আয়তন 0.003 m^3 ; $5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭০ (ক) নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.0009 m^3]

সমস্যা ৯। 0.64 m পারদস্ত চাপে এবং 39°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রাথমিক চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 30°C তাপমাত্রায় এবং $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 100 cm^3 ; 80°C তাপমাত্রায় ও 10^6 Pa চাপে এর আয়তন কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 58.25 cm^3]

সমস্যা ১১। স্থিৰ চাপে $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ আয়তনের কোনো গ্যাসকে 0°C হতে 68.25°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করার ফলে এর আয়তন $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ বৃদ্ধি পেলে পৰম শূন্য তাপমাত্রার মান কত?

সমাধান : আমৰা জানি, $V_0 = V_0 (1 + \gamma_p \theta)$

পৰম শূন্য তাপমাত্রায়, $V_0 = 0$

$$\therefore 0 = V_0 (1 + \gamma_p \theta) \quad \text{এখানে,}$$

$$\text{প্রাথমিক আয়তন, } V_0 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{আয়তন বৃদ্ধি, } \Delta V = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{তাপমাত্রার ব্যবধান, } \Delta\theta = 68.25^\circ\text{C}$$

$$\text{পৰম শূন্য তাপমাত্রা, } \theta = ?$$

$$\text{আবার, } \gamma_p = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3} \times 68.25} / {}^\circ\text{C} = \frac{1}{273} / {}^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$\text{স্বীকৃতণ (1) ও (2) হতে পাওয়া যায়, } \theta = \frac{-1}{\frac{1}{273}} = -273^\circ\text{C}$$

∴ পৰম শূন্য তাপমাত্রার মান -273°C ।

সমস্যা ১৪। S. T. P.-তে কোনো গ্যাসের অণুগুলোর গড় বৰ্গবেগের বৰ্গমূল নির্ণয় কর। S. T. P.-তে ঐ গ্যাসের ঘনত্ব 1.4 kg m^{-3} .

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। একটি গ্যাসের অণুর ব্যাসাৰ্ধ $3 \times 10^{-10} \text{ m}$ এবং প্ৰতি ঘন সেন্টিমিটাৰে অণুৰ সংখ্যা 6×10^{20} হলে অণুৰ গড় মুক্তপথ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4.17 \times 10^{-9} \text{ m}$]

সমস্যা ১৬। স্থিৰ তাপমাত্রায় $7.5 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}$ চাপে নির্দিষ্ট গ্যাসের আয়তন 0.006 m^3 ; $3 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে ঐ গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭০ (ক) নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.0015 m^3]

সমস্যা ১৭। স্থিৰ তাপমাত্রায় 10^5 N m^{-2} চাপে নির্দিষ্ট ভৱের গ্যাসের আয়তন 0.005 m^3 ; কত চাপে এর আয়তন 0.00125 m^3 হবে?

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক চাপ, $P_1 = 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$$\text{প্রাথমিক আয়তন, } V_1 = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{শেষ আয়তন, } V_2 = 0.00125 \text{ m}^3$$

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

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{10^5 \text{ N m}^{-2} \times 0.005 \text{ m}^3}{0.00125 \text{ m}^3} = 4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

অতএব, স্থিৰ তাপমাত্রায় $4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন 0.00125 m^3 হবে।

সমস্যা ১৮। স্থিৰ তাপমাত্রায় 10^5 N m^{-2} চাপে নির্দিষ্ট ভৱের কিছু গ্যাসের আয়তন 0.005 m^3 ; $5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে গ্যাসটির আয়তন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭০ (ক) নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.001 m^3]

সমস্যা ৩। স্থির চাপে 27°C তাপমাত্রায় 200 m^3 আয়তনের গ্যাসকে 327°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলো। গ্যাসটির আয়তন কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 400 m^3]

সমস্যা ৪। একটি পাত্রে 0°C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস রক্ষিত আছে। কত তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ 0°C তাপমাত্রার চাপের এক-তৃতীয়াংশ হবে? [ধরে নাও, পাত্রের আয়তন অপরিবর্তিত থাকে।]

সমাধান : ধরি, নির্ণয় তাপমাত্রা = $T_2 \text{ K}$

আমরা জানি, স্থির আয়তনে,

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

$$\text{বা, } \frac{P}{273 \text{ K}} = \frac{3}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 91 \text{ K}$$

নির্ণয় তাপমাত্রা 91 K ।

সমস্যা ৫। স্থির তাপমাত্রায় $2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ চাপে নির্দিষ্ট ভরের কিছু গ্যাসের আয়তন 0.002 m^3 , কত চাপে গ্যাসটির আয়তন 0.001 m^3 হবে?

সমাধান : শাহজাহান তপন, আজিজ হাসান ও রানা চৌধুরী স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $4 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$]

সমস্যা ৬। স্থির উষ্ণতায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপে আয়তনের ৪ গুণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। কোনো ছবদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে পৃষ্ঠে আসার সময় বাতাসের বুদবুদ আয়তনে ছিঁড়ুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 N m^{-2} হলে ছবদের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 10.2 m]

সমস্যা ৮। একজন ডুর্বলি ছবদের তলদেশে কাজ করার সময় 2.0 cm^3 আয়তনের বুদবুদ উপরের দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। পানির উপরিতলে বুদবুদের আয়তন হয় 4.0 cm^3 কিন্তু তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে। যদি বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10 m পানির চাপের সমান হয়, ছবদের গভীরতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 10 m]

সমস্যা ৯। লবণ্যাঙ্ক কোনো ছবদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসার ফলে কোনো বায়ু বুদবুদ আয়তনে ছিঁড়ুণ হয়। যদি বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Pa হয়, তবে বুদবুদটি কর্তৃক উল্লম্ব অতিক্রান্ত দ্রুত কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 10 m]

সমস্যা ১০। 30 m গভীর একটি ছবদের তলদেশে বুদবুদের আয়তন যদি 3.0 cm^3 হয়, পানির উপরিতলে এর আয়তন কত হবে? (ধরে নাও তাপমাত্রা অপরিবর্তিত ছিল এবং বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10 m পানির চাপের সমান।)

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১। ছিপি আঁটা একটি বোতল স্বাভাবিক চাপে 27°C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস আছে। বাতাসের তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করলে গ্যাসের চাপ কত হবে?

সমাধান : শাহজাহান তপন, আজিজ হাসান ও রানা চৌধুরী স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1.0909 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$]



প্রতিক্রিয়া সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ১২। 30°C তাপমাত্রায় এবং $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 100 cm^3 । 80°C তাপমাত্রায় ও 10^6 Pa চাপে এর আয়তন কত হবে?

সমাধান : শাহজাহান তপন, আজিজ হাসান ও রানা চৌধুরী স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 58.25 cm^3]

সমস্যা ১৩। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব 0.09 kg m^{-3} । হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোনো গ্যাসের ঘনত্ব 1.25 kg m^{-3} । এ গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 493.1 ms^{-1}]

সমস্যা ১৫। স্থির চাপে কোনো তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগের ছিঁড়ুণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। 27°C তাপমাত্রায় মোল অণু হিলিয়ামের গতিশীলতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $3.74 \times 10^3 \text{ J}$]

সমস্যা ১৭। 27°C তাপমাত্রায় 2 gm নাইট্রোজেনের গতিশীলতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। 30°C তাপমাত্রায় অক্সিজেনের মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৯। কোনো সময়ে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা 17°C এবং শিশিরাঙ্ক 12°C ; 17°C ও 12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বায়ুচাপ যথাক্রমে $14.42 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $10.46 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ। ঐ সময়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 72.54%]

সমস্যা ২১। কোনো সময়ে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা 17°C এবং শিশিরাঙ্ক 12°C ; 17°C ও 12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বায়ুচাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $13.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ। ঐ সময়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 57.78%]

সমস্যা ২৩। কোনো স্থানের তাপমাত্রা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা যথাক্রমে 28°C ও 60% । ঐ স্থানের জলীয় বাষ্পের চাপ কত? [28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = $28.35 \times 10^{-3} \text{ m}$]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $17.01 \times 10^{-3} \text{ mHg}$]

সমস্যা ২৪। কোনো একদিনে শিশিরাঙ্ক 12°C । ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা 16°C । যদি সম্পৃক্ত বায়ুচাপ 12°C ও 16°C তাপমাত্রায় যথাক্রমে $10.51 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $13.62 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ হয়, তাহলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 77.17%]

সমস্যা ২৫। কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 95°F ও শিশিরাঙ্ক 77.9°F ; 25°C , 26°C ও 35°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বায়ুচাপ যথাক্রমে $23.69 \times 10^{-3} \text{ m}$, $25.17 \times 10^{-3} \text{ m}$ ও $45.9 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ। বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।