

## অধ্যায়-১০: আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

**প্রশ্ন-১** কোনো একদিন ল্যাবরেটরিতে সিক্ত ও শুষ্ক বাষ্প আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাষ্পের পাঠ  $30^\circ\text{C}$  এবং সিক্ত বাষ্পের পাঠ  $28^\circ\text{C}$  পাওয়া গেল। ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ ও গ্লেইসারের উৎপাদকের মান নিচের সারণি-১ এ প্রদত্ত হলো:

সারণি-১

তাপমাত্রা	সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ (m Hg)	গ্লেইসারের উৎপাদক
$26^\circ\text{C}$	$25.21 \times 10^{-3}$	1.69
$28^\circ\text{C}$	$28.35 \times 10^{-3}$	1.67
$29^\circ\text{C}$	$29.93 \times 10^{-3}$	1.66
$30^\circ\text{C}$	$31.83 \times 10^{-3}$	1.65

[সি. বো. ২০১৭]

- সংরক্ষণশীল বলের সংজ্ঞা দাও। ১
- স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্রান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী? ২
- ল্যাবরেটরিতে ঐ দিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত ছিল নির্ণয় কর। ৩
- যদি ঐ দিন তাপমাত্রা হঠাৎ  $1^\circ\text{C}$  হ্রাস পায় তবে শিশিরাজকের পরিবর্তন কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি বস্তু পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে বস্তুটির ওপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হয়, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে। যেমন— মহাকর্ষজ বল।

**খ** যে মানের বল পর্যন্ত কোন বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে, তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। আবার কোন তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের দ্রুত হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় এবং বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয়। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি বলে। তখন অসহ্য ভারের চেয়ে কম ভারে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেই তারটি ছিড়ে যেতে পারে।

স্থিতিস্থাপক সীমা এবং স্থিতিস্থাপক ক্রান্তির প্রধান পার্থক্য হল— স্থিতিস্থাপক সীমার ক্ষেত্রে এই সীমা অতিক্রম করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বিলুপ্ত হয় এবং তা পরবর্তীতে আর ফিরে পায় না। কিন্তু স্থিতিস্থাপক ক্রান্তিতে বস্তু সাময়িকভাবে তার স্থিতিস্থাপক ধর্ম হারায় কিন্তু কিছু সময় পরে আবার স্থিতিস্থাপক ধর্ম ফিরে পায়।

**গ** দেওয়া আছে,

শুষ্ক বাষ্পের পাঠ,  $\theta_1 = 30^\circ\text{C}$

সিক্ত বাষ্পের পাঠ,  $\theta_2 = 28^\circ\text{C}$

$30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক,  $G = 1.65$

মনে করি,

শিশিরাজক =  $\theta$

শিশিরাজকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ =  $f$

$\theta_1$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,  $F = 31.83 \times 10^{-3}$  mHg

আমরা জানি,

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

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

$$= 30 - 1.65(30 - 28)$$

$$= 30 - 3.3$$

$$= 26.7^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{এখন, } (28 - 26)^\circ\text{C} &= 2^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} \\ &= (28.35 - 25.21) \times 10^{-3} \text{ m Hg} \\ &= 3.14 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.7^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি} &= \frac{3.14 \times 10^{-3} \times 0.7}{2} \\ &= 1.099 \times 10^{-3} \text{ m Hg} \end{aligned}$$

$\therefore 26.7^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,

$$\begin{aligned} f &= 25.21 \times 10^{-3} + 1.099 \times 10^{-3} \\ &= 26.309 \times 10^{-3} \text{ mHg} \end{aligned}$$

$\therefore$  আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $= \frac{f}{F} \times 100\%$

$$\begin{aligned} &= \frac{26.309 \times 10^{-3}}{31.83 \times 10^{-3}} \times 100\% \\ &= 82.65\% \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে শুরু করে তাকে শিশিরাজক বলে। শিশিরাজক বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে না। তাপমাত্রা কমতে কমতে শিশিরাজকে যাওয়া পর্যন্ত যদি জলীয় বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন না হয় তবে শিশিরাজকের কোনো পরিবর্তন হবে না। এক্ষেত্রে বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  এবং শিশিরাজক  $26.7^\circ\text{C}$ । বায়ুর তাপমাত্রা  $1^\circ\text{C}$  কমায় জলীয় বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন হয় নি। ফলে শিশিরাজকের কোনো পরিবর্তন হবে না। তবে পরীক্ষাগারে অল্প পরিমাণ বায়ু নিয়ে এর তাপমাত্রা হঠাৎ  $1^\circ\text{C}$  কমানো হলে সামান্য পরিমাণ বাষ্পকণা সুপ্ততাপ ছেড়ে দিয়ে শিশিরে পরিণত হতে পারে। ফলে মোট জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে যাবে। তখন শিশিরাজক আরো নিচে নেমে যাবে।

**প্রশ্ন-২** একটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে একটি হ্রদের  $40.81\text{m}$  গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় সেটি ১ লিটার আয়তন ধারণ করল। হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরও ১ লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। বায়ুমণ্ডলের চাপ  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ , পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $g = 9.804 \text{ ms}^{-2}$ ।

[সি. বো. ২০১৭]

- প্রমাণ চাপ কী? ১
- সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলতে কী বুঝ? ২
- নিমজ্জনের পূর্বে উদ্ভীপকের বেলুনের আয়তন কত ছিল? ৩
- বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণের ক্ষমতা ৯ লিটার। পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে কী? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সমুদ্র পৃষ্ঠে  $45^\circ$  অক্ষাংশে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $760 \text{ mm}$  বিশুদ্ধ পারদ স্তরের চাপকে প্রমাণ চাপ বলা হয়।

**খ** পাত্রের দেয়াল তাপ সুপরিবাহী এবং গ্যাসের সংকোচন বা প্রসারণ ধীরে ধীরে সংগঠিত হলে গ্যাস পরিবেশকে তাপ দেয় অথবা পরিবেশ হতে তাপ গ্রহণ করে। ফলে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে। এতে গ্যাসের চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয়। তাপগতীয় এ প্রক্রিয়াকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

**গ** মনে করি, নিমজ্জনের পূর্বে বেলুনের আয়তন ছিল  $= V_1$

হ্রদের তলদেশে বেলুনের প্রারম্ভিক আয়তন,  $V_2 = 1 \text{ L}$

হ্রদের গভীরতা,  $h = 40.81 \text{ m}$

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

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

বয়েলের সূত্রানুসারে,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_1 V_1 = (P_1 + h\rho g) V_2$$

$$\therefore V_1 = \frac{(P_1 + h\rho g) V_2}{P_1}$$

$$= \frac{10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2} + 40.81 \text{ m} \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}}{10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}} \times 1 \text{ L}$$

$$= 5 \text{ L}$$

অতএব, নিমজ্জনের পূর্বে উদ্দীপকের বেলুনের আয়তন 5 L ছিল। (Ans.)

ঘ হ্রদের তলদেশে বেলুনটির নতুন আয়তন,  $V_1 = (1 \text{ L} + 1 \text{ L}) = 2 \text{ L}$  ধরি, পৃষ্ঠ দেশে আসলে বেলুনের আয়তন =  $V_2$

$$\therefore P_2 V_2 = P_1 V_1$$

$$\therefore V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{(P_2 + h\rho g) V_1}{P_2}$$

$$= \frac{10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2} + 40.81 \text{ m} \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}}{10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}} \times 2 \text{ L}$$

$$= 10 \text{ L} > 9 \text{ L}$$

সুতরাং পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় পৌছাবে না। বেলুনটি ফেটে যাবে।

**প্রশ্ন ৩** পদার্থবিজ্ঞান বিভাগের প্রধান স্যার অফিস কক্ষে প্রবেশ করে দেখতে পেলেন হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাষ্পের পাঠ  $30^\circ\text{C}$  এবং ঐদিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 75%। তিনি এসি চালু করে কক্ষের তাপমাত্রা  $23^\circ\text{C}$ -এ নামিয়ে নিলেন। তখন আর্দ্র বাষ্পের পাঠ  $14.76^\circ\text{C}$ । [গ্নেইসারের তালিকায়  $30^\circ\text{C}$  এবং  $23^\circ\text{C}$  এ গ্নেইসারের উৎপাদক যথাক্রমে  $G = 1.65$  এবং  $G = 1.74$ । রেনোর তালিকায়  $30^\circ\text{C}$ ,  $23^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  এবং  $9^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 29.92 mm, 20.24 mm, 8.29 mm এবং 9.22 mm পারদ চাপ।

[রা. বো. ২০১৭]

- স্বাধীনতার মাত্রা কী? ১
- একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুবক থাকে-ব্যাখ্যা কর। ২
- ঐ দিন সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা  $23^\circ\text{C}$ -এ নেমে এলে বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? ৩
- কক্ষের ভিতর এসি চালু করায় বিভাগীয় প্রধান স্যার আরাম বোধ করেন কেন? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো গতিশীল সিস্টেম অবাধে বা স্বাধীনভাবে যতগুলো গতির অধিকারী হতে পারে তাকে ঐ গতিশীল সিস্টেমের স্বাধীনতার মাত্রা বলে অথবা কোনো গতিশীল সংস্থার অবস্থা বা অবস্থান নির্দিষ্টভাবে প্রকাশের জন্য যতগুলো স্থানাঙ্কের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ গতিশীল সংস্থার স্বাভাবিক মাত্রা বা স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

**খ** এক মোল কোনো গ্যাসের গড় গতিশক্তি  $E$  হলে,

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

যেখানে,  $R$  সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক এবং তাপমাত্রা  $T$ । এখানে দেখা যায় যে ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের গড় গতিশক্তি শুধু তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ  $E \propto T$ । আবার ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের এক মোলে  $6.022 \times 10^{23}$  টি অনু থাকে।

সুতরাং, নির্দিষ্ট সংখ্যক অনু বিবেচনা করলে, তাপমাত্রা স্থির থাকলে ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুব থাকে।

**গ** দেওয়া আছে,

শুষ্ক বাষ্পের পাঠ বা বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$

$30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $F = 29.92 \text{ mm}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 75\% = 0.75$

শিশিরাক্ষে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $f = ?$

আমরা জানি,

$$R = \frac{f}{F}$$

$$\therefore f = R \times F = 0.75 \times 29.92 \text{ mm} = 22.44 \text{ mm}$$

সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা,  $23^\circ\text{C}$

$23^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 20.24 mm

সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের পরিবর্তন,  $22.44 \text{ mm} - 20.24 \text{ mm} = 2.2 \text{ mm}$

জলীয় বাষ্পের ভরের পরিবর্তন = জলীয় বাষ্পের চাপের পরিবর্তন

শিশিরাক্ষে সং জঃ বাষ্পের ভর = শিশিরাক্ষে সং জঃ বাষ্পের চাপ

$$\frac{\text{ঘনীভূত জলীয় বাষ্পের ভর}}{\text{দুপুরে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}} = \frac{2.2 \text{ mm}}{22.44 \text{ mm}} = 9.8\%$$

সুতরাং ঘনীভূত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ 9.8% (Ans.)

**ঘ** এসি চালু করার পরে,

শুষ্ক বাষ্পের পাঠ,  $\theta_1 = 23^\circ\text{C}$

আর্দ্র বাষ্পের পাঠ,  $\theta_2 = 14.76^\circ\text{C}$

$23^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্নেইসারের উৎপাদক,  $G = 1.74$

শিশিরাক্ষে  $\theta$  হলে,

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

$$= 23 - 1.74(23 - 14.76)$$

$$= 8.66^\circ\text{C}$$

আবার,  $8^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 8.92 mm (Hg)

$9^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 9.22 mm (Hg)

$\therefore 1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি

$$= (9.22 - 8.92) \text{ mm (Hg)} = 0.3 \text{ mm (Hg)}$$

$$\therefore 0.66^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি}$$

$$= 0.3 \times 0.66 = 0.198 \text{ mm (Hg)}$$

$\therefore 8.66^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,

$$f = (8.92 + 0.198) \text{ mm (Hg)} = 9.118 \text{ mm (Hg)}$$

এবং বায়ুর তাপমাত্রা  $23^\circ\text{C}$  এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,

$$F = 20.24 \text{ mm (Hg)}$$

ঐ স্থানের পরিবর্তিত আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $R$  হলে,

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

$$= \frac{9.118}{20.24} \times 100\%$$

$$= 45\%$$

সুতরাং, এসি চালু করার পরে তাপমাত্রা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা উভয়ই হ্রাস পাওয়ায় বিভাগীয় প্রধান স্যার আরাম বোধ করেন।

**প্রশ্ন ৪** কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস  $3 \times 10^{-10} \text{ m}$  এবং প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা  $6 \times 10^{20}$ । স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অণুগুলোর মূলগড় বর্গবেগ  $500 \text{ ms}^{-1}$ । [রা. বো. ২০১৬]

- আপেক্ষিক আর্দ্রতা কী? ১
- পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর। ২
- N.T.P তে গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের তথ্য থেকে প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত সংঘর্ষের সংখ্যা কোন ক্ষেত্রে বেশি? ক্রসিয়াস ও বোল্জম্যানের সমীকরণ ব্যবহার করে তুলনা কর। ৪

#### ৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো স্থানে নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর ও বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুর সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।



খ. জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। তাই বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে অর্থাৎ বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বায়ুর ঘনত্ব হ্রাস পায়। আমরা জানি, গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ,

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

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, চাপ স্থির থাকলে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ চাপের ব্যস্তানুপাতিক। এজন্য বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধিতে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

গ. এখানে,

$$\text{গ্যাস অণুগুলোর মূল গড় বর্গ বেগ, } \sqrt{\overline{c^2}} = c = 500 \text{ m.s}^{-1}$$

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

$$\text{গ্যাসের ঘনত্ব, } \rho = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3P}{c^2}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3 \times 101325}{(500)^2}$$

$$\therefore \rho = 1.2159 \text{ kg.m}^{-3} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{গ্যাস অণুর ব্যাস } \sigma = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{একক আয়তনে অণুর সংখ্যা } n = 6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3} = 6 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$$

স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ  $500 \text{ m.s}^{-1}$ ।

$$\text{ক্লসিয়াসের পদ্ধতিতে, গড়মুক্ত পথ } \lambda_c = \frac{1}{n\pi\sigma^2}$$

$$= \frac{1}{6 \times 10^{26} \times 3.1416 \times (3 \times 10^{-10})^2}$$

$$= 5.89 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{বোলজম্যানের পদ্ধতিতে, } \lambda_B = \frac{3}{4n\pi\sigma^2} = \frac{3}{4} \times \lambda_c$$

$$= \frac{3}{4} \times 5.89 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$= 4.42 \times 10^{-9} \text{ m}$$

কোনো অণুর একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$l = vt = ct = 500 \text{ m.s}^{-1} \times 1 \text{ s} = 500 \text{ m}$$

কোনো অণু  $l$  দূরত্ব অতিক্রম করতে  $N$  সংখ্যক ধাক্কা খায় তবে গড় মুক্ত পথ,  $\lambda = \frac{l}{N}$

$$\text{বা, } N = \frac{l}{\lambda}$$

$$\therefore \text{ক্লসিয়াসের পদ্ধতিতে ধাক্কা সংখ্যা, } N_c = \frac{l}{\lambda_c} = \frac{500 \text{ m}}{5.89 \times 10^{-9} \text{ m}} = 8.48 \times 10^{10} \text{ টি}$$

$$\text{বোলজম্যানের পদ্ধতিতে ধাক্কার সংখ্যা, } N_B = \frac{l}{\lambda_B} = \frac{500 \text{ m}}{4.42 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1.13 \times 10^{11} \text{ টি}$$

সুতরাং বলা যায়, বোলজম্যানের সমীকরণ অনুযায়ী প্রতি সেকেন্ডে ধাক্কার সংখ্যা ক্লসিয়াসের সমীকরণ অনুযায়ী ধাক্কার সংখ্যা অপেক্ষা বেশি।

**প্রশ্ন ৫**  $2 \text{ cm}^3$  আয়তনের দুটি অভিন্ন পাত্র A ও B। A পাত্রে  $\text{O}_2$  ও B পাত্রে  $\text{N}_2$  নিয়ে নিচের চিত্রে প্রদর্শিত চাপ পাওয়া গেল :

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



পাত্র-A



পাত্র-B

ক. শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখলে কি ঘটবে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A পাত্রে গ্যাসের গতিশক্তি কত? ৩

ঘ. পাত্র A ও পাত্র B এর মধ্যে কোনটি বেশি উত্তপ্ত হবে—গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

**৫ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে শুরু করে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

**খ** একই আয়তনের দুটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখলে  $\frac{V_1}{T_1}$  সূত্রানুসারে বেশি তাপমাত্রার বেলুনের আয়তন বেশি হবে, কারণ উভয়ক্ষেত্রে চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান হবে।

**গ** দেওয়া আছে,

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

$$\text{এবং চাপ, } P = 3 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\therefore A \text{ পাত্রে গ্যাসের গতিশক্তি } E_A = \frac{3}{2} PV$$

$$= \frac{3}{2} \times 3 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$= 0.9 \text{ J}$$

**ঘ** পাত্র B এর ক্ষেত্রে, চাপ,  $P = 3.66 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

$$\text{এবং আয়তন, } V = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{পাত্র B এর গ্যাসের গতিশক্তি} = \frac{3}{2} PV = 1.5 \times 3.66 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 1.098 \text{ J}$$

এই গতিশক্তি তাপরূপে দেখা দিবে, যা স্বল্প পাত্রকে উত্তপ্ত করবে।

যদি  $\text{N}_2$  গ্যাসের পাত্রের মোট গতিশক্তি  $\text{O}_2$  পাত্রের তুলনায় বেশি, কিন্তু উদ্ভীপকে তাদের মোল সংখ্যা অনুপস্থিত। তাই তাদের তাপমাত্রা নির্ণয় অসম্ভব। উভয় ক্ষেত্রে nmole গ্যাস বিবেচনা করলে,

$$P_A V_A = n R T_A$$

$$P_B V_B = n R T_B$$

$$\therefore \frac{P_A}{P_B} \cdot \frac{V_A}{V_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\text{বা, } \frac{T_A}{T_B} = \frac{P_A}{P_B}$$

$$= \frac{3}{3.66}$$

$$\therefore T_B > T_A;$$

অতএব, সমপরিমাণ গ্যাস বিবেচনা করলে B পাত্রটি বেশি উত্তপ্ত হবে।

**প্রশ্ন ৬** একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন  $1.5 \text{ m}^3$ । সিলিন্ডারটিতে  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের  $30 \times 10^{25}$  টি অণু আবদ্ধ আছে। গ্যাস অণুর ব্যাস  $25 \times 10^{-10} \text{ m}$ । পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হল।

(দি. বো. ২০১৭)

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১

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

গ. সিলিন্ডারে আবদ্ধ গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

**৬নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ) গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে,

$$PV = \frac{1}{3} mN \bar{c}^2$$

যেহেতু,  $\bar{c}^2 \propto T$  সেহেতু স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের জন্য,

$$\frac{1}{3} mN \bar{c}^2 = \text{ধ্রুব।}$$

অতএব,  $PV = \text{ধ্রুব}$

$$\therefore P \propto \frac{1}{V}$$

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এর আয়তনের ব্যস্তানুপাতিক। এটাই বয়েলের সূত্র। অতএব, গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে।

গ) দেওয়া আছে,

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

$$\text{অণুর সংখ্যা, } N = 30 \times 10^{23}$$

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

$$\text{গতিশক্তি, } E = ?$$

আমরা জানি,

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

$$= 30 \times 10^{23} \times 1.5 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300$$

$$= 1.863 \times 10^6 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ) দেওয়া আছে,

$$\text{গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারের আয়তন, } V_1 = 1.5 \text{ m}^3$$

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

$$\text{খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করার পর আয়তন, } V_2 = 2V_1$$

$$\text{প্রাথমিক অবস্থায় একক আয়তনে অণু সংখ্যা, } n_1 = \frac{N}{V_1}$$

$$\text{শেষ অবস্থায় একক আয়তনে অণু সংখ্যা, } n_2 = \frac{N}{V_2} = \frac{N}{2V_1}$$

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

$$\text{অণুর ব্যাস, } \sigma \text{ ধ্রুব বলে } \lambda \propto \frac{1}{n}$$

প্রথমে ও শেষে গড়মুখ্য পথ যথাক্রমে  $\lambda_1$  ও  $\lambda_2$  হলে,

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N}{V_1} \times \frac{2V_1}{N} = 2$$

$$\therefore \lambda_2 = 2\lambda_1$$

অতএব, খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুখ্যপথ দ্বিগুণ হবে।

প্রশ্ন ৭ কোনো একদিন রাজশাহীর তাপমাত্রা  $35^\circ\text{C}$  এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%। একই সময়ে কক্সবাজারে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ  $35^\circ\text{C}$  এবং আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ  $30^\circ\text{C}$ ।  $35^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক এর মান 1.60।  $26^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$  এবং  $35^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 25.21, 28.35 এবং 42.16 mm পারদ।

ক. স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে?

১

খ. সব দোলক সরল দোলক নয়—ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ভীপক অনুসারে কক্সবাজারের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও রাজশাহীর চেয়ে কক্সবাজারে কোনো ব্যক্তির অধিক অস্বস্তি অনুভব করার কারণ কী—গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুবসংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

খ. একটি ক্ষুদ্র ভারী বস্তুকে ওজনহীন পাকহীন অপ্রসারণশীল নমনীয় সুতার সাহায্যে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিলে যদি তা বিনা বাধায় অল্প বিস্তারে ( $4^\circ$ ) এদিক ওদিক দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে। একটি দোলকে এ সকল শর্ত পূরণ হলেই সেটি সরল দোলক হবে, অন্যথায় যেমন: বিস্তার অনেক বড় হলে সেটি দোলক হলেও সরল দোলক হবে না।

গ। দেয়া আছে,

$$\text{শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ, } \theta_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$\text{আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ, } \theta_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{গ্লেইসারের উৎপাদক, } G = 1.60$$

$$\text{শিশিরাঙ্ক, } \theta = ?$$

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

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

$$= 27^\circ\text{C (Ans.)}$$

ঘ। দেয়া আছে,

$$\text{রাজশাহীর আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R_1 = 50\%$$

$$\text{কক্সবাজার বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ,}$$

$$F = 42.16 \text{ mm পারদ}$$

$$\text{'গ' অংশ হতে পাই, কক্সবাজারে শিশিরাঙ্ক, } \theta = 27^\circ\text{C}$$

$\therefore$  শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ =  $26^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ +  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা পরিবর্তনে বাষ্প চাপের বৃদ্ধি।

$$f = 25.21 + \frac{28.35 - 25.21}{2} \times 1$$

$$= 26.78 \text{ mm পারদ}$$

$$\therefore \text{কক্সবাজারে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R_2 = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$= \frac{26.78}{42.16} \times 100\% = 63.52\%$$

যেহেতু  $R_2 > R_1$ । অর্থাৎ রাজশাহী ও কক্সবাজারের তাপমাত্রা এক থাকলেও কক্সবাজারের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি। এ কারণে কক্সবাজারে কোনো ব্যক্তির শরীর থেকে নির্গত ঘাম কম শুকাবে এবং ঘাম বাষ্পায়নের জন্য কক্সবাজারে কম সুপ্ত তাপের প্রয়োজন হবে। তাই রাজশাহীর তুলনায় কক্সবাজারের ব্যক্তির শরীর কম তাপ হারাবে। অর্থাৎ গরম অনুভূত হবে। ফলে কক্সবাজারে ব্যক্তি অধিক অস্বস্তি অনুভব করবে।

প্রশ্ন ৮

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

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

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

X

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

$$V_y = 8 \text{ litre}$$

$$T_y = 650 \text{ K}$$

Y

চিত্রে X ও Y সিলিন্ডারে কিছু গ্যাস আছে। যাদের ঘনত্ব  $\rho \text{ kg/m}^3$  এবং ভর সমান।

(দি. বো. ২০১৬)

ক. ঝপাঙ্ক কাজ কাকে বলে?

১

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

২

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

ঘ. X ও Y পাত্র দুটিকে একটি নল দ্বারা যুক্ত করা হলে গ্যাসের অণুগুলি X পাত্র হতে Y পাত্রে যাবে কি? তোমার উত্তরের

সপক্ষে যুক্তি দাও।

৪

### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে বলের বিপরীত দিকে বস্তুর সরণ ঘটলে বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকলে তাহলে বল ও সরণের উপাংশের গুণফলকে ঋণাত্মক কাজ বলে।

খ. কোনো স্বরে যেসব বিভিন্ন সুর থাকে, তাদের মধ্যে যে সুরের কম্পাঙ্ক সবচেয়ে কম, তাকে মূল সুর বলে। অন্যান্য সুর যাদের কম্পাঙ্ক মূল সুরের কম্পাঙ্কের চেয়ে বেশি, তাদেরকে উপসুর বলা হয়। আবার, উপসুরগুলোর কম্পাঙ্ক যদি মূল সুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক হয়, তাহলে সেই সকল উপসুরকে হারমোনিক বলে। এ কারণেই সকল হারমোনিক উপসুর হলেও সকল উপসুর হারমোনিক নয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$X \text{ সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ, } P_x = 4 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$Y \text{ সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ, } P_y = 8 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

বের করতে হবে, এদের গড় বর্গমূল বেগের তুলনা বা অনুপাত,

$$\sqrt{C_x^2} : \sqrt{C_y^2} = ?$$

গ্যাসদ্বয়ের ঘনত্ব সমান বিধায় এরা মূলত একই গ্যাস অর্থাৎ গ্রাম আণবিক ভর  $M$  এর মান উভয়ক্ষেত্রে সমান।

$$\text{আমরা জানি, } \sqrt{C_x^2} = \sqrt{\frac{3P_x}{\rho}} \text{ এবং } \sqrt{C_y^2} = \sqrt{\frac{3P_y}{\rho}}$$

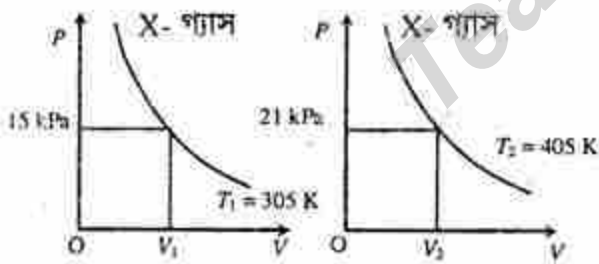
$$\therefore \frac{\sqrt{C_x^2}}{\sqrt{C_y^2}} = \sqrt{\frac{P_x}{P_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}}{8 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}}} = 0.707$$

$$\therefore \sqrt{C_y^2} > \sqrt{C_x^2}$$

অতএব,  $Y$  সিলিন্ডারের গ্যাসের গড় বর্গমূল বেগের মান বেশি।

ঘ. দুটি পাত্রের মধ্যে গ্যাসের আদান প্রদান নির্ভর করে গ্যাসের চাপের উপর। যেহেতু  $Y$  পাত্রে গ্যাসের চাপ বেশি তাই  $Y$  পাত্র থেকে গ্যাস  $X$  পাত্রে গমন করবে যতক্ষণ না উভয় পাত্রের চাপ সমান হয়। চাপ সমান হওয়ার পর গতিতত্ত্ব অনুসারে উভয় পাত্রের অণুগুলো ইতস্তত বিক্ষিপ্তভাবে ছোটাছুটি করতে থাকবে ফলে উভয় পাত্রের মধ্যে অণুর গমনাগমন ঘটতে থাকবে।

প্রশ্ন ৯



দুটি ভিন্ন পাত্রে সংরক্ষিত 325 gm এবং 288 gm ভরের 10 mole করে যথাক্রমে  $X$  গ্যাস ও  $Y$  গ্যাস এর জন্য দুটি  $P-V$  লেখ অংকিত আছে।

কি. কো. ২০১৭/

ক. আপেক্ষিক আর্দ্রতার সংজ্ঞা লিখ। ১

খ. কুষ্টিয়ায় কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাঙ্ক  $15^\circ\text{C}$  বলতে কি বুঝ? ২

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী গ্যাসদ্বয়ের আয়তনের তুলনা ( $V_1 : V_2$ ) কর। ৩

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

### ৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং ঐ তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

খ. কুষ্টিয়ায় কোন একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাঙ্ক  $15^\circ\text{C}$  বলতে বুঝায়, ঐ স্থানে  $15^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা উক্ত স্থানের বায়ু সম্পৃক্ত হবে এবং তা ঘনীভূত হয়ে শিশির জমতে শুরু করবে।

গ. দেওয়া আছে,

প্রথম পাত্রে,

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

$$\text{গ্যাসের চাপ, } P_1 = 15 \text{ kPa}$$

$$\text{আয়তন, } V_1$$

দ্বিতীয় পাত্রে,

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

$$\text{গ্যাসের চাপ, } P_2 = 21 \text{ kPa}$$

$$\text{আয়তন, } V_2$$

আমরা জানি,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad [\because \text{মোলসংখ্যা সমান}]$$

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

$$\text{বা, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{21 \times 305}{15 \times 405}$$

$$\text{বা, } V_1 : V_2 = 427 : 405 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. জানা আছে,

$$\frac{PV}{T} = nR = \text{ধ্রুবক} \quad [\text{যেহেতু দুই পাত্রেই } n = 10 \text{ mole গ্যাস আছে}]$$

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

$$\text{বা, } \frac{15 V_1}{305} = \frac{21 V_2}{405}$$

$$\text{বা, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{305 \times 21}{405 \times 15}$$

আবার,

$$\text{ব্যাপনের হার, } r \propto \frac{1}{\sqrt{\text{ঘনত্ব}}} = \frac{K}{\sqrt{m/V}}$$

$$\therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{(m/V_2)}{(m/V_1)}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{V_1}{V_2}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{288}{325}\right) \times \frac{305 \times 21}{405 \times 15}} \quad [\because \frac{V_1}{V_2} \text{ এর মান বসিয়ে}]$$

$$r_1 = 0.96 \times r_2$$

$$\therefore r_1 < r_2$$

যেহেতু  $r \propto \frac{1}{t}$  তাই  $t_2 < t_1$

অতএব, ২য় পাত্রটি দ্রুত নিঃশেষ হবে।

প্রশ্ন ১০ নিচের চিত্রে A ও B দুটি পাত্রে একটির মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ও অপরটিতে একটি অজানা গ্যাস রয়েছে।

$$\begin{aligned} \text{চাপ, } P &= 42 \text{ MPa} \\ c_{\text{rms}} &= 1500 \text{ ms}^{-1} \\ V &= 10^{-3} \text{ m}^3 \\ n &= 2 \text{ mole} \end{aligned}$$

পাত্র-A

$$\begin{aligned} P &= 52 \text{ MPa} \\ c_{\text{rms}} &= 1600 \text{ ms}^{-1} \\ V &= 10^{-3} \text{ m}^3 \\ n &= 2 \text{ mole} \end{aligned}$$

পাত্র-B

কি. কো. ২০১৬/

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১

খ. গ্যাসের ক্ষেত্রে ঘনত্ব বনাম তাপমাত্রা লেখচিত্রের প্রকৃতি কেমন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. S.T.P তে পাত্র-B তে রক্ষিত গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

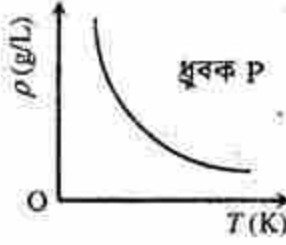
ঘ. কোন পাত্রে জানা গ্যাসটি আছে বলে তুমি মনে কর? উদ্দীপকের তথ্য হতে তোমার গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪



### ১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্র পূর্ণরূপে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

খ. স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব এর পরম তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।  
গ্যাসের ঘনত্ব  $\rho$  এবং পরম তাপমাত্রা  $T$  এর মধ্যে সম্পর্ক হলো,  $\rho \propto \frac{1}{T}$ ।  
এই সমীকরণ হতে দেখা যায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে ঘনত্ব কমে।  
লেখচিত্রটি হবে নিম্নরূপ—



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

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

মোল সংখ্যা,  $n = 2 \text{ mol}$

পাত্র B তে রক্ষিত গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তি  $E$  হলে

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

$$= 6809.166 \text{ J}$$

STP তে পাত্র B তে রক্ষিত গ্যাসের গতিশক্তি  $6809.166 \text{ J}$  (Ans.)

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই, A পাত্রে গ্যাসের

চাপ,  $P_1 = 42 \text{ MPa} = 42 \times 10^6 \text{ Pa}$

আয়তন,  $V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$

মোল সংখ্যা,  $n = 2 \text{ mol}$

মূল গড় বর্গবেগ,  $C_{rms1} = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

আমরা জানি,  $P_1 V_1 = nRT_1$

$$\therefore RT_1 = \frac{P_1 V_1}{n} = \frac{42 \times 10^6 \times 10^{-3}}{2} = 21 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\therefore C_{rms1} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}$$

$$\text{বা, } (1500)^2 = \frac{3 \times 21 \times 10^3}{M_1}$$

$$\therefore M_1 = 0.028 \text{ kg} = 28 \text{ gm}$$

$\therefore$  A পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের গ্রাম আনবিক ভর =  $28 \text{ gm}$ ।

অনুরূপভাবে পাওয়া যায়, B পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের গ্রাম আনবিক ভর =  $30.47 \text{ gm}$

আমরা জানি, নাইট্রোজেন গ্যাসের গ্রাম আনবিক ভর  $28 \text{ gm}$  এবং A পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের গ্রাম আনবিক ভরও  $28 \text{ gm}$ ।

অতএব A পাত্রে নাইট্রোজেন গ্যাস আছে।

প্রশ্ন ১১. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো অক্সিজেন গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান  $11.2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ । ঘনত্বের পরিবর্তন না করে গ্যাসকে এমনভাবে ঠান্ডা করা হল যেন এর চাপ অর্ধেক হয়।

স্র. বো. ২০১০/১

ক. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য কি কি? ২

গ. ঠান্ডা করার পরে অক্সিজেন গ্যাস অণুর শেষ গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান কত? ৩

ঘ. নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মানের সমান হতে হলে, তাপমাত্রার ধারণা থেকে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক মোল আদর্শ গ্যাসের জন্য  $PV/RT$  একটি ধ্রুব সংখ্যা। সকল আদর্শ গ্যাসের জন্য এর মান একই হয় বলে একে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে। এর মান  $8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ।

খ. বলের ঘাত হলো বলের মান ও ক্রিয়াকালের গুণফল। এর একক  $\text{N} \cdot \text{s}$  বা  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ । এটি বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান। এর মাত্রা  $\text{MLT}^{-1}$ । এগুলোই বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য।

গ. দেওয়া আছে,

গড় বর্গবেগের বর্গমূলের আদি মান,  $\sqrt{c_1^2} = 11.2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

আদি চাপ  $P_1$  হলে পরিবর্তিত চাপ,  $P_2 = P_1/2$

বের করতে হবে, গড় বর্গবেগের বর্গমূলের পরিবর্তিত মান,  $\sqrt{c_2^2} = ?$

আমরা পাই,  $\sqrt{c_1^2} = \sqrt{\frac{3P_1}{\rho}}$  এবং  $\sqrt{c_2^2} = \sqrt{\frac{3P_2}{\rho}}$

$$\therefore \frac{\sqrt{c_2^2}}{\sqrt{c_1^2}} = \sqrt{\frac{3P_2}{\rho}} \times \sqrt{\frac{\rho}{3P_1}} = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} = \sqrt{\frac{P_1}{2P_1}} = 0.707$$

$$\therefore \sqrt{c_2^2} = 0.707 \times \sqrt{c_1^2} = 0.707 \times 11.2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 7.92 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. অক্সিজেনের মোলার আণবিক ভর,  $M_1 = 32 \text{ gm}$

নাইট্রোজেনের মোলার আণবিক ভর,  $M_2 = 28 \text{ gm}$

বর্গবেগের বর্গমূল,  $\sqrt{c_1^2} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}$

এবং  $T_2$  তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল,

$$\sqrt{c_2^2} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

প্রশ্নমতে,  $\sqrt{c_2^2} = \sqrt{c_1^2}$  বা,  $\sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}$

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

$$\therefore T_2 = \frac{T_1}{M_1} \times M_2 = 300 \text{ K} \times \frac{28}{32} = 262.5 \text{ K}$$

সুতরাং  $262.5 \text{ K}$  বা,  $-10^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল মানের সমান হবে।

প্রশ্ন ১২. একটি সিলিন্ডারে  $127^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা ও  $72 \text{ cm}$  পারদ চাপে  $3 \text{ gm}$  হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। একই পরিমাণ হিলিয়াম গ্যাস অপর একটি সিলিন্ডারে STP তে রাখা হল।

স্র. বো. ২০১৭/১

ক. পরবশ কম্পন কাকে বলে? ১

খ. বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রথম সিলিন্ডারে গ্যাসের আয়তন হিসাব কর। ৩

ঘ. সিলিন্ডার দুটিতে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় পূর্বক তাপমাত্রা তুলনা করে ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো স্পন্দনক্ষম বস্তু যখন অন্য কোনো পর্যাবৃত্ত বলের প্রভাবে কাঁপতে থাকে তখন তার কম্পনকে পরবশ কম্পন বা আরোপিত কম্পন বলে।

খ. প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেওয়ার জন্য বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন। মোটর বা রেলগাড়ি যখন বাঁক নেয় তখন বাঁকা পথে ঘুরার জন্য একটা কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয়। এ কেন্দ্রমুখী বল পাওয়া না গেলে গাড়ি গতি জড়তার কারণে বাঁকাপথের স্পর্শক বরাবর চলে যাবে। অনেক সময় গাড়ি উল্টে পড়ে গিয়ে দুর্ঘটনায় পতিত হয়। এই দুর্ঘটনা প্রতিহত করার জন্যই বক্রপথে ব্যাংকিং প্রয়োজন।

গ. ১ম সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে,

$$\text{চাপ, } P = 72 \text{ cm পারদ} = 0.72 \times 13596 \times 9.8 \text{ Pa}$$

$$= 9.593 \times 10^4 \text{ Pa}$$

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

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

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

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

গ্যাসের আয়তন,  $V = ?$

আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\therefore V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.75 \times 8.314 \times 400}{9.593 \times 10^4}$$

$$= 2.6 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম সিলিন্ডারে গ্যাসের তাপমাত্রা,  $T_1 = 127^\circ\text{C} = 400 \text{ K}$

STP তে ২য় সিলিন্ডারের গ্যাসের তাপমাত্রা,  $T_2 = 273 \text{ K}$

হিলিয়ামের মোল সংখ্যা,  $n = 0.75 \text{ mol}$

১ম সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি,  $E_1 = \frac{3}{2} nRT_1$

$$= 1.5 \times 0.75 \times 8.31 \times 400$$

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

২য় সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি,  $E_2 = \frac{3}{2} nRT_2$

$$= 1.5 \times 0.75 \times 8.14 \times 273$$

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

লক্ষ্য করি,  $T_1 > T_2$  এবং  $E_1 > E_2$

অতএব, ১ম সিলিন্ডারে গ্যাসের তাপমাত্রা ২য় সিলিন্ডারে গ্যাসের তাপমাত্রার চেয়ে বেশি হওয়ায় ১ম সিলিন্ডারে গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তি ২য় সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি।

**প্রশ্ন ১৩** একদিন হাইগ্রোমিটারের পাঠ নিতে গিয়ে দেখা গেল শুষ্ক ও আর্দ্র বালবের তাপমাত্রা যথাক্রমে  $20^\circ\text{C}$  এবং  $12.8^\circ\text{C}$ ।  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.79।  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  ও  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে  $7.5 \times 10^{-3}$ ,  $8.1 \times 10^{-3}$  ও  $17.4 \times 10^{-3}$  পারদচাপ।

[চ. বো. ২০১৬]

ক. প্রমাণ চাপ কী?

১

খ. গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখ।

২

গ. ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহাওয়ার পূর্বাভাস বিশ্লেষণ কর।

৪

**১৩নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** সমুদ্রপৃষ্ঠে  $45^\circ$  অক্ষাংশে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 760 mm. বিশুদ্ধ পারদদস্তাবে চাপকে প্রমাণ চাপ ধরা হয়।

**খ** কোনো পদার্থের তাপমাত্রা এর ক্রান্তি তাপমাত্রা অপেক্ষা কম হলে তাকে বাষ্প বলে। আর কোনো পদার্থের তাপমাত্রা এর ক্রান্তি তাপমাত্রা অপেক্ষা অধিক হলে তাকে গ্যাস বলে। তাপমাত্রা ঠিক রেখে গ্যাসকে শুধু চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায় না, বাষ্পকে তরলে পরিণত করা যায়।

**গ** দেয়া আছে,

শুষ্ক বাষ্পের তাপমাত্রা,  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

আর্দ্র বাষ্পের তাপমাত্রা,  $\theta_2 = 12.8^\circ\text{C}$

$20^\circ\text{C}$  এ গ্লেসিয়ার উৎপাদক,  $G = 1.79$

শিশিরাঙ্ক,  $\theta = ?$

জানা আছে,

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

$$= 20 - 1.79(20 - 12.8)$$

$$= 7.112^\circ\text{C}$$

সুতরাং ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক  $7.112^\circ\text{C}$ । (Ans.)

**ঘ**  $8^\circ\text{C}$  এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ  $8.1 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

$7^\circ\text{C}$  এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ  $7.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

∴  $1^\circ\text{C}$  বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি  $0.6 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

$0.112^\circ\text{C}$  বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি  $0.0672 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

∴ শিশিরাঙ্ক  $7.112^\circ\text{C}$  এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,

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

$$= 7.5672 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

বায়ুর তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$  এ জলীয় বাষ্প চাপ,  $F = 17.4 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$

আমরা জানি,

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

$$= 43.49\%$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 43.49%। তাই বলা যায় ঐ দিন ঐ স্থানের আবহাওয়া শুষ্ক ও রৌদ্রোজ্জ্বল থাকবে।

**প্রশ্ন ১৪** একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদন তৈরির জন্য কোনো একদিন ঢাকা ও রাজশাহীতে স্থাপিত দুটি সিল্ড ও শুষ্ক বালব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের মাধ্যমে নিচের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন:

স্থান	শুষ্ক বালব থার্মো পাঠ	সিল্ড বালব থার্মো পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক
ঢাকা	$28.6^\circ\text{C}$	$20^\circ\text{C}$	1.664
রাজশাহী	$32.5^\circ\text{C}$	$22^\circ\text{C}$	1.625

[ $14^\circ\text{C}$ ,  $16^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $32^\circ\text{C}$ ,  $34^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm Hg]

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

[চ. বো. ২০১০]

ক. আদর্শ গ্যাস কী?

১

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

২

গ. ঐ দিনে ঢাকার শিশিরাঙ্ক কত ছিল?

৩

ঘ. উপরোক্ত তথ্যমতে কোন ব্যক্তি কোথায় অধিকতর স্বস্তিবোধ করবেন? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

**১৪ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

**খ** আমরা জানি,  $PV = nRT$

$$P = 1 \text{ এবং } n = 1 \text{ হলে, } V = RT \text{ বা, } \frac{dV}{dT} = R$$

সুতরাং একক চাপে এক মোল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল আদর্শ গ্যাস ধ্রুবক নির্দেশ করে।

**গ** দেওয়া আছে,

ঢাকায় শুষ্ক বাষ্পের তাপমাত্রা,  $\theta_1 = 28.6^\circ\text{C}$

এবং আর্দ্র বাষ্পের তাপমাত্রা,  $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$

বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক,  $G = 1.664$

শিশিরাঙ্ক  $\theta$  হলে,  $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

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

$$= 14.29^\circ\text{C} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ঢাকায় শিশিরাঙ্কে ( $14.29^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$f = 11.99 + \frac{(13.63 - 11.99) \times 0.29}{2} \text{ mm HgP}$$

$$= 12.228 \text{ mm HgP}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় ( $28.6^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ,

$$F = 28.35 + \frac{(31.83 - 28.35) \times 0.6}{2} \text{ mm HgP}$$

$$= 29.394 \text{ mm HgP}$$

∴ ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{12.228}{29.394} \times 100\% = 41.6\%$

রাজশাহীতে শিশিরাঙ্ক,  $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$$= 32.5^\circ\text{C} - 1.625(32.5^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})$$

$$= 15.437^\circ\text{C}$$



রাজশাহীতে বায়ুর তাপমাত্রা (32.5°C) সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ,

$$F' = 35.66 + \frac{(39.90 - 35.66) \times 0.5}{2} \text{ mm HgP}$$

$$= 36.72 \text{ mmHgP}$$

শিশিরাংকে (15.437°C) সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ,

$$f' = 11.99 + \frac{(13.63 - 11.99) \times 1.4375}{2} \text{ mm HgP}$$

$$= 13.169 \text{ mmHgP}$$

∴ রাজশাহীতে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R' = \frac{f'}{F'} \times 100\% = \frac{13.169}{36.72} \times 100\% = 35.86\%$

এ রূপ কম আপেক্ষিক আর্দ্রতায় ঘাম হয় না বরং ত্বক শুষ্ক হয়ে পড়ে। ফলে শরীর চর্চর করে। যেহেতু রাজশাহীর আপেক্ষিক আর্দ্রতা তুলনামূলক কম তাই রাজশাহীতে ত্বক বেশি শুষ্ক হবে। শুষ্ক ত্বকও অস্বস্থির কারণ। সুতরাং বলা যায় ঐ ব্যক্তি ঢাকা অধিকতর স্বস্থি বোধ করবেন।

**প্রশ্ন ১৫** কোনো ঘরের তাপমাত্রা 32°C, শিশিরাংক 14°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48%। ঐ সময় ঘরের বাইরে তাপমাত্রা 11°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 32°C ও 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 33.6 mmHg ও 9.8 mmHg। 32°C-এ গ্লেইসারের ধ্রুবক 1.63।

- মূল গড় বর্গ বেগ কাকে বলে? ১
- প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
- ঐ ঘরে ঝুলানো আর্দ্র ও শুষ্ক বায়ু হাইগ্রোমিটারে আর্দ্র বায়ু থার্মোমিটার কত পাঠ দেখাবে? ৩
- যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেয়া হয় তাহলে জলীয় বাষ্প কোন দিকে চলাচল করবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

#### ১৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যাসানুসমূহের বেগের বর্ণের গড় মানের বর্গমূলকে গড় বর্গবেগের বর্গমূল বা মূল গড় বর্গবেগ বলে।

**খ** প্রমাণ চাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে 45° অক্ষাংশে 273K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ ব্যবহার করা হয়। এর প্রয়োজনীয়তাগুলো হলো:

- পারদ তুলনামূলকভাবে অধিক ঘনত্বের হওয়া একই উচ্চতায় অধিক চাপ প্রয়োগ করতে সক্ষম।
- পারদের বাষ্পচাপ কম হওয়ায় বায়ুমণ্ডলীয় চাপের খুব সামান্য পরিবর্তন হলেও পাঠ নেওয়া সহজ।
- পারদ ব্যবহার করে 273 K তাপমাত্রার কমেও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ পরিমাপ করা সম্ভব।

**গ** দেওয়া আছে, ঘরের তাপমাত্রা,  $\theta_1 = 32^\circ\text{C}$

শিশিরাংক,  $\theta = 14^\circ\text{C}$

32°C-এ গ্লেইসারের ধ্রুবক 1.63।

আর্দ্র বায়ুর পাঠ,  $\theta_2 = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 32^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C} = 1.63(32^\circ\text{C} - \theta_2)$$

$$\text{বা, } 32^\circ\text{C} - \theta_2 = \frac{18^\circ\text{C}}{1.63} = 11.04^\circ\text{C}$$

$$\therefore \theta_2 = 32^\circ\text{C} - 11.04^\circ\text{C} = 20.96^\circ\text{C} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ঘরের ভিতরে

32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $F_1 = 33.6 \text{ mm Hg}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R_1 = 48\% = 0.48$

শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ  $f_1$  হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R_1 = \frac{f_1}{F_1}$

$$\therefore f_1 = R_1 \times F_1 = 0.48 \times 33.6 \text{ mm Hg} = 16.128 \text{ mm Hg}$$

ঘরের বাইরে

11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $F_2 = 9.8 \text{ mm Hg}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R_2 = 70\% = 0.70$

শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ  $f_2$  হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R_2 = \frac{f_2}{F_2}$$

$$\therefore f_2 = R_2 \times F_2$$

$$= 0.70 \times 9.8 \text{ mm Hg}$$

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

স্বাভাবিক অবস্থায় জলীয় বাষ্প উচ্চ চাপের স্থান হতে নিম্ন চাপের স্থানের দিকে প্রবাহিত হয়।

যেহেতু  $f_1 > f_2$  সুতরাং জলীয় বাষ্প ঘরের ভেতর থেকে বাইরে বের হবে।

**প্রশ্ন ১৬** বিজ্ঞানের ছাত্রী জুতি আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের সাহায্যে দুপুরের তাপমাত্রা পেল 32°C। ঐ দিনের শিশিরাংক 10°C জেনে সে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পেল 75%। আবার ঐ দিন সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা দেখতে পেল 20°C। (10°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ  $9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$ , 20°C এ সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ  $17.54 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$ )।

- ডেট্টার বিভাজন কী? ১
- মহাকর্ষ বিভবের মান ঋণাত্মক হয় কেন? ২
- উদ্ভীপকের আলোকে দুপুরের বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বের কর। ৩
- জুতির মনে হলো দুপুরের তুলনায় সন্ধ্যায় তাড়াতাড়ি ঘাম শূকছে— উদ্ভীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি ডেট্টারকে যদি দুই বা ততোধিক ডেট্টারে এমনভাবে বিভক্ত করা হয় যাদের লম্বি মূল ডেট্টারের সমান হয়, তবে এই বিভক্তকরণ প্রক্রিয়াকে ডেট্টার বিভাজন বলে।

**খ** দুটি বস্তুর মধ্যে সর্বদা আকর্ষণ বল বিদ্যমান থাকায় একক ভরের বস্তুকে বৃহৎ ভরসম্পন্ন বস্তুর দিকে নিতে বহিঃশক্তি বা বাইরের কোনো এজেন্টকে প্রকৃতপক্ষে কোনো কাজ করতে হয় না। বহিঃস্থ এজেন্ট কর্তৃক কৃত কাজ ধনাত্মক। এক্ষেত্রে বহিঃস্থ এজেন্টকে কোনো কাজ করতে হয় না। উপরন্তু মহাকর্ষ বলের দ্বারা কাজ হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে সম্পন্ন কাজ হবে ঋণাত্মক। কাজেই কোনো বস্তু কর্তৃক সৃষ্ট মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভবের মান সর্বদা ঋণাত্মক।

**গ** দুপুরে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 75\%$

শিশিরাংকে জলীয় বাষ্পচাপ,  $f = 9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বায়ুর চাপ,  $F = ?$

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

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

$$\text{বা, } 75 = \frac{f}{F} \times 100$$

$$\text{বা, } F = \frac{f}{75} \times 100 = \frac{9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}}{75} \times 100$$

$$= 12.29 \times 10^{-3} \text{ m Hg (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ =  $17.54 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ =  $9.22 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

$$\therefore \text{সন্ধ্যায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{9.22 \times 10^{-3}}{17.54 \times 10^{-3}} \times 100\%$$

$$= 52.565\%$$

$$52.565 < 75$$

∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা কমেছে।

বি.দ্র: এজন্য তাড়াতাড়ি ঘাম শূকছিল।



(প্রদত্ত তথ্যে ভুল আছে। বায়ুর তাপমাত্রা  $32^{\circ}\text{C}$  এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ  $35.66 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$  এবং শিশিরাত্মক  $10^{\circ}\text{C}$  হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা হবে 25.8%, কিন্তু এ ক্ষেত্রে আপেক্ষিক আর্দ্রতা দেয়া আছে 75% যা সঠিক নয়। 25.8% আপেক্ষিক আর্দ্রতায় ঘাম হওয়ার প্রশ্নই উঠে না। সম্ভাব্য তাপমাত্রা  $20^{\circ}\text{C}$  হলে যদি শিশিরাত্মক অপরিবর্তিত থাকে তবে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পাবে কিন্তু এ তাপমাত্রা তো শীতকালের তাপমাত্রা, এ তাপমাত্রায় ঘাম হয় না, এটা আমাদের শরীরের জন্য খুবই আরামদায়ক)

**প্রশ্ন ১৭** আবার পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে  $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  আয়তনের 3g নাইট্রোজেন গ্যাসকে 0.64m পারদ স্তম্ভ চাপ ও  $39^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রা থেকে প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় রূপান্তর করলো। এতে গ্যাসে আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ের পরিবর্তন হলো। নেহাল বললো গ্যাসের আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ই হ্রাস পেয়েছে। নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর 28g এবং  $R = 8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ।

- ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১  
খ. কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. নেহালের বক্তব্য কী সঠিক ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

**খ** কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে বুঝায়, ঐ তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বাতাসকে সম্পৃক্ত করতে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প দরকার তার শতকরা 70 ভাগ জলীয় বাষ্প ঐ মুহূর্তে ঐ স্থানের বায়ুতে রয়েছে।

**গ** দেওয়া আছে,

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

$$\text{আদি চাপ, } P_1 = 0.64 \text{ m HgP}$$

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

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

$$\text{চূড়ান্ত তাপমাত্রা, } T_2 = 273 \text{ K}$$

$$\text{বের করতে হবে, চূড়ান্ত আয়তন, } V_2 = ?$$

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

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

**ঘ** যেহেতু  $4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 < 5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

সুতরাং গ্যাসটির আয়তন হ্রাস পেয়েছে।

$$T \text{ পরম তাপমাত্রায় } n \text{ মোল গ্যাসের গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} nRT$$

$$n \text{ (মোল সংখ্যা) অপরিবর্তিত থাকলে, } E \propto T$$

উদ্দীপকের ঘটনায়, গ্যাসের ভর তথা মোল সংখ্যা ( $n$ ) অপরিবর্তিত।

সুতরাং পরম তাপমাত্রার হ্রাসে ( $T_1 = 312 \text{ K}$  হতে  $T_2 = 273 \text{ K}$ ) গতিশক্তিও হ্রাস পাবে।

এই গতিশক্তির পরিবর্তন

$$\begin{aligned} \Delta E_k &= \frac{3}{2} nRT_1 - \frac{3}{2} nRT_2 \\ &= \frac{3}{2} nR (T_1 - T_2) \text{ [এখানে, মোট, } n = \frac{3}{28} \text{ mole]} \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{3}{28} \times 8.314 \times (312 - 273) \\ &= 52.11 \text{ J} \end{aligned}$$

অর্থাৎ নেহালের বক্তব্য সঠিক।

**প্রশ্ন ১৮** একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে স্থির চাপে প্রমাণ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ  $\text{O}_2$  গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় গ্যাসের আয়তন দ্বিগুণ হল। এতে তার বন্ধু মন্তব্য করল পরীক্ষাধীন গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগও দ্বিগুণ হবে।

/ঘ. নো. ২০১৭/

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

#### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

**খ** গতিশীল হালকা বস্তু ও স্থির ভারী বস্তুর মধ্যবর্তী স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ফলে হালকা বস্তুটি তার পূর্বের বেগ নিয়ে বিপরীত দিকে ফিরে আসবে। হালকা বস্তুটির সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বেগ যথাক্রমে  $u$  ও  $v$  হলে,  $v = \frac{m - M}{m + M} \times u$ ;  $m \ll M$  হলে,  $v \approx -u$ । বাস্তবে দেখা যায় যে, হালকা টেনিস বল দ্বারা শক্ত দেয়ালে আঘাত করলে বলটি আগের বেগ নিয়ে বিপরীত দিকে ফিরে আসে। মূলত খুব ভারী অসাড় বস্তুর সাথে হালকা বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে এ ধরনের ঘটনা ঘটে।

**গ** ধরা যাক, গ্যাসের আদি আয়তন,  $V_1$

$$\text{সুতরাং শেষ আয়তন, } V_2 = 2V_1$$

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

$$\text{চূড়ান্ত তাপমাত্রা, } T_2 = ?$$

জানি,

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

$$\therefore T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = \frac{2V_1}{V_1} \times 273 \text{ K} = 546 \text{ K (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

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

$$\text{O}_2 \text{ এর আণবিক ভর, } M = 32 \text{ gm} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, } R = 8.316 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mole}^{-1}$$

$$\therefore \text{O}_2 \text{ গ্যাসের গড় বর্গবেগ, } \overline{c_1^2} = \frac{3RT_1}{M}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে,

$$\text{চূড়ান্ত তাপমাত্রা, } T_2 = 546 \text{ K}$$

$$\therefore \text{O}_2 \text{ গ্যাসের গড় বর্গবেগ, } \overline{c_2^2} = \frac{3RT_2}{M}$$

$$\frac{\overline{c_2^2}}{\overline{c_1^2}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{546 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 2$$

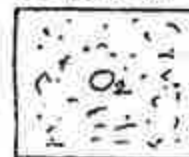
$$\text{অর্থাৎ } \overline{c_2^2} = 2\overline{c_1^2}$$

অতএব, বন্ধুর মন্তব্য অর্থাৎ তাপমাত্রা বাড়ানোতে গড় বর্গবেগও দ্বিগুণ হবে কথাটি সঠিক।

**প্রশ্ন ১৯**  $3 \text{ cm}^3$  আয়তনের দুটি অভিন্ন পাত্র A ও B। A-পাত্রে  $\text{O}_2$  এবং B-পাত্রে  $\text{N}_2$  গ্যাস নিয়ে চিত্রে প্রদর্শিত চাপ পাওয়া গেল।

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

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



পাত্র-A



পাত্র-B

/ঘ. নো. ২০১৬/

- ক. হুকের সূত্র লিখ। ১  
 খ. ইয়ং এর গুণাঙ্ক  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  বলতে কী বুঝ? ২  
 গ. A-পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. A ও B পাত্রের মধ্যে কোনটি বেশি উত্তপ্ত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত প্রদান কর। ৪

#### ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** হুকের সূত্র: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

**খ** ইয়ং এর গুণাঙ্ক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N.m}^{-2}$  বলতে বোঝায়  $1 \text{ m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পদার্থের দৈর্ঘ্য বরাবর  $2 \times 10^{11} \text{ N}$  বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

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

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

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

আমরা জানি,

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

$$= \frac{3}{2} \times 4 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-6}$$

$$= 1.8 \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** দেয়া আছে, (উভয় পাত্রে মোল সংখ্যা সমান কি না বলা নেই)

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

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

$$A \text{ পাত্রের আয়তন} = B \text{ পাত্রের আয়তন} = V$$

$$\text{যদি প্রতিটি পাত্রের গ্যাসের মোল সংখ্যা} = n \text{ হয়}$$

$$\text{ধরি } A \text{ পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা} = T_A$$

$$\text{এবং } B \text{ পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা} = T_B$$

আমরা জানি,

$$P_A V = nRT_A \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{এবং } P_B V = nRT_B \dots\dots\dots (ii)$$

$$(i) \div (ii) \text{ নং সমীকরণ হতে পাই,}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\text{বা, } \frac{4 \times 10^5}{4.7 \times 10^5} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\text{বা, } T_B = 1.175 T_A$$

$$\text{সুতরাং } T_B > T_A$$

অতএব, B পাত্রটি বেশি উত্তপ্ত।

**প্রশ্ন ২০** একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বাষ্প হাইগ্রোমিটারে পাঠ যথাক্রমে  $20^\circ\text{C}$  এবং  $12.8^\circ\text{C}$  পাওয়া গেল।  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.79।  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  এবং  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে  $7.5 \times 10^{-3}$ ,  $8.1 \times 10^{-3}$  এবং  $17.4 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$ ।

/র. বো. ২০১৪/

- ক. গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। ১  
 খ. চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার চাপ বৃদ্ধি পায় কেন? ২  
 গ. ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক কত? ৩  
 ঘ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা বের করে ঐ দিনের আবহাওয়া সম্পর্কে মতামত দাও। ৪

#### ২০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বয়েলের সূত্র: স্থির তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন এর চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

**খ** চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার অভ্যন্তরে সমআয়তন প্রক্রিয়া চলে। এতে চাকার অভ্যন্তরে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি পায় না। চাকার সাথে রাস্তার ঘর্ষণের ফলে চাকায় যে তাপ উৎপন্ন হয় তার কিছু অংশ গ্যাসে

প্রবেশ করে, এছাড়া গাড়ির গতিশক্তির সামান্য অংশ গ্যাসের তাপশক্তিরূপে দেখা দেয়।  $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$  সূত্রানুসারে, এক্ষেত্রে  $\Delta W = 0$  (কারণ গ্যাসের প্রসারণ ঘটে না,  $\Delta W = P\Delta V = P \times 0 = 0$ ), তাই  $\Delta Q = \Delta U$  হয়। এই তাপশক্তির কারণে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তখন স্থির আয়তনে চাপের সূত্রানুসারে  $\left(\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}\right)$  গ্যাসের চাপ বৃদ্ধি পায়। এ কারণে চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার চাপ বৃদ্ধি পায়।

**গ** ১৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $7.112^\circ\text{C}$ ।

$$\begin{aligned} \text{ঘ } (8 - 7)^\circ\text{C} &= 1^\circ\text{C এর জন্য সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের পার্থক্য} \\ &= (8.1 - 7.5) \times 10^{-3} \\ &= 0.6 \times 10^{-3} \text{ পারদচাপ।} \end{aligned}$$

$$0.112^\circ\text{C এর জন্য বাষ্পচাপের বৃদ্ধি}$$

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

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক} = 7.112^\circ\text{C [(গ) উত্তর থেকে]}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্ক } 7.112^\circ\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ,}$$

$$\begin{aligned} f &= (7.5 + 0.0672) \times 10^{-3} \\ &= 7.5672 \times 10^{-3} \text{ Hg} \end{aligned}$$

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা } 20^\circ\text{C এ জলীয় বাষ্প চাপ, } F = 17.4 \times 10^{-3} \text{ mHg}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R &= \frac{f}{F} \times 100\% \\ &= 43.49\% \end{aligned}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 43.49%। তাই বলা যায় ঐ দিন ঐ স্থানের আবহাওয়া শুষ্ক ও রৌদ্রোজ্জ্বল থাকবে।

**প্রশ্ন ২১** পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একদল ছাত্র লক্ষ্য করল বিশুদ্ধ পানিপূর্ণ পাত্রে বায়ু বুদবুদ তলদেশ থেকে পৃষ্ঠদেশে আসার ফলে আয়তন 1.1 গুণ হয়। পরীক্ষার এক পর্যায়ে একজন ছাত্র পানিতে অন্য একটি তরল মিশ্রিত করায় পানির ঘনত্ব বেড়ে দ্বিগুণ হয়ে যায়। (বায়ু মণ্ডলের চাপ  $10^5 \text{ N.m}^{-2}$ )

/র. বো. ২০১৭/

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

#### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে শুরু করে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

**খ** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে। কোনো স্থান বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে সেখানে নতুন করে বাষ্প বায়ুর সাথে মিশে যেতে পারে না। অর্থাৎ, কোনো স্থান বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে সেখানে সর্বাধিক পরিমাণ জলীয় বাষ্প উপস্থিত থাকে, আবার বাষ্পচাপ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের সমানুপাতিক। তাই সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশি।

**গ** দেওয়া আছে,

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

$$\text{পাত্রের তলদেশের আয়তন, } V_1 = V \text{ (ধরি)}$$

$$\text{পাত্রের পৃষ্ঠদেশের আয়তন, } V_2 = 1.1V$$

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

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

$$\text{পাত্রের গভীরতা } h = ?$$

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

$$\text{বা, } P_1 = 10^5 + h\rho g$$



আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

$$[\text{বুদবুদ পানির উপরিতলে আসে, তাই } P_2 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}]$$

$$\text{বা, } h\rho g = 0.1 \times 10^5$$

$$\therefore h = \frac{0.1 \times 10^5}{10^3 \times 9.8}$$

$$= 1.02 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

$$\text{পাত্রে গভীরতা, } h = 1.02 \text{ m}$$

উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{পাত্রে পৃষ্ঠদেশের চাপ, } P_2 = 10^5 \text{ N.m}^{-2}$$

$$\text{পাত্রে তলদেশের আয়তন} = V_1$$

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

$$\text{পানির ঘনত্ব তরল মিশ্রণের পর হয়, } \rho' = 2\rho$$

$$= 2 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

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

আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (10^5 + h\rho'g)V_1 = 10^5 \times V_2$$

$$\text{বা, } V_2 = \frac{10^5 + 1.02 \times 2 \times 10^3 \times 9.8}{10^5} V_1 \quad [\text{ধরি, তরলের উচ্চতা সমান থাকে}]$$

$$= 1.19992 V_1$$

$$= 1.2 V_1$$

অতএব, তরলটি মিশ্রিত করায় উপরে উঠে আসা বুদবুদের আয়তনের

$$\text{শতকরা পরিবর্তন} = \frac{1.2 - 1.1}{1.1} \times 100\% = 9.1\%$$

অর্থাৎ, পানির ঘনত্ব বৃদ্ধি করলে পৃষ্ঠদেশে আসা বুদবুদগুলোর আয়তন পূর্বের আয়তনের তুলনায় 9.1% বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ২২** কোনো একটি পরীক্ষণের জাফলংয়ের আবদ্ধ বায়ুর তাপমাত্রা  $19^\circ\text{C}$  ও শিশিরাঙ্ক  $7.4^\circ\text{C}$  পাওয়া গেল। শৈতপ্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে  $15^\circ\text{C}$  হলো।  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  ও  $19^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় ঐ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.5, 8.2 এবং 16.5 mm পারদ।

[ব. বো. ২০১৬/]

ক. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? ১

খ. সুস্থম দ্রুতিতে সরল পথে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না অথচ বৃত্তাকার পথে সুস্থম দ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. জাফলংয়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্ক পরিবর্তিত হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

### ২২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড, তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

**খ** বেগ একটি ভেক্টর রাশি আর এ বেগের পরিবর্তনের হারকেই বলা হয় ত্বরণ বা মন্দন। আবার মান অথবা দিকের পরিবর্তনের সাপেক্ষে ভেক্টর রাশির পরিবর্তন ঘটে।

যখন কোনো বস্তু সুস্থম দ্রুতিতে সরল পথে চলমান থাকে তখন বেগের মান ও দিক দুটোই অপরিবর্তিত থাকে তাই তখন কোনো ত্বরণ থাকে না। আবার সুস্থম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর বেগের মান অপরিবর্তিত থাকলেও প্রতিনিয়ত তার দিক পরিবর্তিত হয় অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন হয় তাই তখন তার ত্বরণ থাকে।

**গ**  $8^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ 8.2 mm Hg

$7^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ 7.5 mm Hg

$\therefore 1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের বৃদ্ধি 0.7 mm Hg

$(7.4-7)^\circ\text{C}$  বা  $0.4^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি

$$= \frac{0.7 \times 0.4}{1} \text{ mm Hg}$$

$$= 0.28 \text{ mm Hg}$$

$\therefore$  শিশিরাঙ্ক  $7.4^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,

$$f = (7.5 + 0.28) \text{ mm Hg} = 7.78 \text{ mm Hg}$$

আবার,  $19^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,

$$F = 16.5 \text{ mm Hg}$$

আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.78}{16.5} \times 100\%$

$$= 47.15\%$$

$\therefore$  জাফলং-এর বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা, 47.15% (Ans.)

**ঘ** শিশিরাঙ্কের সংজ্ঞা থেকে আমরা জানি, যে তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে শুরু করে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। সুতরাং শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়, বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভরশীল। বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ অপরিবর্তিত রেখে বায়ুর তাপমাত্রা হ্রাস (শিশিরাঙ্ক থেকে কম নয়) বা বৃদ্ধি করা হলে শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হয় না। যেহেতু শৈত প্রবাহের ফলে বায়ুর তাপমাত্রা হ্রাস পেয়েছে কিন্তু আবদ্ধ স্থানের জলীয় বাষ্পের কোনোরূপ পরিবর্তন হয়নি, তাই বলা যায় শিশিরাঙ্কের কোনো রূপ পরিবর্তন হয় নি।

**প্রশ্ন ২৩** স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে 1 mole করে দুটি গ্যাস একই আয়তনের ছিপিকৃত দুটি পাত্রে রক্ষিত আছে। গ্যাস দুটির আণবিক ভর যথাক্রমে 2gm ও 32 gm. পাত্র দুটির মুখের ছিপি একই সাথে খুলে দেয়া হলো। [অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা =  $6.023 \times 10^{23}$  এবং  $R = 8.31 \text{ Jole mole}^{-1}\text{K}^{-1}$ ]

[ব. বো. ২০১৬/]

ক. পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? ১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায় — ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দ্বিতীয় পাত্রে গ্যাসের গড় গতিশক্তি হিসাব কর। ৩

ঘ. পাত্র দুটি একই সাথে খালি হতে হলে দ্বিতীয় পাত্রে তাপমাত্রার কিরূপ পরিবর্তন হবে — গাণিতিক বিশ্লেষণ এর সাহায্যে লিখ। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো স্থানের বাতাসে প্রতি ঘনমিটারে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প আছে তাকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

**খ** গ্যাসের অণুগুলো সবদিকেই এলোমেলোভাবে চলাচল করতে পারে এবং এদের মধ্যে সংঘর্ষ ঘটে। গ্যাস অণুগুলোর মধ্যে দূরত্ব অনেক বেশি হওয়ায় আন্তঃআণবিক বল নেই বললেই চলে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুসমূহের গড় বেগ বৃদ্ধি পায়, ফলে সংঘর্ষও বাড়ে। সংঘর্ষ বাড়ার কারণে বিভিন্ন স্তরের প্রবাহে বাধার পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।

**গ** এখানে গড় গতিশক্তি বলতে প্রতিটি গ্যাস অণুর গড় গতিশক্তি বুঝানো হয়েছে।

২য় পাত্রে প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি,

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

$$= 1.5 \times 8.314 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}$$

$$= 3404.583 \text{ J.mol}^{-1}$$

$$\text{সুতরাং প্রতিটি গ্যাস অণুর গড় গতিশক্তি} = \frac{E}{N_A}$$

$$= \frac{3404.583 \text{ J.mol}^{-1}}{6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 5.65 \times 10^{-21} \text{ J (Ans.)}$$



ঘ) পাত্র দুটি হতে গ্যাস ব্যাপনের মাধ্যমে বের হবে। ব্যাপন হার সমান হলেই একই সময়ে পাত্র দুটি খালি হবে। আর ব্যাপন হার নির্ভর করে বর্গমূল গড় বর্গবেগের উপর।

উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

১ম পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর,  $M_1 = 2 \text{ g} = 0.002 \text{ kg}$

২য় পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর,  $M_2 = 32 \text{ g} = 0.032 \text{ kg}$

১ম পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা,  $T_1 = 273 \text{ K}$

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

২য় পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা,  $T_2 = ?$

১ম ও ২য় পাত্রের গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ যথাক্রমে  $c_1$  ও  $c_2$  হলে,  $c_1 = c_2$  হতে হবে।

$$\therefore \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

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

$$\text{বা, } T_2 = \frac{M_2}{M_1} \times T_1 = \frac{0.032}{0.002} \times 273 = 4368 \text{ K}$$

২য় পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা বাড়াতে হবে  $(4368 - 273) \text{ K} = 4095 \text{ K} = 4095^\circ\text{C}$

সুতরাং পাত্র দুটি একই সাথে খালি হতে হলে দ্বিতীয় পাত্রের তাপমাত্রা  $4095^\circ\text{C}$  বাড়াতে হবে।

**প্রশ্ন-২৪** 30m গভীর একটি পুকুরের তলদেশের তাপমাত্রা  $5^\circ\text{C}$ । তলদেশে অবস্থিত একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস 10cm। পুকুরের উপরিতলের তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  এবং ঐ স্থানের শিশিরাংক  $7.25^\circ\text{C}$ ,  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$  এবং  $32^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5mm Hg, 8.2 mm Hg, 29.6mm Hg এবং 33.06mm Hg।

[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

- শিশিরাংক কাকে বলে? ১
- কোনো স্থানের পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা একই নয় কেন? ২
- উদ্দীপকে উল্লিখিত বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করো। ৩
- বায়ু বুদবুদটি তলদেশ থেকে পুকুরের উপরিতলে উঠে আসলে বুদবুদটির আয়তনের কী কোনো পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তিসহকারে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ স্থানের শিশিরাংক বলে।

**খ** কোনো স্থানের পরম আর্দ্রতা হলো ঐ স্থানের বায়ুতে প্রতি ঘনমিটারে কী পরিমাণ জলীয় বাষ্প আছে সেটা। অর্থাৎ পরম আর্দ্রতার একক  $\text{kgm}^{-3}$ । অপরদিকে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা হলো একটি আনুপাতিক হিসাব। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে যে পরিমাণে জলীয় বাষ্প আছে এবং সর্বোচ্চ যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকতে পারে—এ দু'য়ের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে। একে শতকরায় প্রকাশ করা হয় বলে কোনো ভৌত একক নেই। তবে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে পরম আর্দ্রতার চেয়ে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি ব্যবহৃত হয়। আপেক্ষিক আর্দ্রতা দ্বারা সংশ্লিষ্ট স্থানের আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেওয়া যায়।

**গ** দেওয়া আছে, বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$

এবং শিশিরাংক  $7.25^\circ\text{C}$

$7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$  এবং  $32^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5mm Hg, 8.2mm Hg, 29.6mm Hg এবং 33.06mm Hg।

$$\therefore \text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, } F = \frac{29.6 + 33.06}{2}$$

$$= 31.33 \text{ mm Hg}$$

$$\text{শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, } f = 7.5 + (8.2 - 7.5) \times 0.25 = 7.675 \text{ mm Hg}$$

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

$$= \frac{7.675}{31.33} \times 100\% = 24.5\% \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** প্রদত্ত উপাত্ত মতে,

$$\text{পুকুরের তলদেশে তাপমাত্রা, } T_1 = (5 + 273) \text{ K} = 278 \text{ K}$$

$$\text{এবং উপরিতলে তাপমাত্রা, } T_2 = (30 + 273) \text{ K} = 303 \text{ K}$$

পুকুরের উপরিতলে বুদবুদের ওপর চাপ  $P_2 = 101325 \text{ Pa}$  হলে,

$$\text{তলদেশে চাপ } P_1 = P_2 + h\rho g = (101325 + 30 \times 1000 \times 9.8) \text{ Pa} = 395325 \text{ Pa}$$

পুকুরের তলদেশে এবং পৃষ্ঠদেশে বুদবুদের আয়তন যথাক্রমে  $V_1$  এবং  $V_2$  হলে,

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

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

$$= \frac{395325 \times 303}{101325 \times 278} = 4.2524$$

$$\text{বা, } V_2 = 4.2524 V_1$$

$$\therefore V_2 \neq V_1$$

সুতরাং, বায়ু বুদবুদটি তলদেশ থেকে পুকুরের উপরিতলে উঠে আসলে বুদবুদটি আয়তনে পূর্বের তুলনায় 4.2524 গুণ হবে।

**প্রশ্ন-২৫**

$P = 0.42 \times 10^5 \text{ Pa}$ $C_{\text{rms}} = 1500 \text{ ms}^{-1}$ $V = 1 \text{ m}^3$ $n = 2 \text{ mole}$	→	$P = 0.52 \times 10^5 \text{ Pa}$ $C_{\text{rms}} = 1600 \text{ ms}^{-1}$ $V = 1 \text{ m}^3$ $n = 2 \text{ mole}$	→	$P = 0.45 \times 10^5 \text{ Pa}$ $C_{\text{rms}} = 2054 \text{ ms}^{-1}$ $V = 1 \text{ m}^3$ $n = 2 \text{ mole}$
পাত্র-A		পাত্র-B		পাত্র-C

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১
- অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা করো। ২
- STP তে B পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
- কোন পাত্রদ্বয়ে পরিচিত গ্যাস রয়েছে? উদ্দীপক অনুসারে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

**খ**

অনুপ্রস্থ তরঙ্গ	অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ
i. এই তরঙ্গ জড় মাধ্যমের কণাগুলির কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সমকোণী হয়।	i. এই তরঙ্গ জড় মাধ্যমের কণাগুলির কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সমান্তরাল হয়।
ii. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমে তরঙ্গ শীর্ষ এবং তরঙ্গ পাদ সৃষ্টি হয়।	ii. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।
iii. মাধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারায়ণ ঘটে।	iii. মাধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারায়ণ ঘটে না।

**গ** ১০(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 78 kJ

**ঘ** ১০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: A পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর,  $M_A = 28$ ।

B পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর,  $M_B = 30.468$

C পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর,  $M_C = 16$

সুতরাং A পাত্রে পরিচিত গ্যাস  $N_2$  রয়েছে।

**প্রশ্ন ২৬** কোনো একটি নির্দিষ্ট দিনে জনাব রহিম সিন্ত ও শুষ্ক বায়ু হাইগ্রোমিটার ব্যবহার করে ঢাকা ও রংপুরের আবহাওয়া পর্যবেক্ষণ করলেন এবং নিম্নোক্ত তথ্যসমূহ সংগ্রহ করলেন—

স্থান	শুষ্ক বায়ু হাইগ্রোমিটার রিডিং	সিন্ত বায়ু হাইগ্রোমিটার রিডিং	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্যেসিয়ার ধ্রুবক
ঢাকা	28.6°C	20°C	1.664
রংপুর	32.5°C	22°C	1.625

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ, রংপুর]

- ক. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? ১  
খ. শক্তির সমবিভাজন নীতি বলতে তুমি কী বোঝ? ২  
গ. রংপুরের শিশিরাংক নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী জনাব রহিম কোন কোন শহরে বেশি অস্বস্তি অনুভব করবেন— তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

**২৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

**খ** কোনো গতীয় সংস্থার মোট শক্তি তাপীয় সাম্যাবস্থায় প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বন্টিত হয় এবং প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার শক্তির পরিমাণ  $= \frac{1}{2} kT$ ।

এখন আমরা এই সূত্রটিকে গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে প্রয়োগ করবো। আমরা জানি, এক পারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৩।

অতএব, এই সূত্রানুযায়ী একটি অণুর গড় শক্তি  $= \frac{3}{2} kT$ । দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৫, অতএব প্রতিটি অণুর গড়শক্তি  $= \frac{5}{2} kT$ ।

**গ** শিশিরাংক  $= \theta$  হলে,  
 $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$   
 $= 32.5^\circ - 1.625(32.5 - 22)$   
 $= 17.06^\circ\text{C}$  (Ans.)

দেওয়া আছে,  
 রংপুরে,  
 শুষ্কবায়ু রিডিং,  $\theta_1 = 32.5^\circ\text{C}$   
 সিন্ত বায়ু রিডিং,  $\theta_2 = 22^\circ\text{C}$   
 গ্যেসিয়ারের ধ্রুবক,  $G = 1.625$

**ঘ** ঢাকার শিশিরাংক  $= \theta$ , শুষ্কবায়ু রিডিং  $= \theta_1$  এবং সিন্ত বায়ু রিডিং  $= \theta_2$  হলে,

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

$$= 28.6 - 1.664(28.6 - 20) \text{ [উদ্দীপক হতে মান বসিয়ে]}$$

$$= 14.3^\circ\text{C}$$

যেহেতু শুষ্ক বায়ু থার্মোমিটার বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা নির্দেশ করে,

$$\therefore \text{ঢাকার, বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা} = 28.6^\circ\text{C}$$

$$\text{রংপুরের বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা} = 32.5^\circ\text{C}$$

$$\text{ঢাকার শিশিরাংক} = 14.3^\circ\text{C}$$

$$\text{রংপুরের শিশিরাংক} = 17.06^\circ\text{C} \text{ [‘গ’ হতে]}$$

ধরা যাক,

$$\text{ঢাকায়, শিশিরাংকে বায়ুচাপ} = 14.3^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = f_{14.3}$$

$$\text{বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = 28.6^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = F_{28.6}$$

$$\text{রংপুরে, শিশিরাংকে বায়ুচাপ} = 17.06^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = f_{17.06}$$

$$\text{বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = 32.5^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুচাপ} = F_{32.5}$$

এখন,

ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R_D = \frac{\text{শিশিরাংকে বায়ুচাপ}}{\text{বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রায় বায়ুচাপ}}$$

$$= \frac{f_{14.3}}{F_{28.6}}$$

অনুরূপভাবে, রংপুরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R_R = \frac{f_{17.06}}{F_{32.5}}$$

$$\therefore \frac{R_D}{R_R} = \frac{f_{14.3}}{F_{28.6}} \times \frac{F_{32.5}}{f_{17.06}}$$

যেহেতু, উদ্দীপক হতে  $14.3^\circ\text{C}$ ,  $17.06^\circ\text{C}$ ,  $28.6^\circ\text{C}$  এবং  $32.5^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুচাপ জানা যায় না, অতএব, এখান থেকে কোন অঞ্চলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি তা জানা সম্ভব নয়। ফলে প্রদত্ত উদ্দীপক হতে কোন অঞ্চলে জনাব রহিম বেশি অস্বস্তি অনুভব করবেন তা বের করা সম্ভব নয়।

**প্রশ্ন ২৭** আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেন এর ঘনত্ব  $1.25 \text{ kg m}^{-3}$   
 [ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. পরমশূন্য তাপমাত্রা কি? ১  
খ. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপ বলতে কী বুঝ? ২  
গ. উপরের গ্যাসটির rms বেগ বের কর। ৩  
ঘ. যদি গ্যাসটির তাপমাত্রা আদর্শ তাপমাত্রা থেকে  $100^\circ\text{C}$  করা হয় তাহলে তার rms বেগ কি পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে? ৪

**২৭ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন যে তাপমাত্রায় শূন্য হয় সেই তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়।

**খ** যে তাপমাত্রায় পানি, জলীয়বাষ্প ও বরফ পরস্পর সহাবস্থান অর্থাৎ পানি এর ভৌত অবস্থার তিনটি রূপেই অবস্থান করে, তাকে আদর্শ তাপমাত্রা ( $0^\circ\text{C}$ ) বলে।

আদর্শ তাপমাত্রায় যে পরিমাণ চাপে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 76cm হয়, তাকে আদর্শ চাপ বলে।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{চাপ, } P = 101325 \text{ Pa}$$

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = 1.25 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{গ্যাসের rms বেগ, } C_{\text{rms}} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 101326}{1.25}}$$

$$= 493.13 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** প্রথম অবস্থায় তাপমাত্রা,  $T_1 = 273 \text{ K}$

পরিবর্তিত অবস্থায় তাপমাত্রা,  $T_2 = 100^\circ\text{C}$

$$= (100 + 273) \text{ K} = 373 \text{ K}$$

প্রথমাবস্থায় ও পরিবর্তিত অবস্থায় rms বেগ যথাক্রমে  $C_{\text{rms}_1}$  এবং  $C_{\text{rms}_2}$  হলে,

$$\frac{C_{\text{rms}_2}}{C_{\text{rms}_1}} = \frac{\sqrt{\frac{3RT_2}{M}}}{\sqrt{\frac{3RT_1}{M}}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{373 \text{ K}}{273 \text{ K}}} = 1.169$$

$$= 116.9\% = 100\% + 16.9\%$$

সুতরাং যদি গ্যাসটির তাপমাত্রা আদর্শ তাপমাত্রা থেকে  $100^\circ\text{C}$  করা হয় তাহলে এর rms বেগ 16.9% বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ২৮** কোনো নির্দিষ্ট দিনে একটি আর্দ্র ও শুষ্ক হাইগ্রোমিটারের পাঠ নিম্নের ছকে দেয়া হলো:

স্থান	শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ	আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্যেসিয়ারের ধ্রুবক
কুমিল্লা	32.5°C	22°C	1.625
সিলেট	28.6°C	20°C	1.664

$14^\circ\text{C}$ ,  $16^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $32^\circ\text{C}$  এবং  $34^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm Hg.  
 [কৌজন্দারগাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]



- ক. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কী? ১  
 খ. 'কোনো নির্দিষ্ট স্থানের শিশিরাংক 20°C' বলতে কী বোঝ? ২  
 ব্যাখ্যা করো।  
 গ. কুমিল্লার বায়ুর শিশিরাংক নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. উদ্দীপকের অনুসারে, কোন স্থানটি বেশি আরামদায়ক? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বাষ্প সর্বোচ্চ যে চাপ দিতে পারে বা নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বাষ্প ধারণ করতে পারে সেই পরিমাণ বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

**খ** কোনো স্থানের শিশিরাংক 20°C বলতে বোঝায়, ঐ স্থানের তাপমাত্রা নেমে 20°C-এ উপনীত হলে ঐ স্থানের বায়ু এর মধ্যস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে, অর্থাৎ তখন আপেক্ষিক আর্দ্রতা হবে 100%।

**গ** দেওয়া আছে, কুমিল্লায় হাইগ্রোমিটারে,  
 শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ,  $\theta_1 = 32.5^\circ\text{C}$   
 এবং আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ,  $\theta_2 = 22^\circ\text{C}$   
 বায়ুর তাপমাত্রায় গ্রেসিয়ারের ধ্রুবক,  $C = 1.625$   
 বের করতে হবে, শিশিরাংক,  $\theta = ?$   
 আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\theta &= \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) \\ &= 32.5 - 1.625(32.5 - 22) \\ &= 15.44^\circ\text{C (Ans.)}\end{aligned}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,  $14^\circ\text{C}$  এবং  $16^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 11.99 এবং 13.63 mm Hg

$\therefore 2^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা পার্থক্যে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়  $= (13.63 - 11.99)$   
 $= 1.64 \text{ mm Hg}$

$\therefore (15.44^\circ - 14^\circ)\text{C} = 1.44^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা পার্থক্যে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়  $= \frac{1.64 \text{ mm Hg} \times 1.44}{2} = 1.1808 \text{ mm Hg}$

$\therefore$  কুমিল্লার শিশিরাংকে ( $15.44^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  
 $f = (11.99 + 1.1808) \text{ mm Hg} = 13.17 \text{ mm Hg}$

$\therefore$  কুমিল্লায় বায়ুর তাপমাত্রায় ( $32.5^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  
 $F = 35.66 + (39.90 - 35.66) \times \frac{32.5 - 32}{34 - 32}$   
 $= 36.72 \text{ mm Hg}$

$\therefore$  কুমিল্লায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{13.17}{36.72} \times 100\%$   
 $= 35.87\%$

সিলেটের শিশিরাংক,  $\theta = 28.6 - 1.664(28.6 - 20)$   
 $= 14.29$

এবং শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$\begin{aligned}f' &= 11.99 + (13.63 - 11.99) \times \frac{14.29 - 14}{16 - 14} \\ &= 12.23 \text{ mm Hg}\end{aligned}$$

সিলেটে বায়ুর তাপমাত্রায় ( $28.6^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$\begin{aligned}F' &= 28.35 + (31.83 - 28.35) \times \frac{28.6 - 28}{30 - 28} \\ &= 29.394 \text{ mm Hg}\end{aligned}$$

$\therefore$  সিলেটে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R' = \frac{f'}{F'} \times 100\%$   
 $= \frac{12.23 \text{ mm Hg}}{29.394 \text{ mm Hg}} \times 100\% = 41.6\%$

লক্ষ করি,  $35.87\% < 41.6\%$

অর্থাৎ কুমিল্লায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $<$  সিলেটে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, তাই কুমিল্লায় অবস্থানকারী কোনো ব্যক্তির দেহের ঘাম সিলেটের তুলনায় তাড়াতাড়ি শুকাবে। এ কারণে বসবাসের জন্য কুমিল্লা বেশি আরামদায়ক হবে।

**প্রশ্ন ২৯**  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা ও 15 atm চাপে একটি সিলিন্ডারে 12L অক্সিজেন গ্যাস আছে। তাপমাত্রা  $35^\circ\text{C}$  এ উত্তীর্ণ করা হলো এবং আয়তন কমিয়ে 10.5 L করা হলো। আদর্শ গ্যাস বিবেচনা কর।

[বিশদান ক্যাডেট কলেজ]

- ক. আর্দ্রতা কী? ১  
 খ. পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. গ্যাসের বায়ুমণ্ডলীয় শেষ চাপ কত হবে? ৩  
 ঘ. এখানে কাজ সম্পন্ন হয়েছে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন স্থানের বায়ুতে কতটুকু জলীয় বাষ্প আছে অর্থাৎ বায়ু কতটুকু শুষ্ক বা ভেজা তার নির্দেশকে বায়ুর আর্দ্রতা বলে।

**খ** কোনো আবদ্ধ স্থানের বাতাসে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প উপস্থিত আছে তাকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে। আবার কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা হচ্ছে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা ও ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প দরকার তার ভরের অনুপাত। অর্থাৎ

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{\text{পরম আর্দ্রতা}}{\text{সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}} \times 100\%$$

**গ** এখন,

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

$$\begin{aligned}\text{বা, } P_2 &= \frac{P_1 V_1 \times T_2}{T_1 \times V_2} \\ &= \frac{15 \times 12 \times 308}{293 \times 10.5} \\ &= 18 \text{ atm (Ans.)}\end{aligned}$$

**ঘ** এখন,

$$\begin{aligned}T_1 V_1^{\gamma-1} &= T_2 V_2^{\gamma-1} \\ &= 293 \times (12)^{1.4-1} \\ &= 791.66\end{aligned}$$

এবং

$$\begin{aligned}T_2 V_2^{\gamma-1} &= 308 \times (10.5)^{1.4-1} \\ &= 789\end{aligned}$$

$$\text{অর্থাৎ } T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

অর্থাৎ সিস্টেমটি বৃদ্ধতাপীয়। বৃদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি পরিবর্তনের সমান।

$$\begin{aligned}\therefore dW &= -dU \\ &= -nC_v dT\end{aligned}$$

হি পরমাণুক গ্যাসের জন্য,  $C_v = \frac{5}{2}R$

$$\begin{aligned}\text{বা, } dW &= -\frac{PV}{RT} \times C_v dT \\ &= -\frac{15 \times 101325 \times 12 \times 10^{-3}}{8.314 \times 293} \times \frac{5}{2} R \times 15 \\ &= -2334.3 \text{ J}\end{aligned}$$

কাজ ঋণাত্মক অর্থাৎ সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হয়েছে।

**প্রশ্ন ৩০** কোনো একদিন ঢাকায় আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রে শুষ্ক ভাস্কের পাঠ  $25^\circ\text{C}$  এবং শিশিরাংক  $10.5^\circ\text{C}$ । ঐ একই দিনে চট্টগ্রামের বায়ুর তাপমাত্রা ঢাকার বায়ুর তাপমাত্রার সমান এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%।  $24^\circ\text{C}$  ও  $26^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্রেসিয়ারের উৎপাদক যথাক্রমে 1.72 ও 1.69।  $17^\circ\text{C}$ ,  $19^\circ\text{C}$  ও  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 14.52 mmHgP, 16.46 mmHgP ও 23.69 mmHgP।

[নিউর ভেম কলেজ, ঢাকা]



- ক. স্বাধীনতার মাত্রা কী? ১  
খ. আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের সাহায্যে কীভাবে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায় – ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. ঢাকায় আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সিস্ত বালুকের পাঠ কত? ৩  
ঘ. ঢাকা ও চট্টগ্রামের শিশিরাংক একই হবে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

**খ** আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের দুই থার্মোমিটারের পার্শ্বের ব্যবধান থেকে জানা যায়—

১. বেশি হলে বায়ু তথা আবহাওয়া শুষ্ক।
২. কম হলে বায়ু আর্দ্র।
৩. ধীরে ধীরে কমলে বৃষ্টির সম্ভাবনা রয়েছে।
৪. হঠাৎ কমলে ঝড়ের সম্ভাবনা রয়েছে।

**গ** ১৫(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 16.4956°C

**ঘ** চট্টগ্রামে শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $f$  হলে আপেক্ষিক

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

বা,  $70\% = \frac{f}{F} \times 100\%$

$\therefore f = \frac{70}{100} \times F$

$= \frac{7}{10} \times 23.69$

$= 16.583 \text{ mm HgP.}$

এখানে,

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 70\%$

25°C তাপমাত্রা, সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,  $F = 23.69 \text{ mm HgP}$

দেওয়া আছে, 17°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 14.52 HgP ও 16.46 mm HgP

$\therefore (16.46 - 14.52) = 1.94 \text{ mm HgP. চাপ পরিবর্তন হয় } 19 - 17 = 2^\circ\text{C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য।}$

$\therefore (16.583 - 16.46) = 0.123 \text{ mmHgP চাপ পরিবর্তন হবে}$

$\frac{2 \times 0.123}{1.94} = 0.127^\circ\text{C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য।}$

$\therefore$  চট্টগ্রামের শিশিরাংক  $19 + 0.127 = 19.127^\circ\text{C}$

কিন্তু ঢাকায় শিশিরাংক 10.5°C, যা চট্টগ্রামের শিশিরাংক হতে ভিন্ন।

অর্থাৎ ঢাকা চট্টগ্রামের শিশিরাংক একই হবে না।

### প্রশ্ন ৩১

দিন	বায়ুর তাপমাত্রা	আঃ আর্দ্রতা	সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ
রবিবার	15°C	50%	0.1546 m.m HgP
সোমবার	20°C	75%	0.198 m.m HgP

কোনো এক স্থানে এই দুই দিনেই সন্ধ্যায় তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 10°C হলো। 10°C সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ  $10.5 \times 10^{-3} \text{ mmHgP.}$

[ডিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ]

ক. বয়েলের সূত্র বিবৃত কর? ১

খ. তাপমাত্রার পরিবর্তনে গ্যাসের সান্দ্রতার কি পরিবর্তন ঘটে সমীকরণসহ আলোচনা কর। ২

গ. রবিবার বাতাসে উপস্থিত জলীয় বাষ্প চাপ কত? ৩

ঘ. বায়ুস্থ জলীয় বাষ্প ঘনীভূত অংশের পরিমাণ কোনদিন বেশি হবে? ৪

### ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন তার উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যাস্তানুপাতিক।

**খ** তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের সান্দ্রতা সহগ তার কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

$\therefore \eta \propto \sqrt{T}$

অপরদিকে গ্যাসের অণুগুলো থাকে তরলের তুলনায় অনেক আলগাতাবে বাঁধা। অর্থাৎ, গ্যাসের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআনবিক আকর্ষণ কম খুবই নগণ্য থাকে এবং অণুগুলো প্রায় মুক্ত অবস্থায় বিচরণ করে ও এদের মধ্যে একটি ইতস্তত গতি বিরাজ করে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে এদের ইতস্তত গতি অত্যন্ত বেড়ে যায়। ধীরগতির স্তরের কিছু অণু দ্রুতগতির স্তরে যায়। ফলে দ্রুতগতি স্তরের অণুগুলোর গড় দ্রুতি হ্রাস পায়। আবার এই ইতস্তত গতির ফলে দ্রুতগতি স্তরের কিছু অণু ধীরগতির স্তরে চলে যায়। এতে ধীরগতি স্তরের অণুগুলোর গড় দ্রুতি বৃদ্ধি পায়। এর ফলে দুই স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতি হ্রাস পায় তথা সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।

**গ** জানা আছে,

আঃ আর্দ্রতা =  $\frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রার উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}$

$\frac{15^\circ\text{C তাপমাত্রায় উপস্থিত বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের চাপ}}{15^\circ\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}$

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

বা,  $0.5 = \frac{f}{0.1546}$

বা,  $f = 0.1546 \times 0.5$   
 $= 0.0773 \text{ mmHgP}$

এখানে,

15°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ,

$F = 0.1546 \text{ mm.HgP}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$R = 50\% = 0.5$

15°C তাপমাত্রায় উপস্থিত বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের চাপ,  $f = ?$

**ঘ** কোনো দিনের তাপমাত্রা কমে গেলে কত অংশ ঘনীভূত হবে তা নির্ধারণ করা হয় বায়ুর তাপমাত্রায় বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পচাপ ও ঐ দিন শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের পার্থক্য থেকে।

উল্লিখিত দুই দিনে সন্ধ্যায় তাপমাত্রা হ্রাস পায় এবং 10°C হয়। ধরা যাক, 10°C তাপমাত্রায় বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়।

রবিবার,

দিনের তাপমাত্রায় বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পচাপ,  $f = 0.0773 \text{ mmHgP}$  [‘গ’ হতে প্রাপ্ত]

সন্ধ্যায় তাপমাত্রায় (10°C) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,  $F_{10} = 10.5 \times 10^{-3} \text{ mmHgP}$

$\therefore \Delta f_1 = f_1 - F_{10} = (0.0773 - 10.5 \times 10^{-3}) \text{ mmHgP} = 0.0668 \text{ mmHgP}$

আবার,

সোমবার, দিনের তাপমাত্রায় আঃ আর্দ্রতা,  $R = 75\% = 0.75$

সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,  $F = 0.198 \text{ mm HgP}$

এবং বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পচাপ,  $f_2$  হলে,

$R = \frac{f_2}{F}$

বা,  $f_2 = R \times F = 0.75 \times 0.198$

$= 0.1485 \text{ mmHgP}$

আবার সন্ধ্যায় তাপমাত্রায় (10°C) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,  $F_{10}$

$\therefore \Delta f_2 = f_2 - F_{10} = 0.1485 - 10.5 \times 10^{-3}$   
 $= 0.138 \text{ mmHgP}$

এখানে,  $\Delta f_2 > \Delta f_1$

সুতরাং, রবিবারের থেকে সোমবারের সন্ধ্যায় জলীয় বাষ্পচাপের পার্থক্য বেশি। অর্থাৎ রবিবার হতে সোমবারে সন্ধ্যায় বেশি পরিমাণ জলীয় বাষ্প বায়ু হতে মুক্ত হয়েছে বা ঘনীভূত হয়েছে বিধায় বাষ্পচাপ সোমবার বেশি হ্রাস পেয়েছে।

অতএব উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ অনুযায়ী বলা যাচ্ছে যে সোমবার বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের ঘনীভূত অংশের পরিমাণ বেশি।

**প্রশ্ন ৩২** অনিক তার শিক্ষকের সাথে গবেষণাগারে একটি গ্যাসের ধর্ম নিয়ে কাজ করছিল। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় তারা গ্যাসটির অণুগুলোর মূল গড় বর্গ বেগ পরিমাপ করলো  $500 \text{ ms}^{-1}$  ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে গ্যাসের একটি অণুর ব্যাসার্ধ পেল  $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ ।

(আইজিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিবিল, ঢাকা)

- ক. বাস্তব গ্যাস কাকে বলে? ১
- খ. আবন্ড স্থানের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কি পরিবর্তন হয়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্ভীপকের গ্যাসটির ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গ্যাস অণুগুলোর পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যে সময় ব্যবধান কেমন হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

### ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগপৎ মেনে চলে না তাকে বাস্তব গ্যাস বলে।

**খ** শিশিরাঙ্ক হলো সেই তাপমাত্রা যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্প সম্পৃক্ত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে যেহেতু জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় না সেহেতু আবন্ড স্থানের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে না, শিশিরাঙ্ক একই থাকবে।

**গ** জানা আছে,

$$C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3P}{C^2} = \frac{3 \times 101325}{500^2}$$

$$= 1.2159 \text{ kg.m}^{-3}$$

এখানে,  
 $C_{r.m.s} = 500 \text{ ms}^{-1}$

**ঘ**

$$\text{গড় মুক্ত পথ, } \lambda = \frac{1}{n\pi\sigma}$$

$$\text{এখন, } C_{r.m.s} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\therefore M = \frac{3RT}{C_{r.m.s}^2}$$

$$= \frac{3 \times 8.314 \times 273}{(500^2)}$$

$$= 0.02724 \text{ kg mol}^{-1}$$

এখানে,  
গ্যাসটির rms বেগ,  
 $C_{r.m.s} = 500 \text{ ms}^{-1}$   
অণুর ব্যাস,  $\sigma = 4 \times 10^{-10} \text{ m}$   
দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান,  $t = ?$   
'গ' হতে ঘনত্ব,  $\rho = 1.2159 \text{ kgm}^{-3}$

এখন একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,  $n = \frac{\rho \times N_A}{M}$  [  $\therefore$  আয়তন,  $V = \frac{M}{\rho}$  ]

$$= \frac{1.2159 \times 6.023 \times 10^{23}}{0.02724}$$

$$= 2.688 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \times 2.688 \times 10^{25} \times \pi \times (4 \times 10^{-10})^2} = 5.23 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\therefore \text{দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান, } t = \frac{\lambda}{C_{r.m.s}} = \frac{5.23 \times 10^{-8} \text{ m}}{500 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 1.04 \times 10^{-10} \text{ s (Ans.)}$$

**প্রশ্ন ৩৩** একটি ক্রিনিকে একজন রোগীর ব্যবহারের জন্য  $10^{-2} \text{ m}^3$  আয়তনবিশিষ্ট এবং  $300^\circ\text{C}$  সহনশীল মাত্রার একটি অক্সিজেন সিলিন্ডার  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সরবরাহ করা হল। কিছু পরিমাণ অক্সিজেন কমে যাওয়ার পর চাপ কমে  $1.3 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  হলো।

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কী? ১
- খ. বেগের মান সমান থাকলেও একটি গতিশীল কণার ত্বরণ থাকতে পারে— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. অক্সিজেনের আদিচাপ  $2.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  হলে সিলিন্ডারের কী পরিমাণ অক্সিজেন কমে গেল তা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. সিলিন্ডারে চাপ অপরিবর্তিত রেখে এতে  $2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  অক্সিজেন প্রবেশ করালে সিলিন্ডারটি ব্যবহার করা নিরাপদ হবে কিনা? ৪

### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো গতিশীল বস্তুর কোনো বিশেষ মুহূর্তের বেগকে ঐ মুহূর্তের তাৎক্ষণিক বেগ বলে। ক্ষুদ্রতিক্ষুদ্র সময়ের ব্যবধানে সরণের হার দ্বারা তাৎক্ষণিক বেগ নির্ণয় করা হয়।

**খ** আমরা জানি, ভেক্টরের মান অথবা দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তনে ভেক্টর পরিবর্তিত হয়। বেগ হচ্ছে ভেক্টর রাশি। সুতরাং মান পরিবর্তন না হলেও দিকের পরিবর্তনে বেগ পরিবর্তিত হবে। সমদ্রুতিতে বক্রপথে চলার সময় বেগের মান পরিবর্তিত না হলেও দিকের পরিবর্তন হয়। আর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। সুতরাং আমরা বলতে পারি, সরল পথে সমদ্রুতিতে চলমান কোনো বস্তুর ত্বরণ না থাকলেও বক্র পথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে।

**গ** প্রাথমিক অবস্থায়,  $P_1 V = \frac{W_1}{M} RT$

$$\text{বা, } \frac{W_1}{M} = \frac{P_1 V}{RT} \dots (i)$$

শেষ অবস্থায়,  $P_2 V = \frac{W_2}{M} RT$

$$\text{বা, } \frac{W_2}{M} = \frac{P_2 V}{RT} \dots (ii)$$

যেহেতু  $W_1 > W_2$  তাই (i) - (ii)  $\Rightarrow$

$$\frac{W_1 - W_2}{M} = \frac{(P_1 - P_2)V}{RT}$$

$$\text{বা, } W_1 - W_2 = \frac{(P_1 - P_2) \times V \times M}{RT}$$

$$= \frac{(2.5 - 1.3) \times 10^5 \times 10^{-2} \times 32 \times 10^{-3}}{8.314 \times 300}$$

$$= 0.01539 \text{ kg}$$

$\therefore$  অক্সিজেন বের হয়ে যায়  $0.01539 \text{ kg (Ans.)}$

**ঘ** সিলিন্ডারের চাপ অপরিবর্তিত রেখে  $2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  গ্যাস প্রবেশ করলে এর ভর বৃদ্ধি পাবে।

এখন,  $PV = nRT$

বা,  $PV = \frac{W}{M} RT$

$\therefore W \propto V$

অর্থাৎ দ্বিগুণ আয়তনের বেশি গ্যাস প্রবেশ করানোর ফলে ভর দ্বিগুণ বেড়ে যাবে। অর্থাৎ মোট ভর ৩ গুণ হবে।

এখন,  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

বা,  $T_2 = \frac{V_1}{V_2} \times T_1$

এখন, একই পাত্রে পূর্বের তুলনায় ৩ গুণ বেশি গ্যাস রয়েছে।

$$\therefore T_2 = 3 \times (273 + 27)$$

$$= 900 \text{ K}$$

অর্থাৎ তাপমাত্রা বেড়ে  $(900 - 273) \text{ K} = 627 \text{ K}$  বা  $627^\circ\text{C}$  হবে। অর্থাৎ সিলিন্ডারটি নিরাপদ নয়।

**প্রশ্ন ৩৪** একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন  $1.5 \text{ m}^3$ । সিলিন্ডারটিতে  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের  $30 \times 10^{25}$  টি অণু আবন্ড আছে। গ্যাস অণুর ব্যাস  $25 \times 10^{-10} \text{ m}$ । পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হল।

(ইনজিনিয়ারিং ইউনিভারসিটি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

- ক. শিশিরাঙ্ক কি? ১
- খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. সিলিন্ডারে আবন্ড গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. খালি সিলিন্ডারটি যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪



### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ ৬ (খ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ ৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৬ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৫ একটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে একটি হ্রদের 40.81 m গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় সেটি 1 লিটার আয়তন ধারণ করল। হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরও 1 লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে, ছেড়ে দেওয়া হলে বায়ুমণ্ডলের চাপ  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ , পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $g = 9.804 \text{ ms}^{-2}$ ।

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ]

ক. শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. কোনো একদিন ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা 85% বলতে কি বোঝায়? ২

গ. নিমজ্জনের পূর্বে উদ্ভীপকের বেলুনের আয়তন কত ছিল? ৩

ঘ. বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণের ক্ষমতা 9 লিটার। পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ ঢাকায় বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 85% বলতে বুঝায় কোনো নির্দিষ্ট সময় ঢাকার বায়ুতে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বাষ্প ধারণ করতে পারে ঐ সময় তার শতকরা 85 ভাগ জলীয় বাষ্প ঢাকার বায়ুতে উপস্থিত আছে।

গ এখন,

$$P_1 V_1 = P_2 + V_2$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$= \frac{499938 \times 1}{1 \times 10^5}$$

$$= 4.999 \text{ L}$$

$$\approx 5 \text{ L}$$

এখানে,

হ্রদের গভীরতা,  $h = 40.81 \text{ m}$

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

হ্রদের তলদেশে চাপ,

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

$$= 1 \times 10^5 + (40.81 \times 10^3 \times 9.8)$$

$$= 499938 \text{ Nm}^{-2}$$

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

নিমজ্জনের পূর্বে বেলুনের আয়তন =

হ্রদের উপরিতলে আয়তন,  $V_1 = ?$

ঘ 'গ' হতে পাই,

পানির উপরিতলে আয়তন,  $V_1 = 5 \text{ L}$

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

অর্থাৎ হ্রদের তলদেশ থেকে উপরে উঠে আসার ফলে

$$\text{আয়তন বৃদ্ধির অনুপাত, } \frac{V_1}{V_2} = 5$$

এখন হ্রদের তলদেশে নিয়ে আরও 1 L বায়ু প্রবেশ করালে আয়তন হয়  $(1 + 1) \text{ L} = 2 \text{ L}$

পানির উপরিতলে আসলে এই আয়তন হবে  $5 \times 2 \text{ L} = 10 \text{ L}$

কিন্তু উদ্ভীপক হতে বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা 9L। অর্থাৎ পানির উপরিতলে বেলুনটি অক্ষত পৌঁছাবে না।

প্রশ্ন ৩৬ A ও B দুটি ঘনাকৃতির পাত্র, প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2m ও 3m। পাত্র দুটি যথাক্রমে  $5 \times 10^5 \text{ Pa}$  ও  $4 \times 10^5 \text{ Pa}$  চাপে  $\text{O}_2$  গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়েছে।

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. পরম আর্দ্রতা কী? ১

খ. কোন স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা জেনে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া যায়— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. A পাত্রে গ্যাসের মূল গড় বর্গ বেগ  $1.5 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$  হলে গ্যাসটির ভর কত? ৩

ঘ. কোন পাত্রে গ্যাসের গতিশক্তি বেশি হবে তা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানের বাতাসে প্রতি ঘনমিটারে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প আছে তাকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

খ কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতার উপর আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া সম্ভব।

— আপেক্ষিক আর্দ্রতা ধীরে ধীরে বাড়লে আবহাওয়া আর্দ্র থাকবে। অর্থাৎ বৃষ্টিপাত হবে।

— আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে।

— আপেক্ষিক আর্দ্রতা হঠাৎ বেড়ে গেলে ঝড় আসতে পারে।

গ  $\bar{C} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3P}{m/V}}$  দেওয়া আছে,  
A পাত্রের একটি বাহু,  $a = 2 \text{ m}$   
 $\therefore$  A পাত্রের আয়তন,  $V_A = 2^3 = 8 \text{ m}^3$   
A পাত্রে চাপ,  $P_A = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$   
গড় বর্গবেগ,  $\bar{C} = 1.5 \times 10^5 \text{ m/s}$

$$\Rightarrow \bar{C}^2 = \frac{3PV}{m}$$

$$\therefore m = \frac{3PV}{\bar{C}^2}$$

$$= \frac{3 \times 5 \times 10^5 \times 8}{(1.5 \times 10^5)^2} = 0.000533 \text{ kg}$$

$$= 0.533 \text{ g (Ans.)}$$

ঘ A পাত্রের গতিশক্তি,  $E_A = \frac{3}{2} P_A V_A$

$$= \frac{3}{2} \times 5 \times 10^5 \times 2^3$$

$$= 6 \text{ MJ}$$

B পাত্রের গতিশক্তি,  $E_B = \frac{3}{2} P_B V_B$

$$= \frac{3}{2} \times 4 \times 10^5 \times 3^3$$

$$= 16.2 \text{ MJ}$$

$$\therefore E_B > E_A$$

অতএব, B পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি A পাত্রের তুলনায় বেশি।

প্রশ্ন ৩৭ একটি হ্রদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা  $14^\circ\text{C}$ । হ্রদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠের বায়ুচাপ  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ , তাপমাত্রা  $35^\circ\text{C}$  এবং হ্রদের তলদেশে বুদবুদের আয়তন  $1 \text{ cm}^3$ ।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. প্রমাণ চাপ কী? ১

খ. চট্টগ্রামের শিশিরাঙ্ক  $15^\circ\text{C}$  বলতে কী বুঝ? ২

গ. হ্রদের পানির তাপমাত্রা ধ্রুব হলে এর গভীরতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্ভীপকের আলোকে বুদবুদের আয়তনের পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণে মতামত দাও। ৪

### ৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সমুদ্র পৃষ্ঠে  $45^\circ$  অক্ষাংশে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলা হয়।

খ বায়ুর শিশিরাঙ্ক  $15^\circ\text{C}$  বলতে বুঝায়, বায়ুর তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে  $15^\circ\text{C}$  এ উপনীত হলে বায়ুস্থ জলীয় বাষ্প দ্বারা চট্টগ্রামের বায়ু সম্পৃক্ত হবে অর্থাৎ  $15^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা হবে (100%) ফলে উক্ত স্থানে জলীয় বাষ্প শিশির কণা আকারে ঝরে পড়তে শুরু করবে।

গ এখানে, হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুচাপ,  $P_1 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

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

হ্রদের গভীরতা,  $h = ?$



আমরা জানি, আয়তন  $\propto$  (ব্যাস)<sup>3</sup>

তাই ব্যাস দ্বিগুণ হলে আয়তন আটগুণ হয়।

অর্থাৎ,  $V_1$  ও  $V_2$  যথাক্রমে হ্রদের পৃষ্ঠদেশে ও তলদেশে বুদবুদের আয়তন হলে,  $V_1 = 8V_2$

হ্রদের তলদেশে চাপ  $P_2$  হলে,

$$P_2 = P_1 + h\rho g \dots\dots\dots (i) \quad [\text{তাপমাত্রা ধ্রুব বিবেচনা করে}]$$

আবার, তাপমাত্রা ধ্রুব থাকলে,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_1 \times 8V_2 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } P_2 = 8P_1 \dots\dots\dots (ii)$$

$$(i) \text{ ও } (ii) \text{ হতে পাই, } 8P_1 = P_1 + h\rho g$$

$$\text{বা, } 7P_1 = h\rho g$$

$$\text{বা, } h = \frac{7P_1}{\rho g}$$

$$\therefore h = \frac{7 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}}{10^3 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 71.428 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুচাপ,  $P_1 = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

$$\text{তাপমাত্রা, } T_1 = 35^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$\text{হ্রদের তলদেশে বায়ুচাপ, } P_2 = 8P_1 \text{ [‘গ’ হতে]}$$

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

$$\text{আয়তন, } V_2 = 1 \text{ cm}^3$$

হ্রদের পৃষ্ঠে আয়তন  $V_1$  হলে,

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

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

$$= \frac{308}{287} \times \frac{8P_1}{P_1} \times 1 \text{ cm}^3 = 8.585 \text{ cm}^3 \neq V_2$$

অতএব, উদ্দীপকের আলোকে বুদবুদের আয়তন পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ৩৮** পরীক্ষাগারে সুমনা STP-তে একই আয়তনের দুটি সিলিন্ডারের প্রথমটি 16gm অক্সিজেন ও দ্বিতীয়টি 2gm হাইড্রোজেন দিয়ে পূর্ণ করলো। তারপর সিলিন্ডার দুটি হাতে নিয়ে সুমনা অনুভব করলো, ‘একটির তুলনায় অপরটি হালকা এবং তার মনে হলো, হালকা গ্যাসটির গড় বর্গবেগের বর্গমূলের মান বেশি হবে’।

- ক. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কাকে বলে? ১
- খ. শীতের রাতে শিশির পড়ে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রথম সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপক অনুসারে উল্লেখিত তথ্য দুটির সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

#### ৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে এবং ঐ তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন হয় তাদের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

**খ** শীতের সকালে ঘাসের ওপর বিন্দু বিন্দু পানি জমে থাকতে দেখা যায়। এগুলোকে শিশির বলে। শীতকালে দিন ও রাতে যথেষ্ট তাপমাত্রার পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। দিনের বেলায় সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ ও সংলগ্ন বায়ু উত্তপ্ত হয়। এ সময় বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। কিন্তু রাতের বেলায় ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ধীরে ধীরে শীতল হতে থাকে। তাপ বিকিরণের হার সব বস্তুর সমান নয়। ঘাস পাতা ইত্যাদির তাপ বিকিরণের হার বেশি বলে এগুলো বেশি শীতল হয় এবং সাথে সাথে সংলগ্ন বায়ুকেও শীতল করে। এগুলোর তাপমাত্রা শিশিরাজকের নিচে নেমে গেলে জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে এগুলোর গায়ে বিন্দু বিন্দু আকারে জমা হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

অক্সিজেনের ভর,  $m = 16 \text{ gm}$

জানা আছে, STP তে তাপমাত্রা,  $T = 273 \text{ K}$

অক্সিজেনের আণবিক ভর,  $M = 32 \text{ gm/mol}^{-1}$

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

বের করতে হবে, অক্সিজেনের মোট গতিশক্তি,  $E = ?$

আমরা জানি,

$$E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{16}{32} \times 8.31 \times 273$$

$$= 1701.4725 \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম সিলিন্ডারে অক্সিজেনের ভর,  $m_1 = 16 \text{ gm}$

দ্বিতীয় সিলিন্ডারে হাইড্রোজেনের ভর,  $m_2 = 2 \text{ gm}$

যেহেতু,  $m_1 > m_2$

সুতরাং, প্রথম সিলিন্ডারটি দ্বিতীয় সিলিন্ডার অপেক্ষা ভারী অনুভূত হবে।

জানা আছে,

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

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

অক্সিজেনের আণবিক ভর,  $M_1 = 32 \text{ gm/mol}$

হাইড্রোজেনের আণবিক ভর,  $M_2 = 2 \text{ gm/mol}$

ধরা যাক, STP-তে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের বর্গমূল গড় বর্গবেগ যথাক্রমে  $C_1$  ও  $C_2$

$$\therefore C_1 = \sqrt{\frac{3RT}{M_1}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 273}{32 \times 10^{-3}}}$$

$$\text{বা, } C_1 = 461.177 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং } C_2 = \sqrt{\frac{3RT}{M_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 273}{2 \times 10^{-3}}} = 1844.707 \text{ ms}^{-1}$$

যেহেতু,  $C_2 > C_1$

সুতরাং হালকা গ্যাসটির গড় বর্গ বেগের বর্গমূল মান বেশি হবে।

**প্রশ্ন ৩৯** চট্টগ্রামের কর্ণফুলী টানেল অর্থনীতির দিগন্ত উন্মোচনের এক নতুন স্বপ্ন। এর নির্মাণ কাজ পর্যবেক্ষনের জন্য একজন প্রযুক্তিবিদ 35m গভীরে টানেলের নিকট পৌছান এবং সেখানে সৃষ্ট 0.2m<sup>3</sup> আয়তনের একটু বুদবুদ পানির পৃষ্ঠে আসায় আয়তন বৃদ্ধি পায়। কিন্তু নদীর তলদেশ হতে একই আয়তনের অপর একটি বুদবুদ পৃষ্ঠে আসায় তার আয়তন পৃষ্ঠে অবস্থিত প্রথম বুদবুদের আয়তনের দ্বিগুণ হয়। স্বাভাবিক বায়ু চাপে পানি স্থির এবং তাপমাত্রা ধ্রুব ছিল।

[মাইলস্টোন কনেক্স/]

ক. শিশিরাত্মক কাকে বলে? ১

খ. ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রথম বুদবুদটি পানির উপর পৃষ্ঠে আসলে আয়তন কত হয় নির্ণয় কর। ৩

ঘ. টানেল টিউবটি নদীর অর্ধেক গভীরতায় স্থাপিত কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাত্মক বলে।

**খ** ঢাকায় বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে বুঝায় কোনো নির্দিষ্ট সময় ঢাকার বায়ুতে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বাষ্প ধারণ করতে পারে ঐ সময় তার শতকরা 70 ভাগ জলীয় বাষ্প ঢাকার বায়ুতে উপস্থিত আছে।

গ

এখন,  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 বা,  $V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$   
 $= \frac{444325 \times 0.2}{101325}$   
 $= 0.877 \text{ m}^3 \text{ (Ans.)}$

এখানে,  
 উপরিতলে চাপ,  $P_1 = 101325 \text{ Nm}^{-2}$   
 গভীরতা,  $h = 35 \text{ m}$   
 $h$  গভীরতায় চাপ,  
 $P_2 = P_1 + h\rho g$   
 $= 101325 + 35 \times 1 \times 10^3 \times 9.8$   
 $= 444325 \text{ Nm}^{-2}$   
 $h$  গভীরতায় আয়তন,  $V_2 = 0.2 \text{ m}^3$   
 উপরিতলে আয়তন,  $V_1 = ?$

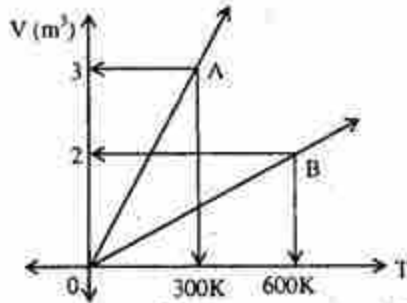
ঘ

এখন,  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 বা,  $P_1 V_1 = (P_1 + h\rho g) V_2$   
 বা,  $101325 \times 1.754 = (101325 + h\rho g) \times 0.2$   
 বা,  $h\rho g + 101325 = 888620.25$   
 বা,  $h = \frac{787295.25}{1 \times 10^3 \times 9.8}$   
 $= 80.34 \text{ m}$

এখানে,  
 ধরি, নদীর গভীরতা =  $h$   
 'গ' হতে উপরিতলে ১ম বৃন্দবৃদের  
 আয়তন =  $0.877 \text{ m}^3$   
 উপরিতলে ২য় বৃন্দবৃদের আয়তন,  
 $V_1 = 2 \times 0.877 = 1.754 \text{ m}^3$   
 $h$  গভীরতার আয়তন,  $V_2 = 0.2 \text{ m}^3$   
 উপরিতলে চাপ,  $P_1 = 101325 \text{ Nm}^{-2}$   
 $h$  গভীরতায় চাপ,  $P_2 = P_1 + h\rho g$

কিন্তু টানেলটি ৩৫ম গভীরতায় অবস্থিত। এর দ্বিগুণ =  $(35 \times 2) \text{ m} = 70 \text{ m}$ । দেখা যাচ্ছে যে নদীর গভীরতা ৮০.৩৪ ম হলে ২য় বৃন্দবৃদের আয়তন ১ম বৃন্দবৃদের আয়তনের দ্বিগুণ হয়। অর্থাৎ টানেলটি টিউবটি নদীর অর্ধেক গভীরতায় স্থাপিত না।

প্রশ্ন ৮০



A বিন্দুর রেখাটি এক মোল অক্সিজেন ও B রেখাটি এক মোল  $N_2$  গ্যাস নির্দেশ করে।

- অষ্টক কাকে বলে? ১
- কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ৭০% বলতে কী বোঝায়? ২
- চিত্রে A এবং B বিন্দুতে চাপের অনুপাত কত? ৩
- A বিন্দুতে গ্যাসের মোট গতিশক্তি B বিন্দুতে গ্যাসের মোট গতিশক্তির অর্ধেক। গাণিতিক ভাবে সত্যতা নিরূপণ করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্বরে উপস্থিত কোনো উপসুরের কম্পাঙ্ক মূলসুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক হলে ঐ উপসুরকে অষ্টক বলে।

ঘ কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ৭০% বলতে বোঝা যায় বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প প্রয়োজন তার শতকরা ৭০ ভাগ জলীয় বাষ্প ঐ স্থানের বায়ুতে আছে। সুতরাং, ঐ মুহূর্তে তখন বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা কম। বৃষ্টি হওয়ার জন্য আপেক্ষিক আর্দ্রতা ১০০% হতে হবে।

গ এখানে,

A বিন্দুতে—  
 আয়তন,  $V_A = 3 \text{ m}^3$   
 তাপমাত্রা,  $T_A = 300 \text{ K}$   
 ধরি, চাপ =  $P_A$   
 B বিন্দুতে, আয়তন,  $V_B = 2 \text{ m}^3$   
 তাপমাত্রা,  $T_B = 600 \text{ K}$

ধরি, চাপ =  $P_B$

বের করতে হবে,  $\frac{P_A}{P_B} = ?$

আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$\therefore P_A = \frac{n_A RT_A}{V_A}$$

$$\text{বা, } P_A = \frac{RT_A}{V_A} \dots\dots\dots (i) [\because n = 1 \text{ mole}]$$

আবার,

$$P_B = \frac{n_B RT_B}{V_B}$$

$$\text{বা, } P_B = \frac{RT_B}{V_B} \dots\dots\dots (ii) [\because n = 1 \text{ mole}]$$

(i) + (ii) করে পাই,

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\frac{RT_A}{V_A}}{\frac{RT_B}{V_B}} = \frac{T_A}{T_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$\text{বা, } \frac{P_A}{P_B} = \frac{300}{600} \times \frac{2}{3}$$

$$\text{বা, } \frac{P_A}{P_B} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore P_A : P_B = 1 : 3 \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

A বিন্দুতে, তাপমাত্রা,  $T_A = 300 \text{ K}$

মোল সংখ্যা,  $n_A = 1 \text{ mole}$

B বিন্দুতে, তাপমাত্রা,  $T_B = 600 \text{ K}$

মোল সংখ্যা,  $n = 1 \text{ mole}$

জানা আছে, মোলার গ্যাস ধ্রুবক,  $R = 8.316 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

A বিন্দুতে মোট গতিশক্তি,

$$E_{k_A} = \frac{3}{2} n_A RT_A$$

$$= \frac{3}{2} \times 1 \times 8.316 \times 300$$

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

B বিন্দুতে মোট গতিশক্তি,

$$E_{k_B} = \frac{3}{2} n_B RT_B$$

$$= \frac{3}{2} \times 1 \times 8.316 \times 600$$

$$= 7.48 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\text{এখন, } \frac{E_{k_A}}{E_{k_B}} = \frac{3.74 \times 10^3 \text{ J}}{7.48 \times 10^3 \text{ J}}$$

$$\text{বা, } \frac{E_{k_A}}{E_{k_B}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } E_{k_A} = \frac{1}{2} \times E_{k_B}$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুতে মোট গতিশক্তি} = \frac{1}{2} \times B \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি।}$$

অর্থাৎ A বিন্দুতে মোট গতিশক্তি B বিন্দুতে মোট গতিশক্তির অর্ধেক।

প্রশ্ন ৮১ ২৭°C তাপমাত্রায় একটি ঘর্ষণহীন পিস্টনযুক্ত সিলিন্ডারে ১মোল  $O_2$  গ্যাস আছে।

- শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? ১
- প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ একমাত্রিক কেন — ব্যাখ্যা কর। ২
- ঐ তাপমাত্রায়  $O_2$  গ্যাস এর মূল গড় বর্গ নির্ণয় কর। ৩
- তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে পূর্বের দ্বিগুণ করলে গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে কী-না গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

খ প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগের উল্লম্ব উপাংশ শূন্য হয়ে যাওয়ায় শুধুমাত্র আনুভূমিক উপাংশ থাকে। তাই প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ একমাত্রিক।

গ  
1 মোল গ্যাসের জন্য  $PV = RT$   
এবং  $PV = \frac{1}{3} mNC^2$   
 $\therefore \frac{1}{3} mNC^2 = RT$   
বা,  $C^2 = \frac{3RT}{mN} = \frac{3RT}{M}$  [mN = এক মোল গ্যাসের ভর = M]  
বা,  $\sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$   
 $= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}}$   
 $= 483.56 \text{ ms}^{-1}$  (Ans.)

ঘ  
1 mole গ্যাসের অণুর  
গতিশক্তি,  $E_k = \frac{3}{2} RT$   
অর্থাৎ,  $E_k \propto T$  [ $\because R = \text{ধ্রুব}$ ]  
 $\therefore \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{327}{300}$   
বা,  $E_{k_2} = 1.09 E_{k_1}$   
অতএব, সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা পূর্বের দ্বিগুণ করলে গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে না।

প্রশ্ন ৪২ কোনো ঘরের তাপমাত্রা  $32^\circ\text{C}$  এবং শিশিরাঙ্ক  $16^\circ\text{C}$  এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%। ঐ সময়ে ঘরের বাইরের তাপমাত্রা  $12^\circ\text{C}$  ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75%।  $32^\circ\text{C}$  ও  $12^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 33.5 mm Hg ও 9.5 mm Hg।  $32^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় ঘেঁইসারের উৎপাদক 1.63।

ক. শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃতি কর। ১  
খ. মেঘ মুক্ত আকাশ শিশির জমার জন্য সহায়ক কেন? ২  
গ. উদ্ভীপকে বর্ণিত ঘরে একটি হাইগ্রোমিটারের আর্দ্র বাষ্প হারমিটার কত পাঠ দেখাবে? ৩  
ঘ. যদি ঘরের জানালো খুলে দেওয়া হয় তবে জলীয় বাষ্প কোন দিকে চলাচল করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শক্তির সমবিভাজন নীতিটি হলো— তাপীয় সাম্যবস্থায় আছে এমন গভীর সিস্টেমের মোট শক্তি বিভিন্ন স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রা পিছু শক্তির পরিমাণ হয়  $\frac{1}{2} kT$ ।

খ দিনের বেলায় সূর্যের তাপে ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘমুক্ত রাত্রিতে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয় বাষ্প সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে।

কিন্তু আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে পারে না। কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ বলে ভূপৃষ্ঠ হতে বিকিরণজনিত তাপ পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে ভূপৃষ্ঠ ঠাণ্ডা হয় না এবং শিশির জমে না।

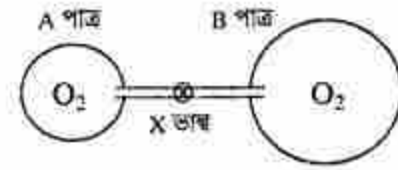
গ ১৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর :  $22.184^\circ\text{C}$ ।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : ঘরের ভেতরে জলীয় বাষ্পচাপ বাইরের তুলনায় বেশি তাই জলীয় বাষ্প ঘরের ভেতর থেকে বাইরে যাবে।

### প্রশ্ন ৪৩



X ভাষ যুক্ত সংযোগ নলটির আয়তন নগন্য। B পাত্রের আয়তন A পাত্রের আয়তনের 5 গুণ। ভাষ বন্ধ অবস্থায় A ও B পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা ও চাপ যথাক্রমে  $300 \text{ K}$  ও  $400 \text{ K}$  এবং  $5 \times 10^5 \text{ Pa}$  ও  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ।

[সত্যার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- আপেক্ষিক আর্দ্রতা কী? ১
- গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে এবং শীতকালে দ্রুত চলে কেন? ২
- বান্ধ বন্ধ অবস্থায় B পাত্রের গ্যাসের অণুর মূল গড় বর্গবেগ কত? ৩
- পাত্রদ্বয়ের তাপমাত্রার পরিবর্তন না করে, বান্ধটি খুলে দিয়ে ব্যবস্থাটির গ্যাসের চাপ নির্ণয় করা যাবে কি না— ব্যাখ্যা করো। ৪

### ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে এবং ঐ তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন হয় তাদের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

খ আমরা জানি, দোলকের দোলনকালের সমীকরণ,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ । কোনো নির্দিষ্ট স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  এর মান ধ্রুব। তাই  $L$  এর মান পরিবর্তনে  $T$  এর মান পরিবর্তিত হয়। গ্রীষ্মকালে দোলকের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল বেড়ে যায়। এ কারণে গ্রীষ্মকালে অধিক তাপমাত্রার কারণে দোলকঘড়ি ধীরে চলে। আবার শীতকালে দোলকের দৈর্ঘ্য হ্রাস পাওয়ায় দোলনকাল হ্রাস পায়। ফলে শীতকালে দোলক ঘড়ি দ্রুত চলে।

গ বান্ধ বন্ধ অবস্থায় B পাত্রের গ্যাসের অণুর বর্গমূল গড় বর্গবেগ,  $C_{rms}$  হলে,

$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$   
 $= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 400}{32 \times 10^{-3}}}$   
 $= 558.37 \text{ ms}^{-1}$  (Ans.)

এখানে,  
B পাত্রের তাপমাত্রা,  $T = 400 \text{ K}$   
অক্সিজেনের মোলার ভর,  $M = 32 \text{ g}$   
 $= 32 \times 10^{-3} \text{ kg}$   
মোলার গ্যাস ধ্রুবক,  $R = 8.314 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ঘ এখানে,

A পাত্রের আয়তন,  $V_A = V$   
B পাত্রের আয়তন  $V_B = 5V$   
[ $\because V_B = 5V_A$ ]  
A পাত্রের তাপমাত্রা,  $T_A = 300 \text{ K}$   
B পাত্রের তাপমাত্রা,  $T_B = 400 \text{ K}$   
A পাত্রের চাপ,  $P_A = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$   
B পাত্রের চাপ,  $P_B = 10^5 \text{ Pa}$   
মনে করি, A পাত্রে  $O_2$  এর মোল সংখ্যা =  $n_A$   
B পাত্রে  $O_2$  এর মোল সংখ্যা =  $n_B$



মনে করি, মিশ্রণের চাপ ও তাপমাত্রা যথাক্রমে P ও T।

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ থেকে পাই,

$$P_A V_A = n_A RT$$

$$\text{বা, } n_A = \frac{P_A V_A}{RT}$$

$$= \frac{5 \times 10^5 \times V}{R \times 300}$$

$$= \frac{5V}{3R} \times 1000$$

$$= \frac{5000}{3R} V \dots\dots\dots (i)$$

$$P_B V_B = n_B RT$$

$$\text{বা, } n_B = \frac{P_B V_B}{RT}$$

$$= \frac{10^5 \times 5V}{400 \times R}$$

$$= \frac{5000V}{4R} \dots\dots\dots (ii)$$

যেহেতু সমস্ত সিস্টেমটির আয়তন অপরিবর্তিত থাকে। সেহেতু মোট কৃতকাজ শূন্য।

$$\therefore n_A C_V \Delta T_A = n_B C_V \Delta T_B$$

$$\text{বা, } n_A (T - T_A) = n_B (T_B - T)$$

$$\text{বা, } (n_A + n_B) T = n_A T_A + n_B T_B$$

$$\text{বা, } T = \frac{n_A T_A + n_B T_B}{n_A + n_B} \dots\dots\dots (iii)$$

$$dQ = du + dw, dw = 0 \text{ তাই অভ্যন্তরীণ শক্তি} = du \text{ এবং } du = C_V dt$$

$\therefore$  মিশ্রণে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ ব্যবহার করে পাই,

$$PV_T = nRT \quad [V_T = \text{মোট আয়তন}]$$

$$\text{বা, } P(V_A + V_B) = (n_A + n_B) RT$$

$$\text{বা, } P(V + 5V) = (n_A + n_B) R \frac{n_A T_A + n_B T_B}{(n_A + n_B)}$$

$$\text{বা, } 6PV = (n_A T_A + n_B T_B) R$$

$$\text{বা, } P = \frac{n_A T_A + n_B T_B}{6V} R$$

$$\text{বা, } P = \frac{\frac{5000}{3R} V \times 300 + \frac{5000}{4R} V \times 400}{6V} \times R$$

$$\text{বা, } P = \frac{\frac{5 \times 10^5 V}{R} + \frac{5 \times 10^5 V}{R}}{6V} \times R$$

$$\text{বা, } P = \frac{5 \times 10^5 + 5 \times 10^5}{6}$$

$$\therefore P = 1.67 \times 10^5 \text{ Pa}$$

অতএব, ভাঙ্গ খুলে দেওয়ার পর ব্যবস্থাটির চাপ নির্ণয় করা যাবে এবং তা হবে  $1.67 \times 10^5 \text{ Pa}$ ।

**প্রশ্ন ৮৮**  $2 \text{ cm}^3$  আয়তনের দুটি অভিন্ন পাত্র A ও B। A পাত্রে 1 mole  $\text{O}_2$  গ্যাস আছে যার চাপ  $3 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  এবং B পাত্রে 1 mole  $\text{N}_2$  গ্যাস আছে যার চাপ  $3.66 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

[মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. মূল গড় বর্গবেগ কি? ১

খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে কিভাবে চার্লসের সূত্র পাওয়া যায়— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. B পাত্রে গ্যাসের গতিশক্তি কত? ৩

ঘ. A ও B পাত্রের মধ্যে কোনটি বেশি উত্তপ্ত হবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যাস অণুগুলোর বেগের বর্গের গড়মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

**খ** গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে জানা যায়,

$PV = \frac{1}{3} m N C^2$ ; যেখানে m হলো প্রতিটি গ্যাস অণুর ভর এবং N হলো মোট অণুর সংখ্যা।

আবার,  $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  M গ্যাসের আণবিক ভর,

$$\therefore PV = \frac{1}{3} mN \left( \frac{3RT}{M} \right)$$

$$\text{বা, } PV = nRT$$

$$\therefore V = \frac{nR}{P} T; R = \text{সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক।}$$

যদি গ্যাসের পরিমাণ (n) ধ্রুব হয় এবং গ্যাসটিকে স্থির চাপে (P) রাখা হয়, তবে

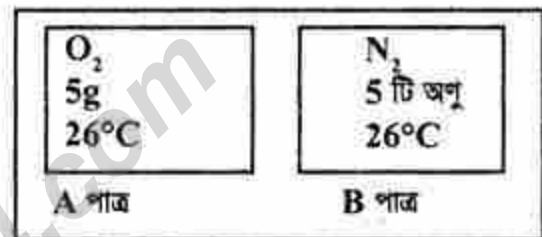
$$V \propto T$$

অর্থাৎ স্থির চাপে নির্দিষ্ট পরিমাণ কোনো আদর্শ গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক এটাই চার্লসের সূত্র।

**গ** ১৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর : 1.098 J।

**ঘ** ১৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

**প্রশ্ন ৮৫**



[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. বয়েলের সূত্রটি লিখো। ১

খ. বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে সিক্ত বাহ্য থার্মোমিটারের পাঠ ভ্রাস পায়— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রমাণ চাপে A পাত্রের আয়তন কত হবে? ৩

ঘ. A ও B পাত্রের গ্যাসের  $C_{rms}$  বেগের তুলনা করো। ৪

৮৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন এর চাপের বিপরীত অনুপাতে পরিবর্তিত হয়।

**খ** আর্দ্রতাপমাপক যন্ত্রে সিক্ত মসলিন/লিনেন থেকে পানির বাষ্পায়নের জন্য সিক্ত বাহ্যে কম তাপমাত্রা দেখা যায়। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে পানির বাষ্পায়নের হার বেড়ে যায়। ফলে সিক্ত বাহ্য থার্মোমিটারের তাপমাত্রা ভ্রাস পায়।

$$\text{গ } PV = nRT = \frac{mRT}{M}$$

$$\therefore V = \frac{mRT}{PM}$$

$$= \frac{5 \times 8.314 \times 299}{101325 \times 32}$$

$$= 3.8334 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$= 3833.4 \text{ cm}^3 \text{ (Ans.)}$$

দেয়া আছে,

A পাত্রে,

গ্যাসের ভর,  $m = 5\text{g}$

তাপমাত্রা,  $T = 26^\circ\text{C}$

$$= 299\text{K}$$

আণবিক ভর,  $M = 32\text{g}$

প্রমাণ চাপ,  $P = 101325 \text{ Pa}$

**ঘ** জানা আছে,

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\therefore C_A = \sqrt{\frac{3RT_A}{M_A}}$$

$$C_B = \sqrt{\frac{3RT_B}{M_B}}$$

এখানে,

A পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা,

$$T_A = 26^\circ\text{C} = 299\text{K}$$

B পাত্রের গ্যাসের তাপমাত্রা,

$$T_B = 26^\circ\text{C} = 299\text{K}$$

$\text{O}_2$  এর আণবিক ভর,

$$M_A = 32 \text{ gmol}^{-1}$$

$\text{N}_2$  গ্যাসের আণবিক ভর,

$$M_B = 28 \text{ gmol}^{-1}$$

$$\begin{aligned}\frac{\bar{C}_A}{\bar{C}_B} &= \sqrt{\frac{T_A}{T_B} \cdot \frac{M_B}{M_A}} \\ &= \sqrt{1 \times \frac{28}{32}} \\ &= \sqrt{\frac{7}{8}} \\ &= \frac{\sqrt{7}}{2\sqrt{2}} \\ &= 0.93 < 1\end{aligned}$$

$$\therefore \bar{C}_A < \bar{C}_B$$

অতএব, B পাত্রের গ্যাসের  $C_{rms}$  বেগের মান A পাত্রের গ্যাসের তুলনায় বৃহত্তর।

**প্রশ্ন ৪৬** একটি হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসার ফলে বায়ু বুদবুদের ব্যাস ৫ গুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুচাপ  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$ । তাপমাত্রা স্থির বিবেচনা করা হল।

(এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, ঢাকা)

- সান্দ্র বল কী? ১
- সান্দ্রতাজ্জের মাত্রা বের করো? ২
- উদ্ভীপকের হ্রদের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩
- যদি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা যথাক্রমে  $20^\circ\text{C}$  ও  $40^\circ\text{C}$  হয়, তবে বুদবুদের আয়তনের পরিবর্তন কীরূপ হবে, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রবাহীর একটি স্তর অপর স্তরের সংস্পর্শ থেকে চলার চেষ্টা করলে এবং কোনো বস্তু কোনো প্রবাহীর মধ্যদিয়ে গতিশীল হলে বা হওয়ার চেষ্টা করলে গতির বিপরীতে যে বাধা বলের উদ্ভব হয় তাকে সান্দ্র বল বলে।

**খ** আমরা জানি, সান্দ্রতাজ্জ,  $\eta = \frac{F dy}{A dv}$

$$\begin{aligned}\therefore \text{মাত্রা সমীকরণ, } [\eta] &= \frac{\text{বল} \times \text{দূরত্ব}}{\text{ক্ষেত্রফল} \times \text{বেগ}} \\ &= \frac{MLT^{-2} \times L}{L^2 \times LT^{-1}} \\ &= \frac{MLT^{-2} \times L \times T}{L^3} = ML^{-1}T^{-1}\end{aligned}$$

**গ** ২১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 1.28 km

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

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1}$$

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

$$= \frac{P_{atm} + hpg}{P_{atm}} \times \frac{313}{293}$$

$$= \frac{101300 + 1281 \times 1000 \times 9.8}{101300} \times \frac{313}{293}$$

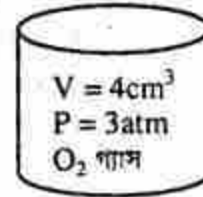
$$= 133.5$$

$$\therefore V_2 = 133.5 V_1$$

$\therefore$  পানির উপরিতলে বুদবুদের আয়তন তলদেশের আয়তন অপেক্ষা 133.5 গুণ বেশি হবে। (Ans.)

তলদেশে তাপমাত্রা,  
 $T_1 = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$   
উপরিতলে তাপমাত্রা,  
 $T_2 = 40^\circ\text{C} = 313\text{K}$   
বায়ুর চাপ,  $P_{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

**প্রশ্ন ৪৭** নিচের চিত্রে পাত্র দুটি লক্ষ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



১ম পাত্র



২য় পাত্র

(সরকারি বেগম রোকেয়া কলেজ, রংপুর)

- মোলার গ্যাস ধ্রুবক কী? ১
- কাদা শরীরে লেগে থাকে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- ১ম পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
- কোন পাত্রটি বেশি গরম হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থির চাপে ১ক মোল আদর্শ কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে গ্যাস কর্তৃক যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাই মোলার গ্যাস ধ্রুবক।

**খ** শুকনো মাটি ও মানব দেহের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল কম কিন্তু মাটিতে পানি মিশালে মানবদেহের সাথে পানিযুক্ত মাটি বা কাদা মাটির আসঞ্জন বল বৃদ্ধি পায়। তাই কাদা শরীরে মাখলে লেগে থাকে।

**গ** ১৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $1.824 \text{ J} [1 \text{ mol গ্যাস বিবেচনা করে}]$

**ঘ** ১৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: প্রত্যেক পাত্রে 1 mole গ্যাস আছে বিবেচনা করলে ২য় পাত্রটি বেশি উত্তপ্ত হবে।

**প্রশ্ন ৪৮** একদিন রাজশাহীতে আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বায়ু থার্মোমিটার এবং সিক্ত বায়ু থার্মোমিটার পাঠ যথাক্রমে  $30^\circ\text{C}$  এবং  $28^\circ\text{C}$  পাওয়া গেল,  $26^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$  ও  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে  $25.25 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ ,  $28.45 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$ ,  $31.85 \times 10^{-3} \text{ mHgP}$  এবং  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় থ্রেইসারের ধ্রুবক 1.65।

(নিউ গজ, ডিগ্রী কলেজ, রাজশাহী)

- শক্তির সমবিভাজন নীতি কী? ১
- বুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে কেন— ব্যাখ্যা করো। ২
- ঐদিন রাজশাহীর শিশিরাঙ্ক কত ছিল। ৩
- ঐদিন রাজশাহীর লোকজন অস্বস্তি অনুভব করেছিল কিনা— গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শক্তির সমবিভাজন নীতিটি হলো— তাপীয় সাম্যবস্থায় আছে এমন গভীর সিস্টেমের মোট শক্তি বিভিন্ন স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বন্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রা পিছু শক্তির পরিমাণ হয়  $\frac{1}{2} kT$ ।

**খ** বুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে পরিবেশের সাথে সিস্টেমের কোন তাপের আদান-প্রদান হয় না। তাই বুদ্ধতাপীয় প্রসারণে কাজ করার জন্য গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির একটি অংশ ব্যয় হয় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পায়। আবার একইভাবে বুদ্ধতাপীয় সংকোচনে গ্যাসের উপরে কৃতকাজ অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি করে এবং গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তাই বুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে।

**গ** ১৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $26.7^\circ\text{C}$

**ঘ** ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা 82.79%। অতএব, অস্বস্তিবোধ হবে।

**প্রশ্ন ৪৯**  $10 \times 10^3 \text{ Pa}$  বায়ুর চাপে  $200 \times 10^6 \text{ cm}^3$  আয়তনের বেলুনকে হিলিয়াম গ্যাস ভরে ছেড়ে দেওয়া হলো। বেলুনটি আকাশের দিকে উড়ে যায় এবং এটি  $260 \times 10^6 \text{ cm}^3$  আয়তন পর্যন্ত সম্প্রসারিত হয়।

(গুরুদয়াল সরকারি কলেজ, কিশোরগঞ্জ)



- ক. পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? ১  
 খ. শক্তির সমবিভাজন নীতি ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. তাপমাত্রা স্থির আছে ধরে নিয়ে আকাশে বেলুনের অবস্থানে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. গ্যাসটির চাপ-আয়তন পরিবর্তনের সম্পর্ক লেখচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো স্থানের বাতাসে প্রতি ঘনমিটারে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প আছে তাকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

খ. কোনো গভীর সিস্টেমের মোট শক্তি তাপীয় সাম্যাবস্থায় প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার শক্তির পরিমাণ  $= \frac{1}{2} kT$ , যেখানে,  $k$  = বোল্টজম্যানের ধ্রুবক।

এখন আমরা এই সূত্রটিকে গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে প্রয়োগ করবো। আমরা জানি, এক পারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৩। অতএব, এই সূত্রানুযায়ী একটি অণুর গড় শক্তি  $= \frac{3}{2} kT$ । দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৫, অতএব প্রতিটি অণুর গড় শক্তি  $= \frac{5}{2} kT$ ।

গ.  $P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $\therefore P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$   
 $= \frac{10 \times 10^3 \times 200 \times 10^6}{260 \times 10^6}$   
 $= 7.69 \times 10^3 \text{ Pa (Ans.)}$

দেয়া আছে,  
 আদি চাপ,  $P_1 = 10 \times 10^3 \text{ Pa}$   
 আদি আয়তন,  $V_1 = 200 \times 10^6 \text{ cm}^3$   
 শেষ আয়তন,  $V_2 = 260 \times 10^6 \text{ cm}^3$

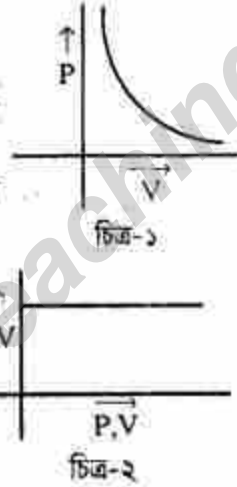
ঘ. স্থির তাপমাত্রায়,  $PV = \text{ধ্রুবক}$

$$\therefore P \propto \frac{1}{V}$$

$\therefore$  গ্যাসটির চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক হবে চিত্র-১ এর মত।

অর্থাৎ, চাপ বাড়লে আয়তন কমবে, চাপ কমলে আয়তন বাড়বে।

আবার, যেহেতু চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক থাকে, তাই চাপ ও আয়তনের গুণফল চাপ বা আয়তন পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হবে না যা চিত্র-২ এ দেখানো হয়েছে।



প্রশ্ন ৫০ চিত্রে দুটি পাত্রে A ও B দুটি গ্যাস রক্ষিত আছে যাদের আয়তন যথাক্রমে ২V এবং ৪V ও মোল সংখ্যা যথাক্রমে ৪ mole এবং ২ mole। উভয়ের চাপ সমান এবং B এর আণবিক ভর A এর আণবিক ভর অপেক্ষা ৩৬ গুণ ভারি।

$n = 4 \text{ mole}$        $n = 2 \text{ mole}$



[শেখ ফজিলাতুন্নেছা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

- ক. শক্তির সমবিভাজন নীতি কাকে বলে? ১  
 খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে কীভাবে চার্লসের সূত্র পাওয়া যায়? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. A গ্যাসটির গড় গতিশক্তি ও মোট গতিশক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো যখন তাপমাত্রা  $27^\circ\text{C}$ । ৩  
 ঘ. উদ্দীপকে গ্যাসদ্বয়ের গড় বর্গমূল মান সমান হবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শক্তির সমবিভাজন নীতিটি হলো— তাপীয় সাম্যাবস্থায় আছে এমন গভীর সিস্টেমের মোট শক্তি বিভিন্ন স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রা পিছু শক্তির পরিমাণ হয়  $\frac{1}{2} kT$ ।

খ. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ,  $E = (3/2)RT$  থেকে আমরা জানি, গ্যাস অণুর গতিশক্তি কেলভিনে প্রকাশিত তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

অর্থাৎ,  $E \propto T$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} MC^2 \propto T$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} MC^2 = kT \text{ [এখানে } k \text{ একটি ধ্রুবক]}$$

সুতরাং সমীকরণ  $PV = \frac{1}{3} MC^2$  থেকে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3} MC^2 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} MC^2 = \frac{2}{3} kT$$

সুতরাং স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক। এটাই চার্লসের সূত্র।

গ. মোট গতিশক্তি,

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

$$= \frac{3}{2} \times 4 \times 8.314 \times 300$$

$$= 14.965 \text{ kJ}$$

দেয়া আছে,  
 তাপমাত্রা,  $T = 27^\circ\text{C}$   
 $= 300\text{K}$

একটি অণুর গড় গতিশক্তি,  $E' = \frac{3}{2} kT$

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

$$= 6.21 \times 10^{-21} \text{ J (Ans.)}$$

ঘ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে পাই,

$$C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3PV}{nM}}$$

$$\therefore C_A = \sqrt{\frac{3P_A V_A}{n_A M_A}}$$

$$C_B = \sqrt{\frac{3P_B V_B}{n_B M_B}}$$

$$\therefore \frac{C_A}{C_B} = \sqrt{\frac{P_A V_A n_B M_B}{P_B V_B n_A M_A}}$$

$$= \sqrt{1 \times \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times 36}$$

$$= 3$$

$$\therefore C_A = 3C_B$$

অতএব, গ্যাসদ্বয়ের বর্গমূল গড় বর্গবেগ সমান নয় বরং A গ্যাসের r.m.s. B গ্যাসের তিন গুণ।

প্রশ্ন ৫১ একটি বায়ুপূর্ণ বেলুনকে একটি হ্রদের ৪০.৮১ m গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় সেটি ১ লিটার আয়তন ধারণ করল। হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরও ১ লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো বায়ুমণ্ডলের চাপ  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ । পানির ঘনত্ব  $10^3 \text{ kgm}^{-3}$  এবং  $g = 9.804 \text{ ms}^{-2}$ ।

[আব্দুল উদ্দিন শাহ পিহু নিকেতন স্কুল ও কলেজ, গাইবান্ধা]

- ক. ভূ-স্থির উপগ্রহ কী? ১  
 খ. গাইবান্ধার বাতাসের আর্দ্রতা ৫৫% বলতে কী বোঝায়? ২  
 গ. নিমজ্জনের পূর্বে উদ্দীপকের বেলুনের আয়তন কত ছিল? ৩  
 ঘ. বেলুনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ৭ লিটার হলে বেলুনটি পানির উপরিতলে অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে— গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও? ৪

### ৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যদি পৃথিবীর আবর্তনের সাথে মিলিয়ে একই কৌণিক গতিতে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ গতিশীল হয়, তবে তা পৃথিবীকে 24 ঘন্টায় একবার প্রদক্ষিণ করবে কিন্তু পৃথিবীর থেকে একজন পর্যবেক্ষকের কাছে স্থির মনে হবে। এরূপ কৃত্রিম উপগ্রহকে ভূস্থির উপগ্রহ বলে।

**খ** গাইবান্ধার বাতাসের আর্দ্রতা 55% বলতে বোঝায়, কোনো নির্দিষ্ট সময় গাইবান্ধার বায়ুতে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বাষ্প ধারণ করতে পারে ঐ সময় তার শতকরা 55 ভাগ জলীয় বাষ্প গাইবান্ধার বায়ুতে উপস্থিত আছে।

**গ** ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য। উত্তর: 5 Litres

**ঘ** ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য। উত্তর: অক্ষত থাকবে না।

**প্রশ্ন ৫২** একটি হ্রদের পানির পৃষ্ঠদেশে বায়ুর চাপ  $10^5 \text{ N.m}^{-2}$ । হ্রদের তলদেশ হতে একটি বৃদ্ধ আসার ফলে এর আয়তন আট গুণ হয়ে যায়।

[জ্যাকুইনমেন্ট কনজ, যশোর]

- ক. প্রমাণ চাপ কাকে বলে? ১
- খ. কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের হ্রদের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. হ্রদের তলদেশে বৃদ্ধদের আয়তন দ্বিগুণ করা হলে পৃষ্ঠদেশে বৃদ্ধদের আয়তন কত পরিবর্তন হতো তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

### ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সমুদ্র পৃষ্ঠে  $45^\circ$  অক্ষাংশে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শূন্য ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলা হয়।

**খ** কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে বোঝায়, বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প প্রয়োজন তার শতকরা 70 ভাগ জলীয় বাষ্প ঐ স্থানের বায়ুতে আছে। সুতরাং, ঐ মুহূর্তে তখন বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা কম। বৃষ্টি হতে আরো দুই তিনদিন সময় লাগবে। বৃষ্টি হওয়ার জন্য আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হতে হবে।

**গ** ২১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 71.43m।

$$\begin{aligned}
 & \text{কি } P_1 V_1 = P_2 V_2 \\
 & \text{বা, } (P_{\text{atm}} + hpg) 2V = P_{\text{atm}} \times V_2 \\
 & \text{বা, } V_2 = \left(1 + \frac{hpg}{P_{\text{atm}}}\right) 2V \\
 & = \left(1 + \frac{71.43 \times 10^3 \times 9.8}{10^5}\right) 2V \\
 & = 16V
 \end{aligned}$$

অতএব, আয়তন বৃদ্ধি  $= \frac{16V}{2V} = 8$  গুণ।

অর্থাৎ, এক্ষেত্রেও আয়তন পূর্বের সমান অনুপাতে বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ৫৩** আবির্ পদার্থ বিজ্ঞান গবেষণাগারে  $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  আয়তনের 3g নাইট্রোজেন গ্যাসকে 0.64 m পারদ স্তম্ভ চাপ ও  $39^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা থেকে প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় রূপান্তর করল। এতে গ্যাসের আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ের পরিবর্তন হলো। নেহাল বলল গ্যাসের আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ই হ্রাস পেয়েছে। নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর 28g এবং  $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ । [ম্যাট্রাইন জ্যাকুইনমেন্ট পারদিক স্কুল এড কলেজ]

- ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১
- খ. কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বোঝায়? ২

- গ. প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. নেহালের বক্তব্য কী সঠিক ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

### ৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দ্রষ্টব্য

১৭ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫৪** A ও B দুটি হ্রদ। A হ্রদের তলদেশ হতে একটি বায়ুর বৃদ্ধ উপরিপৃষ্ঠে আসলে এর ব্যাস 4 গুণ হয়। এতে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ  $10^5 \text{ Pa}$ । বায়ুর তাপমাত্রা  $18.6^\circ\text{C}$  এবং আ: আর্দ্রতা 52.4%। অন্য একটি হ্রদ B তে বায়ুর তাপমাত্রা একই হলেও শিশিরাঙ্ক  $7.4^\circ\text{C}$ ।  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$ ,  $18^\circ\text{C}$  ও  $19^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে  $7.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ,  $8.2 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ,  $15.6 \times 10^{-3} \text{ mm}$  এবং  $16.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$  পারদ চাপ। [শাহজাদার সিটি কলেজ, সিলেট]

- ক. স্থিতিস্থাপক ক্লাস্টিক কাকে বলে? ১
- খ. কোন স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক  $10 \text{ Nm}^{-1}$  বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের A হ্রদের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কোন হ্রদটিতে একজন মানুষ অধিক স্বস্তিবোধ করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

### ৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেও কোনো বস্তুতে বা তারে অনেকক্ষণ যাবৎ পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। তখন অসহ্য ভার অপেক্ষা কম ভারে তারটি বা বস্তুটি ছিঁড়ে যেতে পারে। বস্তু বা তারের এ অবস্থা হলো স্থিতিস্থাপক ক্লাস্টিক।

**খ** একটি স্প্রিং-এর স্প্রিং ধ্রুবক  $10 \text{ Nm}^{-1}$  বলতে বোঝায়, একে এর সাম্যাবস্থান থেকে 1m প্রসারিত করতে 10N বল প্রয়োজন হবে।

**গ** দেওয়া আছে,

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

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

ধরি, P হ্রদের গভীরতা h m এবং তলদেশে বায়ু বৃদ্ধবৃদ্ধের ব্যাস  $d_2$  m

$$\therefore \text{হ্রদের উপরিতলে বৃদ্ধবৃদ্ধের ব্যাস, } d_1 = 4d_2 \text{ m}$$

$$\text{হ্রদের তলদেশে বৃদ্ধবৃদ্ধের চাপ, } P_2 = (P_1 + hpg) \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{হ্রদের উপরিতলে বৃদ্ধবৃদ্ধের আয়তন, } V_1 = \frac{1}{6}\pi d_1^3$$

$$\text{হ্রদের তলদেশে বৃদ্ধবৃদ্ধের আয়তন, } V_2 = \frac{1}{6}\pi d_2^3$$

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

$$\text{বা, } P_1 \times \frac{1}{6}\pi d_1^3 = (P_1 + hpg) \times \frac{1}{6}\pi d_2^3$$

$$\text{বা, } P_1 \times \frac{1}{6}\pi \times (4d_2)^3 = (P_1 + hpg) \times \frac{1}{6}\pi d_2^3$$

$$\text{বা, } P_1 \times 64 = P_1 + hpg$$

$$\text{বা, } hpg = 63P_1$$

$$\therefore h = \frac{63P_1}{\rho g} = \frac{63 \times 10^5}{1000 \times 9.8} = 642.8571 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, A হ্রদের আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R_A = 52.4\%$

$$B \text{ হ্রদে বায়ুর তাপমাত্রা} = 18.6^\circ\text{C}$$

$$B \text{ হ্রদে শিশিরাঙ্ক} = 7.4^\circ\text{C}$$

$$7^\circ\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$8^\circ\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ} = 8.2 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore 1^\circ\text{C বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি} = [(8.2 - 7.5) \times 10^{-3} \times 0.4 \text{ m}] = 0.28 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore \text{শিশিরাঙ্কে } (7.4^\circ\text{C}) \text{ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ}$$

$$(7.5 + 0.28) \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\text{বা, } f = 7.78 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\text{আবার, } 18^\circ\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ } 15.6 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$19^\circ\text{C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ } 16.5 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$



1°C তাপমাত্রায় বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ বৃদ্ধি

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

∴ 0.6°C তাপমাত্রায় বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ বৃদ্ধি

$$= [(16.5 - 15.6) \times 10^{-3} \times 0.6] \text{ g}$$

$$= 0.54 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

∴ বায়ুর তাপমাত্রায় (18.6°C) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ

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

$$\text{বা, } F = 16.14 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

∴ B হ্রদে আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $R_0 = \frac{f}{F} \times 100\%$

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

$$= 48.2\%$$

যেহেতু A হ্রদের আপেক্ষিক আর্দ্রতা B হ্রদের চেয়ে বেশি। সুতরাং, B হ্রদে বেশি স্বস্তিবোধ হবে।

**প্রশ্ন ▶ ৫৫** একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে স্থির চাপে প্রমাণ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ  $O_2$  গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় গ্যাসের আয়তন দ্বিগুণ হল। এতে তার বন্ধু মন্তব্য করল পরীক্ষাধীন গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগও দ্বিগুণ হবে।

[অগ্রণী স্কুল এন্ড কলেজ, রাজশাহী]

ক. বলের ঘাত কাকে বলে? ১

খ. একটি ভারী স্থির ও হালকা গতিশীল বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের বেগের পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তার বন্ধুর মন্তব্যের যথার্থতা যাচাই করো। ৪

#### ৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** অতি অল্প সময়ে কোন বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল এবং সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

**খ** সংঘর্ষের পর হালকা বস্তু ও ভারী বস্তুর বেগ, যথাক্রমে,  $v_{1f}$  ও  $v_{2f}$  হলে,

$$v_{1f} = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{1i} + \left( \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{2i}$$

$$v_{2f} = \left( \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{1i} + \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{2i}$$

$v_{2i} = 0$  এবং  $m_2 \gg m_1$  হলে,

$$v_{1f} = -v_{1i} \text{ এবং } v_{2f} = 0$$

অর্থাৎ, একটি হালকা বস্তু দ্বারা একটি খুব ভারী বস্তুকে আঘাত করলে হালকা বস্তুটি একই বেগে বিপরীত দিকে ফিরে আসবে এবং ভারী বস্তুটি স্থিরই থেকে যাবে। একটি স্থিতিস্থাপক রাবারের বল দ্বারা একটি বড় পাথরে আঘাত করলে বলটি একই বেগে ফিরে আসে এবং পাথরটি স্থিরই থেকে যায়।

**গ** ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**ঘ** ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ▶ ৫৬** কোনো ঘরের তাপমাত্রা 30°C, শিশিরাংক 14°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48%। ঐ সময় ঘরের বাইরে তাপমাত্রা 11°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 32°C ও 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 33.6 mmHg ও 9.8 mmHg, 32°C গ্রেইসারে ধ্রুবক 1.63।

[অগ্রণী স্কুল এন্ড কলেজ, রাজশাহী]

ক. মূল গড় বর্গবেগ কাকে বলে? ১

খ. প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ঐ ঘরে ঝুলানো আর্দ্র ও শুষ্ক বাষ্প হাইগ্রোমিটারে আর্দ্র বাষ্প থার্মোমিটার কত পাঠ দেখাবে? ৩

ঘ. যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেয়া হয় অহলে জলীয় বাষ্প কোন দিকে চলাচল করবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য করো। ৪

#### ৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যাস অণুগুলোর বেগের বর্গের গড়মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

**খ** প্রমাণ চাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে 45° অক্ষাংশে 273 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ ব্যবহার করা হয়। এর প্রয়োজনীয়তাগুলো হলো:

i. পারদ তুলনামূলকভাবে অধিক ঘনত্বের হওয়া একই উচ্চতায় অধিক চাপ প্রয়োগ করতে সক্ষম।

ii. পারদের বাষ্পচাপ কম হওয়ায় বায়ুমণ্ডলীয় চাপের খুব সামান্য পরিবর্তন হলেও পাঠ নেওয়া সহজ।

iii. পারদ ব্যবহার করে 273 K তাপমাত্রার কমেও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ পরিমাপ করা সম্ভব।

**গ** ১৫(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**ঘ** ১৫(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ▶ ৫৭** একদিন দুপুর বেলা সুমনের কক্ষে বায়ুর তাপমাত্রা 35°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 70%, সুমন কক্ষে প্রবেশ করে তাপমাত্রা 25°C তে নামিয়ে নিলেন। ওই দিনের শিশিরাংক ছিল 13.3°C। 35°C, 25°C, 13°C এবং 12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 32.6 cm Hg, 20.4 cm Hg, 11.6 cm Hg, 10.8 cm Hg।

[জানাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. প্রমাণ চাপ কাকে বলে? ১

খ. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাস অণুগুলোর গতিশক্তি কীভাবে হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দিনে সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা 25°C-এ নেমে এলে বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পে কত অংশ ঘনীভূত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. 'কক্ষের ভেতর প্রবেশ করে সুমন আরাম বোধ করবেন'— উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

#### ৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সমুদ্র পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলা হয়।

**খ** পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয় বলে পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে। আমরা জানি,  $T$  কেলভিন তাপমাত্রায় প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি  $= \frac{3}{2} RT$ । পরমশূন্য তাপমাত্রায়

$$T = 0 \text{ K, এক্ষেত্রে গতিশক্তি} = \frac{3}{2} \times R \times 0 = 0 \text{ J। অর্থাৎ পরমশূন্য (0 K)}$$

তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে।

**গ** ৩(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ। উত্তর : 10.6%।

**ঘ** ৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

**প্রশ্ন ▶ ৫৮** কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। 12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে  $10.5 \times 10^3 \text{ m}$  এবং  $19.8 \times 10^{-3} \text{ m}$  এবং  $19.8 \times 10^{-3} \text{ m}$  পারদ।

[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, পাবনা]

ক. গড়মুখ পথ কী? ১

খ. মেঘলা রাত্রি অপেক্ষা মেঘহীন রাত্রি শিশির জমার জন্য সহায়ক কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বায়ুর শিশিরাংক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি ঐ স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুর জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? ৪

### ৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময়ে একটি গ্যাস অণু গড়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে গড় মুক্তপথ বলে।

খ. দিনের বেলায় সূর্যের তাপে ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘহীন রাত্রিতে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয় বাষ্প সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে।

কিন্তু আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে পারে না। কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ বলে ভূপৃষ্ঠ হতে বিকিরণজনিত তাপ পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে ভূপৃষ্ঠ ঠাণ্ডা হয় না এবং শিশির জমে না।

গ. শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ =  $f$  হলে,

$$R = \frac{f}{F}$$

$$\Rightarrow 0.6 = \frac{f}{19.8 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore f = 11.88 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, দেওয়া আছে,

12°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ =  $10.5 \times 10^{-3} \text{ m}$   
 $\therefore 19.8 \times 10^{-3} - 10.5 \times 10^{-3} = 9.3 \times 10^{-3} \text{ m}$  বাষ্পচাপের পরিবর্তনের জন্য তাপমাত্রার পরিবর্তন =  $(22-12)^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$

$\therefore 1 \text{ m}$  বাষ্পচাপের পরিবর্তনের জন্য তাপমাত্রার পরিবর্তন =  $\frac{10}{9.3 \times 10^{-3}}$

$\therefore 19.8 \times 10^{-3} - 11.88 \times 10^{-3} = 7.92 \times 10^{-3} \text{ m}$  বাষ্পচাপ পরিবর্তনের জন্য তাপমাত্রার পরিবর্তন =  $\frac{10 \times 7.92 \times 10^{-3}}{9.3 \times 10^{-3}} = 8.52^\circ\text{C}$

$\therefore$  শিশিরাংক =  $(22 - 8.52)^\circ\text{C} = 13.48^\circ\text{C}$

ঘ. 'গ' হতে পাই, শিশিরাংক =  $13.48^\circ\text{C}$

আমরা জানি, শিশিরাংক হলো সেই তাপমাত্রা যেই তাপমাত্রায় বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়।

সুতরাং, উদ্দীপকে উল্লিখিত দিনে বায়ু  $13.48^\circ\text{C}$  তাপমাত্রাতেই সম্পৃক্ত হবে এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা হবে 100%।

অর্থাৎ, বায়ুর তাপমাত্রা কমে  $12^\circ\text{C}$  হলে বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের শতকরা 100 ভাগ ঘনীভূত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ বান্দরবানে কোনো একদিনের তাপমাত্রা  $31^\circ\text{C}$  এবং আ: আর্দ্রতা 50.45%। একসময় তাপমাত্রা করে গিয়ে  $14^\circ\text{C}$  এ উপনীত হলো। বৃষ্টিপাত বন্ধ হওয়ার কিছু সময় পর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে  $24^\circ\text{C}$  হলো। এ সময় বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের পরিমাণ 20% বৃদ্ধি পেল।

14°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ	= 11.99 mm HgP
24°C " " "	= 22.38 mm HgP
30°C " " "	= 31.83 mm HgP
32°C " " "	= 35.66 mm HgP

[বান্দরবান সরকারি কলেজ]

- অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কি? ১
- হ্রদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে বৃদ্ধির আয়তন বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- বৃষ্টিপাতের ফলে জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হলো? ৩
- তাপমাত্রা যখন  $24^\circ\text{C}$  এ উপনীত হলো তখনকার আ: আর্দ্রতা কত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা বায়ু অসম্পৃক্ত হলে সে বাষ্প যে পরিমাণ চাপ দেয় তাকে অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

খ. গ্যাসের সমন্বয় সূত্র হতে আমরা জানি,  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{ধ্রুবক}$

অর্থাৎ,  $\frac{PV}{T} = \text{ধ্রুবক}$

ধ্রুব তাপমাত্রায় ক্ষেত্রে,  $PV = \text{ধ্রুবক}$

বা,  $P \propto \frac{1}{V}$

অর্থাৎ গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যাস্তানুপাতিক। যেহেতু, পানির পৃষ্ঠ থেকে যত নিচে যাওয়া যায় চাপ তত বাড়তে থাকে, এ জন্য পানির নিচে যেতে থাকলে গ্যাসের আয়তন কমেতে থাকে। বিপরীতক্রমে জলাশয়ের তলদেশ থেকে বৃদ্ধি উপরে উঠে আসতে থাকলে চাপ হ্রাস পাওয়ায় বৃদ্ধির আয়তন বাড়ে।

গ. বায়ুর তাপমাত্রায় ( $31^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$$F = \frac{31.83 + 35.66}{2} = 33.745 \text{ mm HgP}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 50.45\% = 0.5045$

$$\therefore R = \frac{f}{F}$$

বা,  $f = F \times R$

$$= 33.745 \times 0.5045 = 17.024 \text{ mm HgP}$$

$\therefore$  শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  $f = 17.02435 \text{ mm HgP}$

$14^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  $f' = 11.99 \text{ mm HgP}$

সুতরাং বৃষ্টিপাতের ফলে বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের ঘনীভূত হলো —

$$= \frac{f - f'}{f} \text{ অংশ}$$

$$= \frac{17.02435 - 11.99}{17.02435} \text{ অংশ}$$

$$= 0.2957 \text{ অংশ বা } 29.57\% \text{ (Ans.)}$$

ঘ. বৃষ্টিপাত শেষ হওয়ার কয়েক ঘণ্টা পর,

শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  $f = 14^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ  $\times 120\%$   
 $= 11.99 \text{ mmHgP} \times 1.20 = 14.388 \text{ mm HgP}$

কিন্তু তখন বায়ুর তাপমাত্রায় ( $24^\circ\text{C}$ ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,  
 $F = 22.38 \text{ mm HgP}$

সুতরাং তখনকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$$= \frac{14.388}{22.38} \times 100\%$$

$$= 64.29\% \text{ (Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ৬০ জামাল পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে  $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  আয়তনের 3g নাইট্রোজেন গ্যাসকে  $0.64 \text{ m}$  পারদ স্তম্ভ চাপ ও  $39^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা থেকে প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় রূপান্তর করল। এতে গ্যাসের আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ের পরিবর্তন হলো। নেহাল বললো গ্যাসের আয়তন ও গতিশক্তি উভয়ই হ্রাস পেয়েছে। নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর 28 g এবং  $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ । [দক্ষিণের সরকারি কলেজ]

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১

খ. কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বুঝায়? ২

গ. প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন নির্ণয় করো। ৩

ঘ. নেহালের বক্তব্য কী সঠিক ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত দাও। ৪

### ৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

১৭ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তর দ্রষ্টব্য

প্রশ্ন ▶ ৬১ কোনো একটি পরীক্ষণে জাফলংয়ের আবদ্ধ বায়ুর তাপমাত্রা  $19^\circ\text{C}$  ও  $7.4^\circ\text{C}$  শিশিরাংক পাওয়া গেল। শৈত্যপ্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে  $15^\circ\text{C}$  হলো।  $7^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  ও  $19^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় ঐ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.5, 8.2 এবং 16.5 mm পারদ। [দক্ষিণের সরকারি কলেজ]

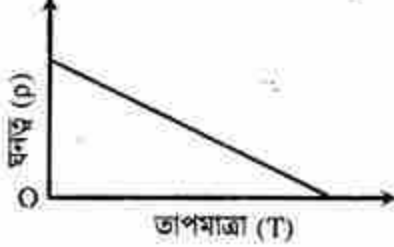


- ক. বাস্তব গ্যাস কাকে বলে? ১  
খ. গ্যাসের ক্ষেত্রে ঘনত্ব বনাম তাপমাত্রা লেখচিত্রের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. জাফলংয়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঐ স্থানের আবহাওয়া বায়ুর শিশিরাংক পরিবর্তিত হবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগপৎ মেনে চলে না তাকে বাস্তব গ্যাস বলে।

খ. আমরা জানি, স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব এর পরম তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক। গ্যাসের ঘনত্ব  $\rho$  এবং পরম তাপমাত্রা  $T$  এর মধ্যে সম্পর্ক হলো,  $\rho \propto \frac{1}{T}$ । এই সমীকরণ হতে দেখা যায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে ঘনত্ব কমে। ফলে ঘনত্ব বনাম তাপমাত্রা লেখাটি  $x$  ও  $y$  অক্ষকে ছেদকারী সরলরেখা হবে। লেখচিত্রটি হবে নিম্নরূপ—



গ. ২২ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ২২ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬২ একদিন দুপুরে বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $30^\circ\text{C}$  এবং ঐ দিনের শিশিরাংক এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল যথাক্রমে  $17^\circ\text{C}$  এবং  $75\%$ । প্রান্তি দেখল ঐ দিন সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা  $22^\circ\text{C}$ ।  $17^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ  $13.63 \times 10^{-3} \text{ mHg}$  এবং  $22^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ  $19.83 \times 10^{-3} \text{ mHg}$ ।

(কলকাতার সরকারি মহিলা কলেজ)

- ক. অবস্থান ভেটেরের সংজ্ঞা দাও। ১  
খ. গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে কেন? ২  
গ. দুপুরে উক্ত স্থানের সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? ৩  
ঘ. প্রান্তির মনে হলো দুপুরের তুলনায় সন্ধ্যায় তাড়াতাড়ি ঘাম শূকছে—উদ্দীপকের আলোকে কথটির সত্যতা যাচাই করো। ৪

#### ৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেটেরের সহায়্যে নির্ণয় বা নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেটের বলে।

খ. সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  অনুসারে,  $T \propto \sqrt{L}$ , অর্থাৎ কোনো সরলদোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বেড়ে গেলে দোলনকাল বেড়ে যায়। অর্থাৎ দোলকটি ধীরে চলবে। দোলক ঘড়ি ধাতুর তৈরি হওয়ায় তা গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। আর তাই সরলদোলকের সূত্রানুযায়ী দোলনকাল ও বেড়ে যায় অর্থাৎ দোলক ঘড়ি ধীরে চলে।

গ. ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর :  $18.17 \times 10^{-3} \text{ mHg}$ ।

ঘ. ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : আর্দ্রতা কমে যাওয়ায় দ্রুত ঘাম শূকায়।

প্রশ্ন ▶ ৬৩ কোনো একদিন একটি ঘরের ভিতরের তাপমাত্রা  $25^\circ\text{C}$  ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $65\%$ । ঐদিন বাহিরের তাপমাত্রা  $15^\circ\text{C}$  ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $80\%$ ।  $25^\circ\text{C}$  ও  $15^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে  $20 \times 10^{-3} \text{ m}$  পারদ চাপ ও  $10 \times 10^{-3} \text{ m}$  পারদ চাপ।

(আর.ডি.এ ল্যাব, স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া)

- ক. পরম শূন্য তাপমাত্রা কাকে বলে? ১  
খ. কোনো স্থানের তাপমাত্রা  $25^\circ\text{C}$  এবং শিশিরাংক  $15^\circ\text{C}$  বলতে কী বোঝ? ২  
গ. ঘরের ভিতরের বাষ্পের চাপ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ঘরের জানালা খুলে দিলে বাষ্প ঘরে ঢুকবে না বাহিরে যাবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন যে তাপমাত্রায় শূন্য হয় সেই তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়।

খ. কোনো স্থানের তাপমাত্রা  $25^\circ\text{C}$  বলতে বোঝায় উক্ত স্থানে  $25^\circ\text{C}$  এর বেশি তাপমাত্রার কোনো বস্তু তাপ হারাবে এবং এর কম তাপমাত্রার কোনো বস্তু পরিবেশ থেকে তাপ গ্রহণ করবে। কোনো স্থানের শিশিরাংক  $15^\circ\text{C}$  বলতে বোঝায় ঐ স্থানের তাপমাত্রা  $15^\circ\text{C}$  করা হলে উক্ত স্থানে বিদ্যমান জলীয়বাষ্প দ্বারা ঐ স্থান সম্পৃক্ত হবে। সম্মিলিতভাবে কোনো স্থানের তাপমাত্রা ও শিশিরাংক যথাক্রমে  $25^\circ\text{C}$  ও  $15^\circ\text{C}$  বলতে বুঝানো যায় যে, ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $100\%$  এর কম এবং তাপমাত্রা  $(25 - 15)^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$  নিচে নামলে ঐ স্থানের বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে।

গ. ঘরের ভিতরে,  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,  $F = 20 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$   
আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 65\%$   
বাষ্পের চাপ,  $f = ?$   
আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 65\% = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\text{বা, } f = \frac{65}{100} \times 20 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$$

$$\therefore f = 0.013 \text{ m HgP}$$

ঘ. এখানে,  $15^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,  $F = 10 \times 10^{-3} \text{ m HgP}$   
আপেক্ষিক আর্দ্রতা,  $R = 80\%$

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

$\therefore$  বাইরের তাপমাত্রায় ( $15^\circ\text{C}$ ) বায়ুতে বাষ্পের চাপ;

$$f' = \frac{R \times F}{100\%} = \frac{80\% \times 10 \times 10^{-3}}{100\%} = 0.008 \text{ m HgP}$$

যেহেতু,  $0.013 \text{ m HgP} > 0.008 \text{ m HgP}$

ঘরের বায়ুতে বাষ্পের চাপ  $>$  ঘরের বাইরের বায়ুতে বাষ্পের চাপ।

সুতরাং, ঘরের ভেতর থেকে বাইরে বাষ্প গমন করবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৪  $1020 \text{ kg m}^{-3}$  ঘনত্বের লবণ পানি দ্বারা পূর্ণ একটি হ্রদের তলদেশ থেকে উপরিতলে আসার ফলে একটি বায়ু বুদবুদের আয়তন দ্বিগুণ হয়। স্বাভাবিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ  $10^5 \text{ Pa}$ । (ব্রাহ্মণবাড়ীয়া সরকারি কলেজ)

- ক. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কী? ১  
খ. শীতকালে আমাদের শরীরের কোমল অংশ ফেটে যায় কেন তা ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. হ্রদটির গভীরতা নির্ণয় কর? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের হ্রদটি শুষ্ক পানি দ্বারা পূর্ণ থাকলে সর্বোচ্চ দেড়গুণ প্রসারণশীল দুই লিটার আয়তনের একটি বেলুনকে হ্রদটির তলদেশ হতে উপরিতলে নিয়ে আসা সম্ভব হবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

#### ৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বাষ্প সর্বোচ্চ যে চাপ দিতে পারে বা নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবহাওয়া স্থানে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বাষ্প ধারণ করতে পারে সেই পরিমাণ বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

খ শীতকালে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকে অর্থাৎ বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম থাকে। তাই শরীরের চামড়ার জলীয় অংশ শুকিয়ে যায়। কোমল অংশ সব সময় ভেজা থাকে। ফলে সেখানে বাষ্পায়ন বেশি হয় এবং দ্রুত শুকিয়ে যায় এবং চামড়া সংকুচিত হয়। সংকুচিত হবার জন্য শরীরের কোমল অংশের ভেতরে ও বাইরের চাপের বৈষম্যের জন্য ফেটে যায়।

গ ধরি, হ্রদের গভীরতা =  $h$

$h$  গভীরতায় বৃন্দবৃন্দের আয়তন,  $V_1 = V$

হ্রদের উপরিতলে বৃন্দবৃন্দের আয়তন,  $V_2 = 2V$

স্বাভাবিক বায়ুমন্ডলীয় চাপ,  $P_2 = 10^5 \text{ Pa}$

$h$  গভীরতায় বায়ুর চাপ,  $P_1 = P_2 + h\rho g$

লবণ পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1020 \text{ kgm}^{-3}$

আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (P_2 + h\rho g) V = P_2 \times 2V$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho g = 2P_2$$

$$\text{বা, } h\rho g = P_2$$

$$\text{বা, } h = \frac{P_2}{\rho g} = \frac{10^5}{1020 \times 9.8} = 10.004 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ শুধু পানি থাকলে এর ঘনত্ব,  $\rho_w = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

$$h = 10.004 \text{ m ('গ' হতে পাই)}$$

$$\begin{aligned} h \text{ গভীরতায় মোট চাপ, } P_1 &= P_{\text{atm}} + h\rho_w g \\ &= 10^5 + 10.004 \times 1000 \times 9.8 \\ &= 1.98 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{তরলের পৃষ্ঠতলে চাপ, } P_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\text{আয়তনের অনুপাত, } \frac{V_2}{V_1} = ?$$

তাপমাত্রা স্থির থাকলে,

$$P_2 V_2 = P_1 V_1$$

$$\text{বা, } \left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \left(\frac{P_1}{P_2}\right) = \left(\frac{1.98 \times 10^5}{10^5}\right) = 1.98$$

$$\text{লক্ষ করি, } \left(\frac{V_2}{V_1}\right) > 1.5$$

যেহেতু বেলুনটি তরলের উপরিতলে আসলে আয়তন প্রসারণ দেড়গুণের বেশি। তাই একে হ্রদের উপরিতলে আনা সম্ভব না।

**প্রশ্ন ৬৫** 6 লিটার সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি বেলুন  $20^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয় তখন এর চাপ 3atm। পরবর্তীতে বেলুনটিকে  $35^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রার খোলা মাঠে ওড়াতে গেলে ফেটে যায়।

(পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর)

ক. শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. "হৃদকম্প ও গ্রহের আবর্তন কালিক পর্যায়ক্রম" ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্ভীপকের আলোকে বেলুনটির শেষ চাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বেলুনটিতে 5 লিটার গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হলে ফাটবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

**৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

**খ** কালিক পর্যায়ক্রম হলো সেই সকল ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর পুনরাবৃত্তি ঘটে।

প্রতি মিনিটে হৃদকম্প 70-72 বার। অর্থাৎ প্রতি 0.83 সেকেন্ড পর পর হৃদকম্পের পুনরাবৃত্তি ঘটে।

আবার প্রতিটি গ্রহ নির্দিষ্ট সময়ে সূর্যের চারিদিকে একবার ঘুরে আসে। যেমন পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে। অর্থাৎ একটি নির্দিষ্ট সময় পর গ্রহের আবর্তনের পুনরাবৃত্তি ঘটে।

সুতরাং "হৃদকম্প ও গ্রহের আবর্তন কালিক পর্যায়ক্রম।"

**গ** আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } P_2 = \frac{3 \times 308}{293}$$

$$\therefore P_2 = 3.15 \text{ atm}$$

এখানে, আদি তাপমাত্রা,

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

আদি চাপ,  $P_1 = 3 \text{ atm}$

শেষ তাপমাত্রা,  $T_2 = 35^\circ\text{C}$

$$= (273 + 35) \text{ K}$$

$$= 308 \text{ K}$$

শেষ চাপ,  $P_2 = ?$

$\therefore$  বেলুনটির শেষ চাপ 3.15 atm (Ans.)

**ঘ** জানা আছে,

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

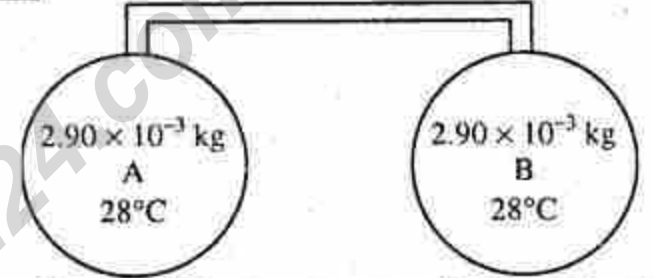
$$\begin{aligned} \text{বা, } \left(\frac{V_2}{V_1}\right) &= \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1} \\ &= \frac{3}{293} \times \frac{308}{3.15} \end{aligned}$$

$$\therefore V_2 = 1.00113 \times 5$$

$$\text{বা, } V_2 = 5.0056 < 6 \text{ L}$$

লক্ষ করি, বেলুনটিকে মাঠে নিয়ে গেলে এর আয়তন তেমন বৃদ্ধি পায় না। তাই এবার এটি ফাটবে না।

**প্রশ্ন ৬৬**



উপরের ছবিতে বায়ুভর্তি সমান আয়তনের দুটি পাত্র দেখানো হয়েছে। একটি নগন্য আয়তনের টিউব দিয়ে এরা যুক্ত আছে।

(বৃন্দাবন সরকারি কলেজ, হবিগঞ্জ)

ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১

খ. আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ২

গ. যদি বায়ুর চাপ  $1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  হয়, তবে A পাত্রে 25g আনবিক ভরের গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্ভীপকের A পাত্রে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় ঠান্ডা করলে এবং একই সাথে B পাত্রে  $100^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গরম করলে কোনো পাত্রের গ্যাসের চাপ বায়ুমন্ডলীয় চাপের সমান হবে কি—বিশ্লেষণ করো। A ও B গ্যাসের আদি চাপ 81.77 kPa। ৪

**৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

**খ** আকাশ মেঘলা থাকলে পৃথিবী হতে বিকীর্ণ তাপ মেঘ ভেদ করে মহাকাশে চলে যেতে পারে না। ফলে পৃথিবীর তাপমাত্রাও কমতে পারে না, অপরিবর্তিত থাকে। এর ফলে তাপমাত্রা কমে শিশিরাঙ্কে পৌছতে পারে না এবং শিশিরও পড়ে না।

**গ**

$$PV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$\begin{aligned} \therefore V &= \frac{mRT}{MP} \\ &= \frac{2.9 \times 10^{-3} \times 8.316 \times 301}{25 \times 10^{-3} \times 1.01 \times 10^5} \\ &= 2.87 \text{ L. (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে, A পাত্রে, গ্যাসের

ভর,  $m = 2.9 \times 10^{-3} \text{ kg}$

গ্যাসের আণবিক ভর,

$$M = 25 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

তাপমাত্রা,  $T = 28^\circ\text{C} = 301 \text{ K}$

চাপ,  $P = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$



ঘ এখানে দেওয়া আছে,

A পাত্রের, আদি চাপ,  $P_A = 81.77 \text{ kPa}$

আদি তাপমাত্রা,  $T_A = 28^\circ\text{C}$

$= 301 \text{ K}$

শেষ তাপমাত্রা,  $T_A' = 0^\circ\text{C}$

$= 273 \text{ K}$

B পাত্রের, আদি চাপ,  $P_B = 81.77 \text{ kPa}$

আদি তাপমাত্রা,  $T_B = 28^\circ\text{C} = 301 \text{ K}$

শেষ তাপমাত্রা,  $T_B' = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$

$\therefore$  A গ্যাসের শেষ চাপ  $= P_A'$  হলে,

$$\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_A'}{T_A'}$$

$$\Rightarrow P_A' = \frac{T_A'}{T_A} \times P_A = \frac{273}{301} \times 81.77 \text{ kPa}$$

$$= 74.16 \text{ kPa}$$

অনুরূপভাবে, B গ্যাসের শেষ চাপ,

$$\Rightarrow P_B' = \frac{T_B'}{T_B} \times P_B = \frac{373}{301} \times 81.77 \text{ kPa}$$

$$= 101.329 \text{ kPa}$$

$$= \text{বায়ুমন্ডলীয় চাপ}$$

অতএব A গ্যাসের তাপমাত্রা  $0^\circ$  তে নামালে চাপ বায়ুমন্ডলীয় চাপের সমান হবে না। তবে B গ্যাসের তাপমাত্রা  $100^\circ\text{C}$  এ উন্নীত করলে চাপ বায়ুমন্ডলীয় চাপের সমান হবে।

**প্রশ্ন ৬৭** কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস  $3 \times 10^{-10} \text{ m}$  এবং প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা  $6 \times 10^{24}$  টি। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অণুগুলোর মূলগড় বর্গ বেগ  $500 \text{ ms}^{-1}$ ।

[কমতলা পূর্ব বাসাবো স্কুল অ্যান্ড কলেজ]

- ক. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? ১
- খ. পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগ ও বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. N.T.P তে গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের তথ্য থেকে প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত সংঘর্ষের সংখ্যা কোন ক্ষেত্রে বেশি? ক্লসিয়াস ও বোলজম্যানের সমীকরণ ব্যবহার করে লিখ। ৪

#### ৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে, তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

**খ** কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে ঐ বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে।

গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে এর জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়। আর জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বাড়লে পরম আর্দ্রতাও সমাপূর্ণতাে বৃদ্ধি পায়। যেহেতু পরম আর্দ্রতা তাপমাত্রার সাথে বাড়ে,

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

সূত্রানুসারে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ ও বৃদ্ধি পায়

**গ** ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**ঘ** ৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৮** কোনো স্থানে কোনো একদিনের বায়ুর তাপমাত্রা  $19^\circ\text{C}$  ও শিশিরাজক  $7.4^\circ\text{C}$ । শৈত্যের ফলে তাপমাত্রা কমে  $15^\circ\text{C}$  হলো।  $17^\circ\text{C}$ ,  $8^\circ\text{C}$  ও  $19^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে  $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ ,  $8.2 \times 10^{-3} \text{ m}$  ও  $16.5 \times 10^{-3} \text{ m}$  পারদ। [বরিশাল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ]

- ক. শিশিরাজক কাকে বলে? ১
- খ. সিস্ত ও শুষ্ক বাবর হাইগ্রোমিটারের সাহায্যে কীভাবে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া যায়? ২
- গ. উক্ত স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? ৩
- ঘ. তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য উক্ত স্থানের শিশিরাজকের কোন পরিবর্তন হবে কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাজক বলে।

**খ** সিস্ত শুষ্ক বাবর হাইগ্রোমিটার এর সাহায্যে সিস্ত ও শুষ্ক বাবর রিডিং নিয়ে থের্মিস্টারের ধ্রুবক ব্যবহার করে ঐ স্থানের শিশিরাজক নির্ণয় করা সম্ভব। পরবর্তীতে রেনোর তালিকা হতে এই শিশিরাজকে এবং শুষ্ক বাবর তাপমাত্রায় বায়ুচাপ নির্ণয় করে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বের করা সম্ভব হবে। এই আপেক্ষিক আর্দ্রতা ব্যবহার করে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ- যদি কোন স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা হঠাৎ কমে যায়, তবে তা থেকে ঝড়ের পূর্বাভাস দেয়া যেতে পারে।

**গ** ২২ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**ঘ** ২২ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৯** প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে কোন গ্যাসের ঘনত্ব  $1.4 \text{ kgm}^{-3}$ । তার একটি বৃদবুদ  $93 \text{ m}$  গভীরতা সম্পন্ন লেকের তলদেশ হতে উপরিতলে আসল। লেকের উপরিপৃষ্ঠে বায়ুমন্ডলীয় চাপ  $76 \text{ cmHgP}$ ।

[ঢাকা হেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

- ক. স্বাধীনতার মাত্রা কী? ১
- খ. শক্তির সমবিভাজন নীতি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্ভীপকের গ্যাসটির বর্গমূল গড় বর্গ বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বৃদবুদের আয়তনের শতকরা পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

**খ** কোনো গতিয় সিস্টেমের মোট শক্তি তাপীয় সাম্যাবস্থায় প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বন্টিত হয় এবং প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার শক্তির পরিমাণ  $= \frac{1}{2} kT$ ।

এখন আমরা এই সূত্রটিকে গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে প্রয়োগ করবো। আমরা জানি, এক পারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৩। অতএব, এই সূত্রানুযায়ী একটি অণুর গড় গতিশক্তি  $= \frac{3}{2} kT$ । দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা ৫, অতএব প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি  $= \frac{5}{2} kT$ ।

**গ** গ্যাসটির বর্গমূল গড় বর্গ বেগ,

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 101325}{1.4}}$$

$$= 466 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

ঘনত্ব,  $\rho = 1.4 \text{ kg/m}^3$

প্রমাণ চাপ,  $P = 76 \text{ cmHgP}$   
 $= 101325 \text{ Pa}$

**ঘ** পানির তলদেশ ও উপরিপৃষ্ঠে আয়তন যথাক্রমে  $V_1$  ও  $V_2$  হলে,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Rightarrow V_1 (P_{atm} + h\rho g) = P_{atm} V_2$$

$$\Rightarrow V_1 \left(1 + \frac{h\rho g}{P_{atm}}\right) = V_2$$

$$\Rightarrow V_1 \left(1 + \frac{93 \times 1000 \times 9.8}{101325}\right) = V_2$$

পানির উপরিপৃষ্ঠে চাপ,

$P_2 = P_{atm} = \text{বায়ুমন্ডলীয় চাপ}$   
 $= 76 \text{ cmHgP}$   
 $= 101325 \text{ Pa}$

পানির তলদেশে চাপ,

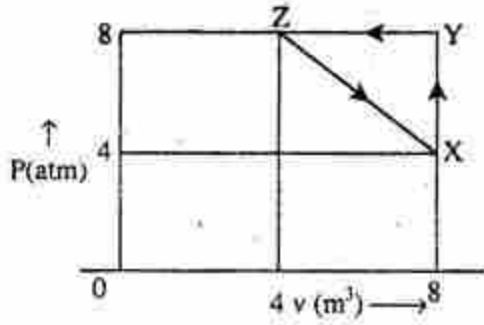
$P_1 = P_{atm} + h\rho g$ ,  
যেখানে  $h$  = পানির গভীরতা,  
 $\rho$  = পানির ঘনত্ব

$$\therefore V_2 = 10V_1$$

$$= V_1 + 9V_1$$

$$= V_1 + V_1 \times 900\%$$

অতএব, বৃদবুদের আয়তন শতকরা 900 ভাগ বৃদ্ধি পাবে।



চিত্রে কোনো গ্যাসের জন্য P বনাম V লেখচিত্র দেওয়া আছে। গ্যাসটির ভর 2kg এবং গ্রাম পারমাণবিক ভর 2gm। [কুমিল্লা সরকারি সিটি কলেজ]

- প্রমাণ চাপ কি?
- অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্য প্রযোজ্য হয় কি না ব্যাখ্যা কর।
- Y বিন্দুতে গ্যাসটির তাপমাত্রা কত?
- X, Y এবং Z কোন বিন্দুতে তাপমাত্রার মান কত হবে—গাণিতিকভাবে তুলনামূলক বিশ্লেষণ করো।

#### ৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সমুদ্র পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C তাপমাত্রায় উন্নতভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলা হয়।

**খ** অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে গ্যাসের গতি তত্ত্বের স্বীকার্য প্রযোজ্য হয় না। কারণ, অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে গ্যাসগণের গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না। গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্য অনুসারে, গ্যাসের প্রতিটি অণুর গতিশক্তি সমান হবে এবং অণুসমূহ স্থিতিস্থাপক ফলে অণু-অণু, অণু ও দেয়ালের মধ্যে যে সংঘর্ষ ঘটে তা স্থিতিস্থাপক হওয়া বাঞ্ছনীয়। না হলে গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্য প্রযোজ্য হয় না।

**গ** এখানে, গ্যাসের ভর,  $m = 2\text{kg}$

গ্যাসের গ্রাম পারমাণবিক ভর,  $m = 2\text{g} = 2 \times 10^{-3}\text{kg}$

Y বিন্দুতে চাপ,  $P = 8\text{ atm}$   
 $= 8 \times 101325\text{ Nm}^{-2}$   
 $= 810600\text{ Nm}^{-2}$

Y বিন্দুতে আয়তন,  $V = 8\text{ m}^3$

∴ Y বিন্দুতে তাপমাত্রা,  $T = ?$

আমরা জানি,  $PV = nRT$

$$\text{বা, } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } T = \frac{MPV}{mR}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-3} \times 810600 \times 8}{2 \times 8.314}$$

$$= 780\text{ K (Ans.)}$$

**ঘ** Y বিন্দুতে,  $T_y = 780\text{ K}$

$$P_y = 8\text{ atm}$$

$$V_y = 8\text{ m}^3$$

X বিন্দুতে,  $P_x = 4\text{ atm}$

$$V_x = 8\text{ atm}$$

$$T_x = ?$$

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

$$\therefore T_x = \frac{T_y \times P_x}{P_y}$$

$$= \frac{780 \times 4}{8}$$

$$= 390\text{ K}$$

Z বিন্দুতে,  $P_z = 8\text{ atm}$

$$V_z = 4\text{ m}^3$$

$$T_z = ?$$

$$\therefore \frac{P_z V_z}{T_z} = \frac{P_y V_y}{T_y}$$

$$\text{বা, } T_z = \frac{T_y V_z}{V_y}$$

$$= \frac{780 \times 4}{8}$$

$$= 390\text{ K}$$

$$\text{অর্থাৎ, } T_x = T_z$$

$$\text{উল্লেখ্য, } P_z V_z = 8 \times 4 = P_x V_x$$

অর্থাৎ XY একটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া।

$$\therefore T_y > T_x, T_y > T_z \text{ এবং } T_x = T_z$$

**প্রশ্ন ৭১** কোনো একদিন রাজশাহীর তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। একই সময়ে কক্সবাজারে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ 30°C এবং আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ 28°C। 30°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক এর মান 1.65। 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 25.21, 28.35 এবং 38.16mm পারদ।

[ডঃ আব্দুর রাজ্জাক মিউনিসিপ্যাল কলেজ, ঘশোর]

- পার্কিং কক্ষপথ কী?
- টেলিযোগাযোগের ক্ষেত্রে ভূ-স্থির উপগ্রহ ব্যবহার করা হয় কেন?
- উদ্দীপক অনুসারে কক্সবাজারের শিশিরাজক নির্ণয় কর।
- একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও রাজশাহীর চেয়ে কক্সবাজারে কোনো ব্যক্তির অধিক অস্বস্তি অনুভব করার কারণ কি—গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

#### ৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় অবস্থিত যে কক্ষপথে কোনো কৃত্রিম উপগ্রহ আবর্তন করতে থাকলে ভূপৃষ্ঠের সাপেক্ষে এটি সর্বদাই স্থির মনে হবে, তাকে অর্থাৎ ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

**খ** টেলিযোগাযোগের ক্ষেত্রে ভূপৃষ্ঠ হতে যে সিগন্যালসমূহ আসে তাদেরকে উপগ্রহ গ্রহণ করে এবং উপযুক্ত স্থানে প্রেরণ করে। ভূস্থির উপগ্রহ ব্যবহার না করলে সময়ের সাথে সিগন্যালের উৎসের সাথে স্যাটেলাইটের দূরত্ব ক্রমশ পরিবর্তন হতো। ফলে উৎস হতে স্যাটেলাইটে সিগন্যাল প্রেরণের প্রযুক্তি আরও উন্নত হতে হতো। সেই সাথে উৎস হতে অধিক দূরত্বে সিগন্যাল পাঠানো আরো ব্যয়সাপেক্ষ এবং সিগন্যালের শক্তির অপচয় বেড়ে যেতো। এ কারণে, ভূস্থির উপগ্রহ ব্যবহার করা হয়।

**গ** ৭ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 26.7°C

**ঘ** ৭ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : আঃ আর্দ্রতা 68.94% > 60% তাই অস্বস্তিবোধ হবে।



## পদার্থবিজ্ঞান

### দশম অধ্যায় : আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

৩৫৮. যেসব গ্যাস গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে তাকে কী বলে? (জান)

- ক) বাস্তব গ্যাস      খ) অনাদর্শ গ্যাস  
গ) প্রাকৃতিক গ্যাস      ঘ) আদর্শ গ্যাস

৩৫৯. দ্বি-পারমাণবিক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা কয়টি? (জান) [ডেলা সরকারি কলেজ, ডেলা]

- ক) ২      খ) ৩  
গ) ৪      ঘ) ৫

৩৬০. এক পরমাণু হিলিয়াম গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা কত? [ক্যান্টনমেন্ট পার্বনিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

- ক) ১      খ) ২  
গ) ৩      ঘ) ৪

৩৬১. গ্যাসের চলরাশি তিনটি কী কী? (জান)

- ক) আয়তন, ভর ও ঘনত্ব  
খ) আয়তন, তাপমাত্রা ও ঘনত্ব  
গ) আয়তন, ভর ও তাপমাত্রা  
ঘ) আয়তন, তাপমাত্রা ও চাপ

৩৬২.  $PV = K$  এই সমীকরণটি সাধারণভাবে কোন সূত্রের প্রকাশ? (প্রয়োগ)

- ক) চার্লসের সূত্র  
খ) বয়েলের সূত্র  
গ) চাপের সূত্র  
ঘ) আদর্শ গ্যাস সমীকরণ

৩৬৩.  $1 \text{ atm} =$  কত? (প্রয়োগ)

- ক)  $0.76 \text{ m}$  পারদ চাপ      খ)  $101325 \text{ Nm}^{-2}$   
গ)  $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$       ঘ) সবগুলো

৩৬৪. বয়েলের সূত্রটি কত সালে আবিষ্কৃত হয়? (জান)

- ক) ১৫৬২      খ) ১৬৬২  
গ) ১৭৬২      ঘ) ১৮৬২

৩৬৫. স্থির উষ্ণতায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপে আয়তনের ৪ গুণ হবে? (প্রয়োগ)

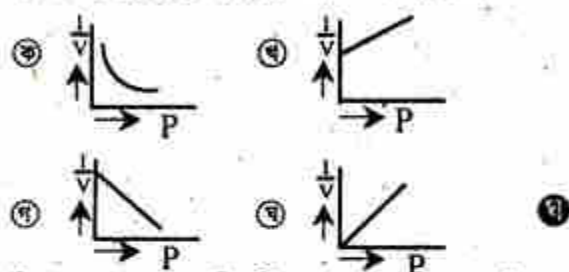
- ক)  $2.35 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$       খ)  $2.53 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$   
গ)  $1.35 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$       ঘ)  $1.53 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$

৩৬৬. যদি  $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  হয় তবে  $72 \text{ cm}$  পারদ চাপে এবং  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $20\text{g}$

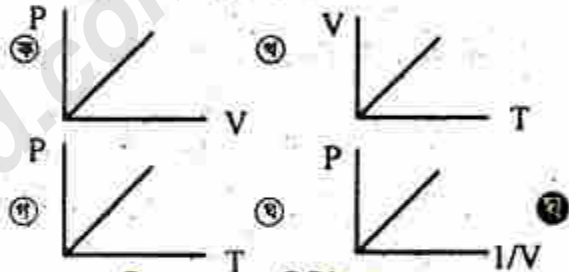
অক্সিজেনের আয়তন কত? (প্রয়োগ)

- ক)  $1.2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$       খ)  $1.6 \times 10^{-2} \text{ m}^3$   
গ)  $2.2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$       ঘ)  $2.8 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

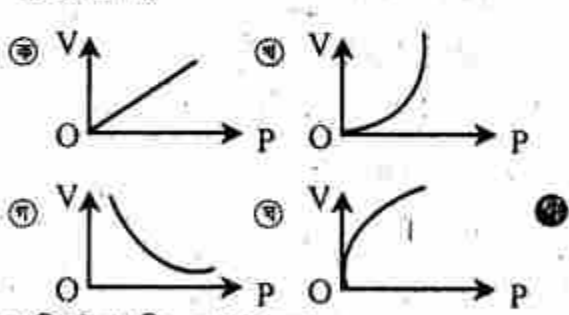
৩৬৭. বয়েলের সূত্রানুসারে  $P$  বনাম  $\frac{1}{V}$  লেখচিত্র কেমন হবে? (অনুধাবন) [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]



৩৬৮. নিচের কোন লেখচিত্রটি বয়েলের সূত্র সমর্থন করে? [মদি ক্রস কলেজ, ঢাকা]



৩৬৯. তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন ( $V$ ) বনাম চাপ ( $P$ ) এর লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি? (অনুধাবন) [বরিশাল সরকারি মহিলা কলেজ, বরিশাল]



৩৭০. পানির জৈব বিন্দুর চাপ কত? (জান)

- ক)  $3.58 \text{ mm HgP}$       খ)  $5.58 \text{ mmHgP}$   
গ)  $4.58 \text{ cmHgP}$       ঘ)  $4.58 \text{ mmHgP}$

৩৭১. গড় বর্গবেগের বর্গমূল, গড়বেগ এবং সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগের মধ্যে কীরূপ সম্পর্ক দেখা যায়? (অনুধাবন)

- ক)  $c_{rms} < c_{av} < c_m$       খ)  $c_{rms} > c_{av} < c_m$   
গ)  $c_{rms} > c_{av} > c_m$       ঘ)  $c_m > c_{rms} > c_{av}$



৩৭২. N.T.P তে হাইড্রোজেন অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। N.T.P. তে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব  $0.088 \text{ km}^{-3}$ । (প্রয়োগ)

- ক 1.90  $\text{kms}^{-1}$  খ 1.84  $\text{kms}^{-1}$   
গ 1.88  $\text{kms}^{-1}$  ঘ 1.86  $\text{kms}^{-1}$

৩৭৩. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন অণুর RMS বেগ কত? (যদি ক্রস কনস্ট্যান্ট, চাও)

- ক 1885  $\text{ms}^{-1}$  খ 1845  $\text{ms}^{-1}$   
গ 1800  $\text{ms}^{-1}$  ঘ 465.1  $\text{ms}^{-1}$

৩৭৪. গড় মুক্তপথ  $\lambda$  এবং গ্যাসের তাপমাত্রা  $T$  এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (জান)

- ক  $\lambda \propto T$  খ  $\lambda \propto \frac{1}{T}$   
গ  $\lambda \propto \frac{1}{T^2}$  ঘ  $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$

৩৭৫. গড় মুক্তপথ  $\lambda$  ও গ্যাসের চাপ  $P$ -এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (জান)

- ক  $\lambda \propto P$  খ  $\lambda \propto \frac{1}{P}$   
গ  $\lambda \propto \frac{1}{P^2}$  ঘ  $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{P}}$

৩৭৬. বিজ্ঞানী বোল্টজম্যানের গড় মুক্তপথের সমীকরণ কোনটি? (জান)

- ক  $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$  খ  $\lambda = \frac{3}{4\pi\sigma^2 n}$   
গ  $\lambda = \frac{1}{4\pi\sigma^2 n}$  ঘ  $\lambda = \frac{1}{\pi\sigma^2}$

৩৭৭. গ্যাসের অণুর মূল গড় বর্গবেগের সাথে চাপ ও ঘনত্বের সম্পর্ক নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

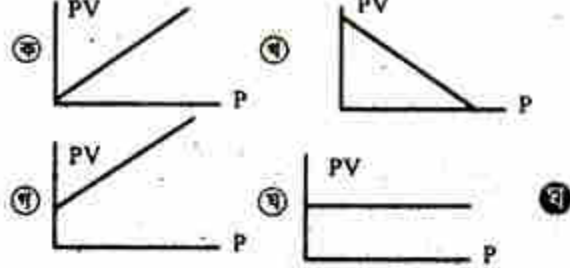
- ক  $C = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$  খ  $C = \frac{3P}{\rho}$   
গ  $C = \frac{P}{\rho}$  ঘ  $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

৩৭৮. কোনটির মূল গড় বর্গবেগের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক প্রকাশ করে? (অনুধাবন)

- ক  $C = \frac{3RT}{M}$  খ  $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$   
গ  $C = \frac{RT}{M}$  ঘ  $C = \sqrt{\frac{RT}{M}}$

৩৭৯. তাপমাত্রা যদি ধ্রুব থাকে তবে  $P$  এর সাথে  $PV$  এর সম্পর্ক নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

(সরকারি এম এম কলেজ, যশোর)



৩৮০. অসম্পূর্ণ বাষ্পচাপ  $f$ , এবং সম্পূর্ণ বাষ্পচাপ  $F$  হলে নিচের কোনটি সঠিক? (জান) (সরকারি এম এম কলেজ, যশোর)

- ক  $f > F$  খ  $f \geq F$   
গ  $f < F$  ঘ  $f = F$

৩৮১. কখন শিশির পড়ে? (অনুধাবন)

- ক মেঘমুক্ত রাতে খ চাঁদনি রাতে  
গ মেঘলা রাতে ঘ অন্ধকার রাতে

৩৮২. প্রায় সকল গ্যাসে একই রকম আচরণ পরিলক্ষিত হয়—(অনুধাবন)

- i. নিম্ন চাপে  
ii. নিম্ন ঘনত্বে  
iii. নিম্ন তাপমাত্রায়  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক i ও ii খ ii ও iii  
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

৩৮৩. আদর্শ গ্যাসসমূহ যে সূত্র মেনে চলে তা হলো—(অনুধাবন)

- i. বয়েলের সূত্র ii. চার্লসের সূত্র  
iii. চাপের সূত্র  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক i ও ii খ i ও iii  
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৩৮৪. একটি আবদ্ধ গ্যাসের কতগুলো অণুর গড়বেগ  $\bar{C}$  এবং মূল গড় বর্গবেগ  $C$  হলে—(অনুধাবন)

- i.  $\bar{C} > C$  ii.  $\bar{C} = C$   
iii.  $\bar{C} < C$   
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক i ও ii খ i ও iii  
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৩৮৫. গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথ অণুর— (অনুধাবন)

- মোট দূরত্বকে মোট কণার সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে পাওয়া যায়
- পর পর দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী দূরত্ব
- পথগুলো পরস্পর সমান হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩৮৬. অসম্পৃক্ত চাপ চাপের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য—

(উচ্চতর দক্ষতা) / আইডিয়াল গ্যাস ও অসম্পৃক্ত, হার্ডবিল, চাকার

- তাপ বাড়ালে সম্পৃক্ত হয়
- বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে
- ঠান্ডা করতে থাকলে ধীরে ধীরে চাপ কমে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii  
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩৮৭. বায়ুর তাপমাত্রা নিশিরাঙ্কের নিচে নামতে পারে কারণ— (উচ্চতর দক্ষতা)

- বায়ু বিকিরণ প্রক্রিয়ায় তাপ বর্জন করে
- শীতল ও গরম বায়ুর মিশ্রণ
- বৃষ্ণতাপীয় প্রক্রিয়ায় চাপের দ্রুত পরিবর্তন

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii  
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩৮৮. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানের পরম আর্দ্রতা  $0.002 \text{ kg/m}^3$  হলে— (অনুধাবন)

- এ স্থানের প্রতি ঘন মিটার বায়ুতে  $0.002 \text{ kg}$  জলীয় বাষ্প আছে
- এ স্থানের প্রতি ঘন সেমি. বায়ুতে  $0.002 \text{ mg}$  জলীয় বাষ্প আছে
- এ তাপমাত্রায় এ স্থানের বায়ুর জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতা  $0.0025 \text{ kg/m}^3$  হলে এ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80%

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৮৯-৩৯১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
30°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন তিনগুণ করা হলো।

৩৮৯. উদ্দীপকটি নিচের কোন সূত্রকে সমর্থন করে?

- (ক) বয়েলের সূত্র (খ) চার্লস এর সূত্র

(গ) গে-লুসাকের সূত্র (ঘ) অ্যাভোগেড্রোর সূত্র

৩৯০. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

- (ক)  $-172^\circ\text{C}$  (খ)  $90^\circ\text{C}$   
(গ)  $101^\circ\text{C}$  (ঘ)  $636^\circ\text{C}$

৩৯১. পর্বতের চূড়ায় ভাত রান্না বেশ কঠিন কারণ—

(অনুধাবন) / দিনাজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, দিনাজপুর

- বায়ুর চাপ বেশি
- বায়ুর চাপ কম
- পানির স্ফুটনাংক কম

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii  
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৯২ ও ৩৯৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো গ্যাসের তিনটি অণুর বেগ যথাক্রমে  $15 \text{ m s}^{-1}$ ,  $20 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $25 \text{ ms}^{-1}$ । গ্যাসের অণুসমূহের ক্ষেত্রে গড় বেগ, গড় বর্গ ও মূল গড় বর্গবেগ তিনটি গুরুত্বপূর্ণ ধারণা। এ রাশিগুলো পরস্পর সম্পর্কিত।

৩৯২. উদ্দীপকের রাশিগুলোর সম্পর্ক— (অনুধাবন)

- $c = \sqrt{c^2}$
- $c^2 = \sqrt{c^2}$
- $\bar{c} < \sqrt{c^2}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii  
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩৯৩. গ্যাসটির গড় বর্গবেগ কত? (প্রয়োগ)

- (ক)  $20.41 \text{ ms}^{-1}$  (খ)  $30.21 \text{ ms}^{-1}$   
(গ)  $416.67 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$  (ঘ)  $416.67 \text{ ms}^{-1}$

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৯৪ ও ৩৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সম-আয়তনের পানি ও একটি তরল পদার্থের ভর যথাক্রমে  $0.3 \text{ kg}$  এবং  $0.2 \text{ kg}$ । তাদের একই ক্যালরিমিটারে পর পর রেখে  $50^\circ\text{C}$  থেকে  $30^\circ\text{C}$  এ শীতল করতে যথাক্রমে  $600\text{s}$  এবং  $300\text{s}$  সময় লাগে। ক্যালরিমিটারের উপাদানের তাপ ধারকত্ব  $42 \text{ J K}^{-1}$ ।

৩৯৪. ক্যালরিমিটার ও পানি কর্তৃক তাপ হ্রাসের হার কত? (প্রয়োগ)

- (ক)  $43.4 \text{ Js}^{-1}$  (খ)  $44.4 \text{ W}$   
(গ)  $45.4 \text{ W}$  (ঘ)  $46.4 \text{ W}$

৩৯৫. তরলটির আপেক্ষিক তাপ কত নির্ণীত হবে?

- (জান) (ক)  $3035 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  (খ)  $3045 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
(গ)  $3055 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  (ঘ)  $3065 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$