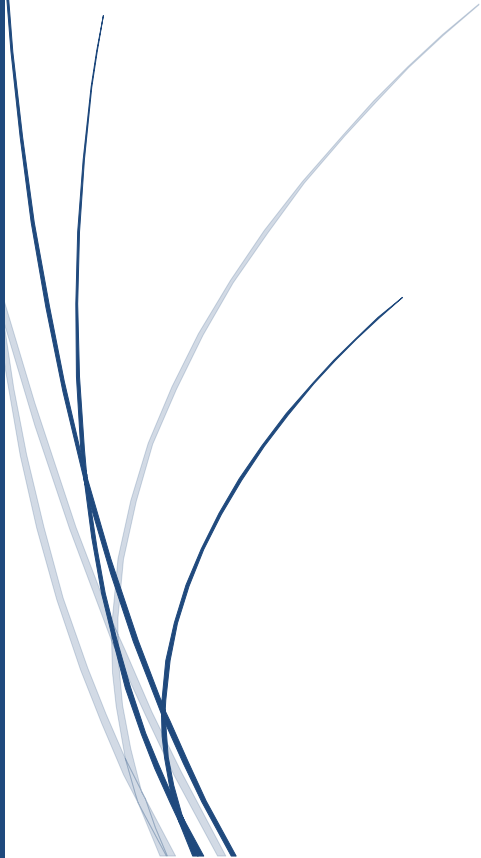


আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব



গতিতত্ত্বের আনবিক মতবাদ :

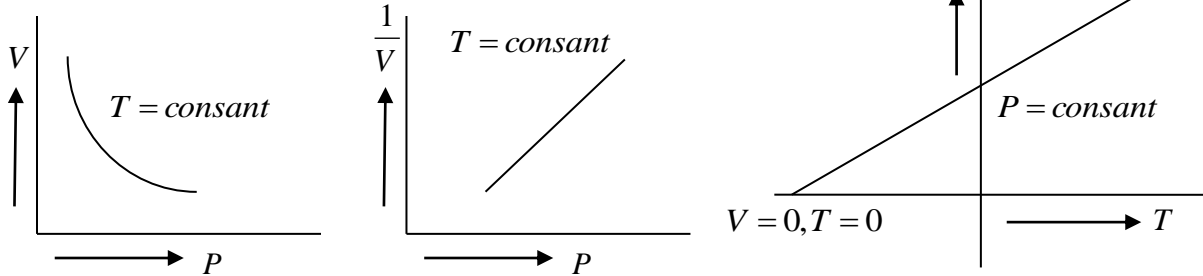
* আদর্শ গ্যাসের অণুগুলোর মধ্যে কোন আকর্ষণ বা বিকর্ষণ নাই।

* আদর্শ গ্যাসের অণুগুলো তাপীয় উত্তেজনার ফলে একস্থান হতে অন্যস্থানে ছুটে বেরায বা একস্থানে থেকে কম্পিত হতে থাকে।

বয়েল : $P_1 V_1 = P_2 V_2$ [T, n স্থির] $\frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2}$

চার্লস : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$ [P, n স্থির]

অ্যভোয়াড্রো : $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$ [T, p স্থির]



আদর্শ : $PV = nRT$; $PV = \frac{W}{M} RT$ এখানে, $m = \frac{W}{M} = \frac{\text{ভর (g)}}{\text{আনবিক ভর (g/mol)}} = \frac{\text{ভর (kg)}}{\text{আনবিক ভর (kg/mol)}}$

যেমন, wO_2 এর জন্য, $n = \frac{wg}{32g/mol}$; $PV = nRT$

$R = 0.0821 \text{ Latm mol}^{-1}K^{-1}$ ব্যবহার করলে,

$P = \text{atm}$, $V = L$ এ নিতে হবে ইহাই সুবিধাজনক

$R = 8.316 \text{ Jmol}^{-1}K^{-1}$ ব্যবহার করলে,

$P = \text{Pa (Nm}^{-2}\text{)}$, $V = m^3$ নিতে হবে

*সমন্বয় সূত্র : $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$; $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$; মোল সংখ্যা, $n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_{STP}} = \frac{X}{N_A} = \frac{PV}{RT} = sv$

*STP - তে গ্যাসের ভর, $M = \rho_{STP} V_{STP}$; $V_{STP} = 22.4 \text{ Litre} = 22.4 \times 10^{-3} m^3$

*আয়তন প্রসারণ গুণাংক, $\gamma_P = \frac{V_t - V_0}{V_0}$; $V_t = V_0(1 + \gamma_P t)$; $\Delta V = \gamma_P V_0 \Delta t$; $P \rightarrow$ স্থির

* চাপ প্রসারণ গুণাংক, $\gamma_V = \frac{P_t - P_0}{P_0}$; $P_t = P_0(1 + \gamma_V t)$; $\Delta P = \gamma_V P_0 \Delta t$; $V \rightarrow$ স্থির

ঘনত্ব : $\rho = \frac{PM}{RT}$; $R = .0821 \text{ Latm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ নিলে $P = \text{atm}$

$M = \text{g/mol}$ [যেমন O_2 এর জন্য $M = 32\text{g/mol}$] তখন, $\delta = \text{g/L}$

গড়মুক্তপথ : $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\sigma^2}$

$N =$ প্রতি একক আয়তনে অনুর সংখ্যা, $\sigma =$ অনুর ব্যাস = দুটি পাশাপাশি অনুর মধ্যবর্তী দূরত্ব

N এর একক cm^{-3} অথবা m^{-3} সেক্ষেত্রে σ হবে যথাক্রমে cm অথবা m ।

গ্যাসের গতিয় সমীকরণঃ

$$PV = \frac{1}{3}mnc^2$$

\swarrow \downarrow \searrow
 গ্যাসের প্রতিটি অনুর ভর মোট অনুর সংখ্যা বর্গমূল গড় বর্গবেগ
 $P = \frac{1}{3} \frac{mn}{v} c^2$
 $P = \frac{1}{3} \rho c^2$

\nearrow গ্যাসের গড় ঘনত্ব

গ্যাসের মোট গতিশক্তি : $PV = \frac{1}{3}mnc^2 \Rightarrow PV = \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} M = mn \rightarrow n$ সংখ্যক অনুর ভর।

$\Rightarrow PV = \frac{2}{3} \times E$; $E = \frac{3}{2} PV$

N mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি $= \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \frac{W}{M}RT$; 1 mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি $= \frac{3}{2}RT$

প্রতিটি গ্যাসের গড় গতিশক্তি $= \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} KT$

$\frac{R}{N_A} = K =$ বোল্টজম্যান ধ্রুবক যেহেতু, $E \propto n$ এবং $E \propto T$ তাই নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট মোলের সকল গ্যাসের গতিশক্তি একই।

বর্গমূল গড় বর্গবেগ : $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

* $R = 8.316 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ব্যবহার করতে হবে এবং $M = \text{Kg/mol}$ এ নিতে হবে।

যেমন, O_2 এর জন্য $M = 32 \text{ g/mol} = 32 \times 10^{-3} \text{ Kg/mol}$ তখন, $C = \text{ms}^{-1}$ হবে

চাপ ও ঘনত্ব দেয়া থাকলে, $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ এক্ষেত্রে, $P = \text{Nm}^{-2}$; $\rho = \text{kg/m}^3$; $C = \text{ms}^{-1}$ হবে।

*গড়বেগ: $\bar{c} = \frac{c_1+c_2+c_3+\dots\dots\dots+c_n}{n}$, *গড় বর্গবেগ: $\bar{c}^2 = \frac{c_1^2+c_2^2+c_3^2+\dots\dots\dots+c_n^2}{n}$

*মূল গড় বর্গবেগ: $\bar{c}_{rms} = \sqrt{\frac{c_1^2+c_2^2+c_3^2+\dots\dots\dots+c_n^2}{n}}$

উদাহরণ: দশটি কণার বেগ যথাক্রমে 0,1,2,3,3,3,4,4,5,6 ms^{-1} .

গড়বেগ: $\bar{c} = \frac{0+1+2+3+3+3+4+4+5+6}{10} = 3.1ms^{-1}$

গড় বর্গবেগ: $\bar{c}^2 = \frac{0^2+1^2+2^2+3^2+3^2+3^2+4^2+4^2+5^2+6^2}{10} = 12.5m^2s^{-2}$

মূল গড় বর্গবেগ: $\bar{c}_{rms}=\sqrt{12.5} = 3.5ms^{-1}$

*সর্বোত্তম সম্ভাব্য বেগ , $c_p = \frac{3+3+3}{3} = 3ms^{-1}$

*গড় মুক্তপথ (λ) একক আয়তনে সংঘর্ষের সংখ্যা (= অণুর সংখ্যা = $n\pi\sigma^2l$) এর ব্যস্তানুপাতিক

$\lambda = \frac{1}{n\pi\sigma^2}$; যখন একটি অণু গতিশলি

*সংঘর্ষের সংখ্যা = অণুর সংখ্যা = $n\pi\sigma^2l$

*গড় মুক্তপথ : $\lambda = \frac{m}{\pi\rho\sigma^2}$; যখন m একটি অণুর ভর এবং mn একক আয়তনের ভর = গ্যাসের ঘনত্ব ρ

*গড় মুক্তপথ: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$; যখন সব অণু গতিশলি (উৎস:ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্র)

* এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এবং সাধারণ তাপমাত্রায় বাতাসের একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,

$n = \frac{N_A}{V_{STP}} = \frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^{-3}} = 2.7 \times 10^{25}m^{-3}$

*প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত ধাক্কার সংখ্যা = $\frac{\bar{c}_{rms}}{\lambda}$

*অণুর গতিবেগের সাথে চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক :

*মূল গড় বর্গবেগ: $\bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$; গড়বেগ, $\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

*প্রতিমোল গ্যাসের গতিশক্তি: $E = \frac{1}{2}M\bar{c}^2 = \frac{1}{2}mN\bar{c}^2 = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}RT$; n মোল গ্যাসের জন্য , $E = \frac{3}{2}nRT$

*প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি , $\bar{E} = \frac{E}{N_A} = \frac{3}{2}KT = \frac{1}{2}m\bar{c}^2 \therefore \bar{c}_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$,

(যেখন প্রত্যেক অণুর ভর $m = M \times m_{Hydrogen}$)

*f স্বাধীনতায় মাত্রাসম্পন্ন কোন অণুর মোট জড়শক্তি = $\frac{f}{2}KT$

*প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রার গড় শক্তির পরিমাণ, $\bar{E} = \frac{1}{2} KT$

*কম্পনরত কণার জন্য : অর্ধেক হলো গতিশক্তি এবং অর্ধেক হলো স্থিতিশক্তি ,

স্বাধীনতার মাত্রা পিছু মোট শক্তি = গতিশক্তি + স্থিতিশক্তি = $\frac{1}{2} KT + \frac{1}{2} KT = KT$

*এক পারমানবিক গ্যাসের জন্য: একটি অণুর স্বাধীনতায় মাত্রা, $f=3$; একটি অণুর গড়শক্তি, $\bar{E} = \frac{3}{2} KT$

*দ্বি পারমানবিক গ্যাসের জন্য: একটি অণুর স্বাধীনতায় মাত্রা, $f = 5 \therefore$ একটি অণুর গড়শক্তি, $\bar{E} = \frac{5}{2} KT$

*বাস্তব গ্যাসের জন্য : ভ্যানডার ওয়ালস্ এর সমীকরণ : n mole গ্যাসের জন্য সমীকরণটি :

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT, \quad b = \frac{V_c}{2}, \quad V_c \text{ সংকট কোণ।}$$

*বাস্তব গ্যাস স্বাভাবিক তাপমাত্রায় এবং চাপে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসরণ করে না।

*বাস্তব গ্যাস উচ্চ তাপমাত্রায় এবং নিম্নচাপে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসরণ করে।

উদাহরণ: 16 g অক্সিজেন গ্যাসের জন্য ভ্যানডার ওয়ালস্ সমীকরণটি লিখ।

আমরা জানি, n mole গ্যাসের জন্য সমীকরণটি : $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT,$

$$n = \frac{16}{32} = \frac{1}{2} \therefore \left(P + \frac{a}{4V^2}\right) \left(V - \frac{b}{2}\right) = \frac{1}{2} RT.$$

শিশিরাক্ষ : যে তাপমাত্রায় একটি আয়তনের বায়ু ভিতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, সেই তাপমাত্রাকে শিশিরাক্ষ বলে।

পরম আর্দ্রতা: কোন স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের ভরকে পরম আর্দ্রতা বলে।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা : কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয় বাষ্পের ভর এবং ঐ একই তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

সম্পৃক্ত বাষ্প : কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন আবদ্ধ স্থান যখন সর্বাধিক বাষ্প ধারণ করে তখন ঐ বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলে।

অসম্পৃক্ত বাষ্প : কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন আবদ্ধ স্থান যখন সর্বাধিক ধারণ ক্ষমতা অপেক্ষা কম বাষ্প ধারণ করে তখন ঐ বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলে।

অতিপৃক্ত বাষ্প : কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন আবদ্ধ স্থান যখন সর্বাধিক ধারণ ক্ষমতা অপেক্ষা বেশি বাষ্প ধারণ করে তখন ঐ বাষ্পকে অতিপৃক্ত বাষ্প বলে।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা :

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

$$R = \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

যেহেতু, নির্দিষ্ট আয়তনের জলীয় বাষ্পের ভর চাপের সমানুপাতিক,

$$R = \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের চাপ}} \\ = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতাকে সাধারণত শতকরায় প্রকাশ করা হয়, $R = \frac{f}{F} \times 100 \%$

$f \rightarrow$ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ, $F \rightarrow$ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ

গ্লেইসারের সূত্রের সাহায্যে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় করা যায় এ সূত্রানুসারে, $t = t_1 - G(t_1 - t_2)$

এখানে, $G = t_1^0 C$ তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক।

বা, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$, $\theta_1 \rightarrow$ শুষ্ক বায়ু তাপমাত্রা, $\theta_2 \rightarrow$ সিক্ত বায়ু তাপমাত্রা, $G \rightarrow$ গ্লেইসারের রাশি।

Type -01: $PV = nRT$

EXAMPLE-01: আর্দ্র উষ্ণতা ও চাপে $3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ গ্যাসের ভর ও ঘনত্ব কত? বাষ্প ঘনত্ব 14.

সমাধান : $PV = nRT \Rightarrow 1.10325 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} = n \times 8.314 \times 273 \therefore n = 0.134 \text{ mole}$

$$\therefore n = \frac{m}{M} = \frac{m}{2 \times d} \Rightarrow m = 2nd = 2 \times 0.134 \times 14 = 3.75 \text{g.}$$

$$\text{গ্যাসটির ঘনত্ব, } \rho = \frac{m}{V} = \frac{3.75 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = 1.25 \text{ ksm}^{-3}$$

EXAMPLE-02: 77 cm পারদ চাপে ও 27° তাপমাত্রায় 40 gm O_2 গ্যাসের আয়তন কত?

$$\text{সমাধান : } PV = nRT \Rightarrow V = \frac{40}{32} \times \frac{8.314 \times 300}{.77 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8} = 0.0304 \text{ m}^3,$$

$$P = 77 \text{cm} = .77 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$n = \frac{40}{32} \text{ mole}, T = 27 + 273 = 300 \text{K}, R = 8.314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{অন্যভাবে, } PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{40}{32} \times \frac{0.0821 \times 300}{77/76} = 30.4 \text{L}$$

$$R = 0.0821 \text{ Latm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, P = \frac{77}{76} \text{ atm.}$$

EXAMPLE-03: 20°C তাপমাত্রায় ও 740mmHg চাপে 0.8429g একটি গ্যাস 400mL আয়তন দখল করে।
গ্যাসটি

আনবিক ভর কত?

$$\text{সমাধান : } PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{740}{760} \times 1.01325 \times 10^5 \times 400 \times 10^{-6} = \frac{0.8429}{M} \times 8.314 \times 293.15$$

$$\therefore M = 51.98; \text{ এখানে, } P = 740 \text{mmHg} = \frac{740}{760} \text{ atm.} = \frac{740}{760} \times 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}, W = 0.842 \text{g}$$

$$V = 400 \text{ mL} = 400 \times 10^{-3} \text{ L} = 400 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 400 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

EXAMPLE-04: একজন লোক একনিঃশ্বাসে 200 mL বায়ু গ্রহণ করে। বায়ুর তাপমাত্রা 27°C এবং সে সময়ে বাতাসের চাপ 750 mmHg হলে লোকটি একেবারে কতটি গ্যাসানু গ্রহণ করে?

$$\text{সমাধান : } PV = nRT \Rightarrow n = \frac{750}{760} \times \frac{1 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-6}}{8.314 \times 300} = 8.02 \times 10^{-3} \text{ mole}$$

$$\text{গ্যাসানুর সংখ্যা} = nN_A = 4.91 \times 10^{21} \text{ টি}$$

EXAMPLE-05: $1 \times 10^{-2} \text{m}^3$ আয়তন বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5 \text{Nm}^{-2}$ চাপে অক্সিজেন ভর্তি করে রাখা হয়েছে। একই তাপমাত্রায় কিছু অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ $1.3 \times 10^5 \text{Nm}^{-2}$ হলো। ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ কত?

SOLVE : $P_1 V_1 = n_1 R T_1$ বা, $n_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{2.5 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-2}}{8.314 \times 300}$

$= 1.00233 \text{ mol}$

আবার, $P_2 V_2 = n_2 R T_2$ বা, $n_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_2} = \frac{1.3 \times 10^5 \times 10^{-2}}{8.314 \times 300}$

$= 0.52121 \text{ mol} ; \Delta n = n_1 - n_2 = 0.48112 \text{ mol}$

বা, $\frac{m_1}{M} - \frac{m_2}{M} = .481$ বা, $m_1 - m_2 = .481 \times 32 \times 10^3$

বা, $m_1 - m_2 = 0.015 \text{ kg} \therefore$ ব্যবহৃত অক্সিজেনের ভর 0.15kg (Ans:)

$V_1 = 1 \times 10^{-2} \text{m}^3 ; T_1 = 300 \text{ K}$

$P_1 = 2.5 \times 10^5 \text{Nm}^{-2}$

মোল সংখ্যা $= n_1$

গ্যাস ব্যবহারের পর আয়তন, $V_2 = 1 \times 10^{-2}$

$T_2 = 300 \text{ K} ; P_2 = 1.3 \times 10^5 \text{Nm}^{-2}$

মোল সংখ্যা $= n_2$

EXAMPLE-06: নিচের পাত্রে গ্যাসের মোট অণুর মধ্যে একটি ভর m । অণুটি u_1 বেগে একবার দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে এলে ভরবেগের পরিবর্তন কত? স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে এক ঘনমিটারে কতগুলো আদর্শ গ্যাসের অণু থাকতে পারে?

SOLVE : এক ঘনমিটারে আদর্শ গ্যাসের অণুর সংখ্যা, $n = ?$

$\Delta P = m(v-u) = m(-u_1-u_1) = -2mu_1$ (Ans:)

আমরা জানি, $22.4 \times 10^{-3} \text{m}^3$ আয়তনের আদর্শ গ্যাসে 6.02×10^{23} গুলো অণু থাকে।

$\therefore 1 \text{m}^3$ আদর্শ গ্যাসে অণু থাকবে $= \frac{6.02 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^{-3}} = 2.6875 \times 10^{25}$ (Ans :)

আদিবেগ, $u = u_1$

শেষবেগ, $v = -u_1$

স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে

গ্যাসীয় অণুর ভরবেগের

পরিবর্তন $\Delta P = ?$

EXAMPLE-07: 250cm^3 আয়তনের একটি বৈদ্যুতিক বাম্ব 10^{-3}mm চাপে 27°C তাপমাত্রায় তৈরী করা হয়েছিল। বাম্বটির অণুর সংখ্যা কত?

SOLVE : $V = 25 \text{cm}^3 = \frac{25}{100 \times 100 \times 100} = 25 \times 10^{-6} \text{m}^3, T = (27+273) = 300 \text{K}$

$P = \frac{101325 \text{pa} \times 10^{-3} \text{mm}}{760 \text{mm(Hg)}} = 133.32 \times 10^{-3} \text{pa}, R = 8.314 \text{ Jk}^{-1} \text{mol}^{-1} n = ?$

$Pv = nRT$ বা, $n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{133.32 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-6}}{8.314 \times 300} = 1.33 \times 10^{-9} \therefore N = N_A \times n = 8.05 \times 10^{15}$ (Ans:)

Type -02: সমন্বয় সূত্র $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

EXAMPLE-01: একটি সিলিন্ডার 300 atm. চাপ সহ্য করতে পারে। ঐ সিলিন্ডারটিতে 150 atm. ও 27⁰ C -এ অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ করা হল। কত তাপমাত্রায় সিলিন্ডারটি বিস্ফোরিত হবে ?

সমাধান : $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{300}{T_1} = \frac{150}{300} \Rightarrow T_1 = 600K = 327^0C$

EXAMPLE-02: একটি সিলিন্ডারে আদর্শ উষ্ণতা ও চাপে $13 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ গ্যাস ধারণ করতে পারে। গ্যাসের তাপমাত্রা ও চাপ 127⁰ ও $1.2 \times 10^5 \text{ pa}$ করা হলে সিলিন্ডার থেকে কি পরিমাণ গ্যাস বের হবে ? গ্যাসটির আনবিক ভর 44 gmol⁻¹ হলে কত ভর গ্যাস বেরিয়ে যাবে ?

সমাধান : $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{1 \times 10^5 \times 13 \times 10^{-3} \times 400}{1.2 \times 10^5 \times 273} = 15.873 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

∴ অতিরিক্ত $2.873 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ গ্যাস বেরিয়ে যাবে।

যার মোল সংখ্যা, $n = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{1.2 \times 10^5 \times 2.873 \times 10^{-3}}{400} = 0.862 \text{ mole.}$

এবং ভর, $m = nM = 0.862 \times 44 = 37.928 \text{ g}$

EXAMPLE-03: 17⁰C তাপমাত্রায় ও 0.99 atm চাপে 0.58 L H₂ গ্যাস পানির উপর সংগ্রহ করা হল। সমান তাপমাত্রা ও চাপে এর আয়তন ও ভর নির্ণয় কর। 17⁰ C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্প চাপ 0.019 atm.

সমাধান : $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 0.53 \text{ L}, P_1 = (0.99 - 0.019) \text{ atm} = 0.971 \text{ atm}$

গ্যাস ভর, $m = \frac{0.53 \times 2.016}{22.4} = 0.0477 \text{ g}$

EXAMPLE-04: 0⁰C তাপমাত্রা ও 0.76m চাপের বাতাসের ঘনত্বের সাথে 20⁰C তাপমাত্রা ও 0.75m চাপের ঘনত্বের সাথে তুলনা করো।

SOLVE : $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{\rho_1 T_2}{\rho_2 T_1}$

$= \frac{0.76 \times 300}{0.75 \times 273} = \frac{304}{273} \therefore \rho_1 : \rho_2 = 304 : 273$

$P_1 = 0.76 \text{ m} ; T_1 = 273 \text{ k}$

$P_2 = 0.75 \text{ m} ; T_2 = (273 + 27) \text{ k} = 300 \text{ k}$

00⁰c ও 27⁰c তাপমাত্রায় ঘনত্ব

ρ_1 ও ρ_2 হলে, $= \frac{\text{প্রাথমিক ঘনত্ব } \rho_1}{\text{শেষ ঘনত্ব } \rho_2} = ?$

EXAMPLE-05: একটি পাহাড়ের চূড়ায় তাপমাত্রা ও চাপ যথাক্রমে 7°C ও 70cm পারদ চাপ। পাহাড়টির পাদদেশে যদি তাপমাত্রা ও চাপ যথাক্রমে 27°C এবং 76cm পারদ চাপ হয় তবে পাহাড়টির চূড়ায় ও পাদদেশে বায়ুর ঘনত্বের অনুপাত বের কর।

$$\text{SOLVE : } \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \text{ বা, } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1}$$

$$= \frac{0.92 \times (101.325 \times 10^3) \text{Nm}^{-2} \times 300\text{k}}{101.325 \times 10^3 \text{Nm}^{-2} \times 280\text{k}} \text{ বা, } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{276}{280} =$$

$$\frac{69}{70} \therefore \rho_1 : \rho_2 = 69 : 70 \text{ (Ans:)}$$

$$T_1 = 7^{\circ}\text{C} = (7+273)\text{K} = 280\text{K}$$

$$P_1 = 70\text{cm পারদ চাপ} = \frac{70}{76} \times (101.325 \times 10^3) \text{Nm}^{-2}$$

$$= 0.92 \times (101.325 \times 10^3) \text{Nm}^{-2}$$

$$T_2 = 27^{\circ}\text{C} = (27+273)\text{K} = 300\text{K}$$

$$P_2 = 76\text{cm পারদ চাপ} = \frac{76}{76} \times (101.325 \times 10^3) \text{Nm}^{-2}$$

$$= 101.325 \times 10^3 \text{Nm}^{-2}$$

পাহাড়ের চূড়ায় ও পাদদেশে ঘনত্ব যথাক্রমে ρ_1 ও ρ_2 $\rho_1 :$

$$\rho_2 = ?$$

EXAMPLE-06: একটি সুষম প্রস্ফেদের U আকৃতির দুই বাহুবিশিষ্ট নলের ভিতর পারদ রাখা আছে। ক্ষুদ্র বাহু শেষ প্রান্ত বন্ধ থাকায় গ্যাস আবদ্ধ আছে। চিত্রানুযায়ী পারদ লেভেলের পার্থক্য 20cm । গ্যাসের আয়তন সংকুচিত করে অর্ধেক করা হলে U টিউবের দুই প্রান্তে পারদ স্তরের উচ্চতা কিরূপ হবে? (বায়ুমন্ডলে পারদের চাপ 76 (cm Hg))

$$P = 20 \text{ cm Hg} + 76 \text{ cm Hg} = 96 \text{ cm Hg} ; \text{ আদি আয়তন } V_1 \text{ হলে, পরিবর্তিত আয়তন, } V_2 = \frac{V_1}{2}$$

পারদ স্তরের উচ্চতা = ?

$$\text{SOLVE : } P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ বা, } P_2 = P_1 \times \frac{V_1}{V_2} = 96 \times \frac{V_1}{\frac{V_1}{2}} = 192 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{ পারদ স্তরের নতুন উচ্চতা} = P_2 - \text{বায়ুমন্ডলীয় চাপ,} = (192-76)\text{cm} = 116\text{cm} \quad (\text{Ans:})$$

EXAMPLE-07: বায়ুমন্ডলীয় চাপে বাব্ব A তে O₂ এবং 1.5 বায়ুমন্ডলীয় চাপে B তে CO₂ গ্যাস আছে। হঠাৎ ট্যাপটি বন্ধ হলে A বাব্ব ও B বাব্ব এর আয়তন যথাক্রমে 20 লিটার ও 30 লিটার হয়। ট্যাপটি খুলে দিয়ে স্থির তাপমাত্রায় উভয় গ্যাসের মিশ্রণ ঘটালে গ্যাসের চূড়ান্ত চাপ কত হবে?

SOLVE : $PV = P_1V_1 + P_2V_2 \therefore P = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V}$

$$= \frac{1 \times 20 + 1.5 \times 30}{50} = 1.3 \text{ atm (Ans :)}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm ; } V_1 = 20 \text{ L}$$

$$P_2 = 1.5 \text{ atm ; } V_2 = 30 \text{ L}$$

$$V = 20 + 30 = 50 \text{ L ; } P = ?$$

Type -03: হৃদের গভীরতা, $P_1V_1 = P_2V_2$

EXAMPLE-01: কোনো হৃদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বাতাসের বুদবুদের ব্যাসার্ধ তিনগুন হয়ে যায়।

ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতা 75cm হলে হৃদের গভীরতা কত? (পারদের ঘনত্ব 13596 kgm⁻³)

SOLVE : যেহেতু, বুদবুদের আয়তন এর ব্যাসার্ধের ঘনফলের সমানুপাতিক। তাই বুদবুদের ব্যাসার্ধ তিনগুন হলে এর আয়তন, $3^3 = 27$ গুন হবে।

$$\text{আমরা জানি, } P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (P_2 + P)V_1 = P_2 \times 27V_1$$

$$\Rightarrow P_2 + P = 27P \Rightarrow h\rho g = 26 P_2$$

$$h = \frac{26 \times 0.75 \times 13596 \times 9.8}{1000 \times 9.8} = 265.122 \text{ m (Ans)}$$

$$\text{হৃদের গভীরতা} = h \text{ মিটার}$$

$$\text{তলদেশে বুদবুদের আয়তন} = V_1$$

$$\text{উপরিতলে বুদবুদের আয়তন} = V_2 = 27 V_1$$

$$P = 75 \text{ cm} = 0.75 \times 13596 \times 9.8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$h \text{ মিটার গভীরে পানির চাপ, } P_1 = h\rho g$$

$$\text{তলদেশে চাপ,}$$

$$P_1 = \text{পানির চাপ} + \text{বায়ুমন্ডলীয় চাপ} = P_1 + P$$

$$\text{উপরিতলে চাপ, } P_2 = \text{বায়ুমন্ডলীয় চাপ } P ; h = ?$$

EXAMPLE-02: একটি হৃদের তলদেশ হতে একটি বায়ুর বুদবুদ হৃদের উপরিতলে আসার ফলে এর ব্যাস $\sqrt[3]{2}$ গুন বেড়ে যায়।

হৃদের গভীরতা কত ?

$$\text{সমাধান : } P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1 \times \frac{4}{3}\pi R^3 = (P_1 + h\rho g) \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow P_1 \times \left(\frac{R}{r}\right)^3 = P_1 + h\rho g$$

$$\Rightarrow 2P_1 = P_1 + h\rho g \Rightarrow h = \frac{P_1}{\rho g} = \frac{1.013 \times 10^5}{10^3 \times 9.8} = 10.34 \text{ m}$$

Practice:

০১. কোন হ্রাসের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুন হয়। হ্রাসের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ স্বাভাবিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান এবং হ্রদের পানির উষ্ণতা ধ্রুবক হলে হ্রদের গভীরতা কত? Ans : 10.20 m

০২. $1.4 \times 10^{-5} \text{m}^{-5}$ আয়তন বিশিষ্ট একটি বুদবুদ 34m গভীর একটি হ্রদের তলদেশ হতে হ্রদের উপরিতলে উঠে এল। হ্রদের তলদেশের তাপমাত্রা 280k এবং হ্রদের উপর তলের তাপমাত্রা ও চাপ যথাক্রমে 300k এবং 750mm পারদ। হ্রদের উপরিতলে বুদবুদের আয়তন কত হবে? (পারদের ঘনত্ব $1.36 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$)
[উত্তর : $6.5 \times 10^{-5} \text{m}^3$]

Type -04: $\Delta V = \gamma_P V_0 \Delta t$; $\Delta P = \gamma_V P_0 \Delta t$

EXAMPLE-01: স্থির চাপে $4 \times 10^{-3} \text{m}^3$ আয়তনের গ্যাসকে 0°C হতে 68.25°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করায় আয়তন

$1 \times 10^{-3} \text{m}^3$ বৃদ্ধি পেলে পরমশূণ্য তাপমাত্রার মান বের কর।

সমাধান : $\Delta V = \gamma_P V_0 \Delta t \Rightarrow 1 \times 10^{-3} = \gamma_P \times 4 \times 10^{-3} \times 68.25 \therefore \gamma_P = 0.00366 / ^\circ\text{C}$

$$V_t = V_0(1 + \gamma_P t) \Rightarrow 0 = V_0 + V_0 \gamma_P t \Rightarrow t = -\frac{1}{0.00366} = -273^\circ\text{C}$$

Practice:

০১. স্থির আয়তনে $4 \times 10^5 \text{Pa}$ চাপে গ্যাসকে 0°C হতে 68.25°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করায় চাপ $1 \times 10^5 \text{Pa}$ বৃদ্ধি পেলে পরমশূণ্য তাপমাত্রার মান বের কর। Ans: -273°C

Type -05: বেগ নির্ণয়

$$\bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} ; \bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} , \bar{E} = \frac{E}{N_A} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} KT = \frac{1}{2} m \bar{C}^2 , E = \frac{3}{2} nRT$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} , f \text{ স্বাধীনতায় মাত্রাসম্পন্ন কোন অনুর মোট জড়শক্তি} = \frac{f}{2} KT$$

EXAMPLE-01: একটি অক্সিজেন অনুর ভর $5.3 \times 10^{-26} \text{kg}$ হলে 100°C উষ্ণতায় ঐ অনুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।

$$\text{SOLVE : } RT = \frac{1}{3} m N c^2 \Rightarrow c^2 = \frac{3RT}{mN} =$$

$$\frac{3 \times 8.31 \text{Jk}^{-1} \text{mol}^{-1} \times 373 \text{k}}{5.3 \times 10^{-26} \text{kg} \times 6.023 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}} C = 539.72 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans)}$$

$$m = 5.3 \times 10^{-26} \text{kg}$$

$$T = 100^\circ\text{C} = 100 + 273 = 373 \text{K}$$

$$N = 6.023 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} ; c = ?$$

EXAMPLE-02: স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে N_2 -এর অনুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল ও গড়বেগ কত বের কর।

সমাধান : গড় বর্গবেগের বর্গমূল , $\bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{28 \times 10^{-3}}} = 493.14 \text{ ms}^{-1}$

গড়বেগ , $\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8 \times 8.314 \times 273}{\pi \times 28 \times 10^{-3}}} = 454.34 \text{ ms}^{-1}$

EXAMPLE-03: 27° তাপমাত্রায় 14g N_2 গ্যাসের (i) মোট গতিশক্তি ও প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি কত ?

(ii) স্বাধীনতার মাত্রা পিছু প্রতিটি অণুর গড়শক্তি কত ?

সমাধান : মোট গতিশক্তি , $E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{m}{M} \times R \times T = \frac{3}{2} \times \frac{14}{28} \times 8.314 \times (27 + 273) = 1.87 \text{ J}$

প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি , $\bar{E} = \frac{E}{nN_A} = \frac{1.87}{\frac{14}{28} \times 6.023 \times 10^{23}} = 6.21 \times 10^{-24} \text{ J}$

(ii) স্বাধীনতার মাত্রা পিছু প্রতিটি অণুর গড়শক্তি , $\bar{E} = \frac{f}{2} KT = \frac{5}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 = 1.035 \times 10^{-20} \text{ J}$

EXAMPLE-04: STP তে একটি গ্যাসের ঘনত্ব 1.25 gL^{-1} । 100°C তাপমাত্রায় গ্যাসটির rms বেগ কত ? 27°C তাপমাত্রায় 700 mm Hg. চাপে গ্যাসটির rms বেগ কত তাপমাত্রায় CO_2 এর rms বেগের সমান হবে?

সমাধান : $\bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 373}{1.25 \times 22.4 \times 10^{-3}}} = 476.42 \text{ ms}^{-1}$

$\frac{T_1}{M_1} = \frac{T_2}{M_2} \Rightarrow T_2 = \frac{44}{1.25 \times 22.4} \times 300 = \frac{44}{28} \times 300 = 471.43 \text{ K} = 198.43^\circ \text{C}$

EXAMPLE-05: একটি পাত্রে 27°C তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস আছে। হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি এবং মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। হিলিয়াম অণুর ভর $6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

সমাধান : $\bar{E} = \frac{E}{N_A} = \frac{3}{2} KT = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 = 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$

$\bar{C}_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{6.68 \times 10^{-27}}} = 1.36 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$

EXAMPLE-06: 1Litre আয়তনের একটি পাত্রে 10^{25} সংখ্যক অক্সিজেন অণু আছে। যদি অক্সিজেন অণুর ভর $2.7 \times 10^{-25} \text{ g}$ হয় এবং মূল গড় বর্গবেগ $4 \times 10^4 \text{ cms}^{-1}$ হয় তবে উক্ত গ্যাসের চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান : $\frac{1}{2} mN\bar{C}^2 = \frac{3}{2} PV \Rightarrow P = \frac{1}{3} \times 2.7 \times 10^{-28} \times 10^{25} \times (4 \times 10^4 \times 10^{-2})^2 \div 10^{-3}$
 $= 1.44 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

EXAMPLE-07: একটি গ্যাসজারে 373 K তাপমাত্রায় অক্সিজেন গ্যাস আছে। অক্সিজেনের একটি অণুর ভর $5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$ । এর মূল গড় বর্গবেগ কত? গ্যাস ধ্রুবক $K = 1.338 \times 10^{-20} \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ।

$$\text{SOLVE : } PV = KT \Rightarrow \frac{1}{3} mNc^2 = KT \therefore c = \sqrt{\frac{3KT}{mN}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 1.338 \times 10^{-20} \times 373}{5.3 \times 10^{-26} \times 1}} = 16.8 \times 10^3 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans)}$$

$$T = 373 \text{ K}$$

$$N = 1$$

$$M = 5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$K = 1.338 \times 10^{-20} \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} ; C = ?$$

EXAMPLE-08: কোন তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগ সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের দ্বিগুন হবে?

$$\text{SOLVE : } c_2 = 2c_1$$

$$c_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}} \text{-----(1)}$$

$$c_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M}} \text{-----(2)}$$

$$(2) \text{ কে } (1) \text{ দ্বারা ভাগ করে পাই, } \frac{c_2}{c_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad \text{বা, } 2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\therefore T_2 = 4 \times T_1 = (4 \times 273) \text{ K} = 1092 \text{ K} \text{ (Ans)}$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

প্রাথমিক ও শেষ মূল গড় বর্গবেগ C_1 ও C_2

EXAMPLE-09: 500 cc আয়তনের একটি ফ্লাস্কে 5.5×10^{24} টি হাইড্রোজেনের অণু আছে। একটি অণুর ভর $3.32 \times 10^{-24} \text{ g}$ এবং তাদের গড় বর্গ বেগের বর্গমূল 300 ms^{-1} । গ্যাসটি ফ্লাস্কে কত চাপ প্রয়োগ করবে ?

$$\text{SOLVE : } V = 500 \text{ cc} = 500 \text{ cm}^3 = 500 \times 10^{-6} \text{ m}^3 ; n = 5.5 \times 10^{24} ; \text{ অণুর ভর} = 3.32 \times 10^{-24} \text{ gm}$$

$$= 3.32 \times 10^{-27} \text{ kg} \therefore n \text{ সংখ্যক অণুর ভর, } m = (5.5 \times 10^{24}) \times (3.32 \times 10^{-27}) \text{ kg} = 0.01826 \text{ kg}$$

গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $C = 300 \text{ ms}^{-1}$; প্রযুক্ত চাপ, $p = ?$

$$c = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \text{----- (1)}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.01826 \text{ kg}}{500 \times 10^{-6} \text{ m}^3} ; \rho = 36.52 \text{ kgm}^{-3}$$

$$(1) \text{ নং সমীকরণ থেকে পাই, } P = \frac{\delta c^2}{3} = \frac{36.52 \text{ kgm}^{-3} \times (300 \text{ m}^{-1})^2}{3} \quad P = 1095600 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$$

$$\therefore P = 10.96 \times 10^5 \text{ Pa (Nm}^{-2}) \text{ (Ans)}$$

Practice:

০১. স্থির উষ্ণতায় কত চাপ প্রয়োগ করলে একটি গ্যাসের আয়তন এর স্বাভাবিক চাপের আয়তনের 4 গুন হবে ? $2.53 \times 10^4 Pa$

০২. স্থির তাপমাত্রায় 0.76 m (পারদ) চাপে $50 \times 10^{-6} m^3$ হাইড্রোজেন গ্যাস রাখা আছে। চাপ বৃদ্ধির ফলে গ্যাসের আয়তন যদি $38 \times 10^{-6} m^3$ হয় তবে চাপ বৃদ্ধির পরিমাণ কত ? 0.24mHg

০৩. একটি পাম্পের সাহায্যে 6 লিটার আয়তনের একটি ট্যাঙ্কে 70 লিটার বাতাস ঢুকানো হল। এই প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রার কোন পরিবর্তন হয় না। সমুদয় বাতাসের আদি চাপ যদি 1atm হয় তবে ট্যাঙ্কের মধ্যে বাতাসের চূড়ান্ত চাপ কত ? $13.08 \times 10^5 Pa$

০৪. $27^\circ C$ তাপমাত্রার একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন দ্বিগুণ করা হল। গ্যাসের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত ? $600K$

০৫. স্থির চাপে $4 \times 10^{-3} m^3$ আয়তনের কোন গ্যাসকে $0^\circ C$ হতে $68.25^\circ C$ পর্যন্ত উত্তপ্ত করার ফলে এর আয়তন $1 \times 10^{-3} m^3$ বৃদ্ধি পেলে পরমশূন্য তাপমাত্রার মান কত ? $-273^\circ C$

০৬. 0.64m পারদ স্তম্ভ চাপে এবং $39^\circ C$ তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} m^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত ? $4.2 \times 10^{-4} m^3$

০৭. স্বাভাবিক তাপমাত্রায় ও চাপে (STP) এক মোল গ্যাসের আয়তন কত ? 22.4L

০৮. একটি বেলুনকে $25^\circ C$ তাপমাত্রায় এবং 75cm (পারদ) চাপে $1000 cm^3$ হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ করা হল। এখন $10^\circ C$ তাপমাত্রায় এবং 75cm (পারদ) চাপে বেলুনটিকে উড়িয়ে দেওয়া হল। বেলুনের আয়তন কতটা বৃদ্ধি পাবে ? $8.5 \times 10^{-3} m^3$

০৯. একটি সিলিভারে রক্ষিত অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন $10^4 cm^3$ তাপমাত্রা 300K এবং চাপ $2.5 \times 10^5 Nm^{-2}$ তাপমাত্রা স্থির রেখে কিছু অক্সিজেন বের করে নেয়ার পর চাপ কমে $1.3 \times 10^5 Nm^{-2}$ হয়। ব্যবহৃত অক্সিজেনের ভর কত ? 15gm

১০. $27^\circ C$ তাপমাত্রায় এবং 40 atm চাপে একটি আদর্শ গ্যাসকে প্রসারিত হতে দেয়ায় এর নতুন আয়তন পূর্বের আয়তনের 13 গুন নতুন চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান হল। গ্যাসটির নতুন তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে কত ? $-175.5^\circ C$

১১. $0^\circ C$ তাপমাত্রায় বা স্বাভাবিক তাপমাত্রায় ও চাপে অক্সিজেনের অণুর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। (খ) $27^\circ C$ তাপমাত্রায় এর মান কী হবে ? অক্সিজেনের ঘনত্ব = $1.43 kg m^{-3}$. Ans: $461.18 ms^{-1}$, $483.28 ms^{-1}$

১২. আমরা শ্বাস প্রশ্বাসে 1.0 লিটার বায়ু সেবন করলে (i) মোট কতগুলো অণু সেবন করে থাকি ? (ii) সাধারণ তাপমাত্রায় ($27^\circ C$) ঐ অণুগুলোর গড় গতি শক্তি কত ছিল ? Ans: 2.7×10^{22} , $6.12 \times 10^{-21} J$,

১৩. $20^\circ C$ বাতাসের অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গ বেগ কত ? অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 এবং নাইট্রোজেনের আণবিক ভর 28। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ভর $1.67 \times 10^{-27} kg$. Hints: $\bar{c}_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = 480 ms^{-1} \rightarrow$ অক্সিজেন

অক্সিজেনের অণুর ভর $m = M \times m_{Hydrogen} = 32 \times 1.67 \times 10^{-27} \text{kg} = 5.37 \times 10^{-28} \text{kg}$

১৪. যদি আদর্শ চাপ ও তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব $0.09 \text{kgm}^{-3} (= 9 \times 10^{-5} \text{gm cm}^{-3})$ হয় তবে আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেনের অণুর মূল গড় বর্গবেগ কত? 1837.6ms^{-1}

১৫. 27°C তাপমাত্রায় এক কিলোগ্রাম ভর অক্সিজেন অণুর মোট গতি শক্তি নির্ণয় কর। $3741 \times 10^3 \text{J}$

১৬. 27°C তাপমাত্রায় প্রতি গ্রাম অণু হিলিয়াম গ্যাসের গতি শক্তি নির্ণয় কর। 3741J

Type -06: গড় মুক্তপথ, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$

EXAMPLE-01: অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা $6.06 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$ এবং হাইড্রোজেনের অণুর গড় মুক্তপথ স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় $2 \times 10^{-7} \text{m}$ । হাইড্রোজেন অণুর কার্যকর ব্যাস নির্ণয় করো।

SOLVE : ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্র,

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2} \Rightarrow \sigma^2 = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi} \therefore \sigma = \sqrt{\frac{1}{\sqrt{2}n\pi\lambda}}$$
$$= \sqrt{\frac{1}{\sqrt{2} \times 2.7 \times 10^{19} \times 3.14 \times 2 \times 10^{-7}}} = 2.042 \times 10^{-7} \text{cm (Ans)}$$

1 mol গ্যাসের আয়তন = 22400

অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা = $6.06 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$

\therefore 1cc গ্যাসে অণুর সংখ্যা = $\frac{6.06 \times 10^{26}}{22400}$

$= 2.7 \times 10^{22} \text{ kmol}^{-1} = 2.7 \times 10^{19} \text{ mol}^{-1}$

$N = 2.7 \times 10^{19}$; $\lambda = 2 \times 10^{-7} \text{m}$; $\sigma = ?$

EXAMPLE-02: 0°C তাপমাত্রায় ও এক বায়ুমন্ডলীয় চাপে বাতাসের অণুগুলোর গড় মুক্ত পথের মান বের কর।

বাতাসের প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা $= 3 \times 10^{19}$, প্রতিটি অণুর ব্যাস $= 2 \times 10^{-8} \text{cm}$

সমাধান : ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্র,

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 3 \times 10^{19} \times \pi \times (2 \times 10^{-8})^2} = 1.88 \times 10^{-5} \text{cm}$$

ইহা আণবিক ব্যাসের প্রায় এক হাজার গুন।

EXAMPLE-03: কোনো গ্যাস অণুর ব্যাসার্ধ $1.2 \times 10^{-10} \text{m}$ এবং গড় মুক্তপথ $2.6 \times 10^{-8} \text{m}$ । উক্ত গ্যাসের এক ঘনমিটার আয়তনে অনুর সংখ্যা নির্ণয় কর। যদি অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ 800ms^{-1} হয়। তবে পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যকার সময়ের ব্যবধান নির্ণয় কর।

SOLVE : ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্র,

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\sigma^2} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\lambda\sigma^2} = \frac{1}{\sqrt{2} \times \pi \times 2.6 \times 10^{-8} \times (2 \times 1.2 \times 10^{-10})^2} = 1.5 \times 10^{26} \text{m}^{-3} \text{ পরপর দুটি}$$

$$\text{সংঘর্ষের মধ্যবর্তী ব্যবধান} = \frac{\lambda}{C_{\text{rms}}} = \frac{2.6 \times 10^{-8} \text{m}}{800 \text{ms}^{-1}} = 3.25 \times 10^{-11} \text{s} \quad (\text{Ans:})$$

Type-07: আপেক্ষিক আর্দ্রতা, শিশিরাংক, গ্লেইসারের সূত্র

$$R = \frac{f}{F} \times 100\%, \text{ শিশিরাংক, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

EXAMPLE-01: তাপমাত্রা 20°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 40% হলে প্রতি ঘনমিটার বায়ুতে কী পরিমাণে জলীয় বাষ্প থাকে? [20°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব 17.30gm^{-3}]

$$\text{SOLVE : } R = \frac{\text{জলীয় বাষ্পের ভর (নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়)}}{\text{জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব (নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়)}} \Rightarrow R = \frac{m}{\delta}$$

$$\Rightarrow \frac{40}{100} = \frac{m}{17.30} \Rightarrow 100 \times m = 40 \times 17.30 = \frac{40 \times 17.3}{100}$$

$$= 6.92 \text{ g}$$

$$R = 40\% = \frac{40}{100}; \rho = 17.30 \text{gm}^{-3}$$

প্রতি ঘনমিটারে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ $m = ?$

Note : Prove that, $p \propto m \propto p$ [যেখানে k হল সমানুপাতিক ধ্রুবক]

EXAMPLE-02: কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 30°C , চাপ 0.756m পারদ এবং আর্দ্রতা 60%। ঐ দিনের জলীয় বাষ্পের ও শুষ্ক বায়ুর চাপ নির্ণয় কর। (30°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 0.0316m পারদ)

$$\text{SOLVE : } R = \frac{f}{F} \times 100\% \Rightarrow \frac{60}{100} = \frac{f}{0.0316 \text{m}} \Rightarrow f = 0.01896 \text{m}$$

(Ans:)

$$\text{শুষ্ক বায়ুর চাপ} = P - f = 0.756 \text{m} - 0.01896 \text{m}$$

$$= 0.073704 \text{m পারদ} \quad (\text{Ans:})$$

$$T_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$P = 0.756 \text{m (পারদ স্তম্ভের উচ্চতা)}; R = 60\%$$

$$30^\circ\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}$$

$$F = 0.0316 \text{m(hg)}; \text{জলীয় বাষ্পের চাপ, } f = ?$$

$$\text{শুষ্ক বায়ুর চাপ} = ?$$

EXAMPLE-03: কোন একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 26°C এবং শিশিরাংক 20.4°C এই দিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 20°C , 22°C , এবং 26°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, 17.54, 19.83 এবং 25.21 mmHg

সমাধান : $22-20 = 2^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের বৃদ্ধি 2.29 mmHg

0.4°C তাপমাত্রায় বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের বৃদ্ধি 0.0458 mmHg

20.4°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = $17.54 + 0.0458 = 17.59$ mmHg

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{17.59}{25.21} \times 100\% = 69.8\%$

EXAMPLE-04: কোন একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 30°C , এই দিনে শুষ্ক ও সিক্তবাল্বের তাপমাত্রা ও 30°C এবং 28°C পেলে। এই দিনে এই স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত ?

30°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.65 এবং 26°C , 28°C ও 30°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে

25.25×10^{-3} m, 28.45×10^{-3} m, এবং 31.85×10^{-3} m Hg.

সমাধান : শিশিরাংক $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 30 - 1.65 \times (30 - 28) = 26.7^{\circ}\text{C}$

$30 - 28 = 2^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = $31.85 - 28.45 = 3.4$ mmHg

0.7°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপের বৃদ্ধি = 1.19 mmHg

26.7°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = $25.25 + 1.19 = 26.44$ mmHg

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{26.44}{31.85} \times 100\% = 83\%$

EXAMPLE-05: কোনো স্থানে বাতাসের তাপমাত্রা 25°C এবং শিশিরাঙ্ক 16°C । 16°C , 24°C এবং 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $16.3 \times 10^{-3}\text{m}$, $22.3 \times 10^{-3}\text{m}$ এবং $25.1 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ হলে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত ?

SOLVE : $R = \frac{f}{F} \times 100\%$, 24°C থেকে 26°C , অর্থাৎ 2°C তাপমাত্রার পার্থক্যে

সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের পার্থক্য $= (25.1 - 22.3) \times 10^{-3}\text{m} = 2.8 \times 10^{-3}\text{m}$

$\therefore 1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রার পার্থক্যে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের পার্থক্য

$$= \frac{2.8 \times 10^{-3}\text{m}}{2} = 1.4 \times 10^{-3}\text{m} \therefore 25^{\circ}\text{C} \text{ তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}$$

$$F = (22.3 \times 10^{-3} + 1.4 \times 10^{-3})\text{m} = 23.7 \times 10^{-3}\text{m} \quad R = \frac{13.6 \times 10^{-3}\text{m}}{23.7 \times 10^{-3}\text{m}} \times 100\% = 57.38\%$$

$$f = 13.6 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$R = ?$$

EXAMPLE-06: শুষ্ক এবং আর্দ্র বাতাসের তাপমাত্রা 20°C এবং 12°C হলে শিশিরাঙ্ক এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। (20°C এ গ্লোইসারের উৎপাদক 1.79 এবং 20°C ও 5.68°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের সর্বোচ্চ চাপ যথাক্রমে 17.6 mm পারদ এবং 6.856 mm পারদ)

SOLVE : $t = t_1 - G(t_1 - t_2) = 20 - 1.79(20 - 12) = 5.68^{\circ}\text{C}$ (Ans:)

শিশিরাঙ্ক 5.68°C এ বাষ্পচাপ, $f = 6.856 \text{ mm}$ পারদ

বায়ুর তাপমাত্রা 20°C এ বাষ্পচাপ, $F = 17.6 \text{ mm}$ পারদ

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{6.856}{17.6} \times 100\% = 38.955\% \text{ (Ans:)}$$

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C} ; t_2 = 12^{\circ}\text{C} ; G = 1.79$$

20°C এ জলীয় বাষ্পচাপ $= 17.6 \text{ mm}$ পারদ

5.68°C এ জলীয় বাষ্পচাপ $= 6.856 \text{ mm}$ পারদ

$$t = ? ; R = ?$$

EXAMPLE-07: একটি ঘরের তাপমাত্রা 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50 % । ঐ সময়ে বাইরের তাপমাত্রা 10°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75% । যদি ঘরের একটি বাইরের জানালা খুলে দেয়া হয় তবে বায়ু কোন দিকে চলাচল করবে ? বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে ? এবং বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের কত অংশ দ্বারা বায়ু সম্পৃক্ত হবে ? [30°C ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ 33.6 mmHg ও 9.8 mmHg]

সমাধান : 30°C তাপমাত্রায় বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের চাপ = $.5 \times 33.6 = 16.8 \text{ mmHg}$.

10°C তাপমাত্রায় বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের চাপ = $.75 \times 9.8 = 7.35 \text{ mmHg}$.

জলীয় বাষ্প জানালা দিয়ে বাইর যাবে । ঘনীভূত জলীয় বাষ্প = $\frac{16.8 - 7.35}{16.8} = \frac{9}{16}$ অংশ

সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প = $\frac{7}{16}$ অংশ

EXAMPLE-08: একটি শীততাপ নিয়ন্ত্রক যন্ত্র 30° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 90% আপেক্ষিক আর্দ্রতাবিশিষ্ট বায়ুকে ঠাণ্ডা করে তাপমাত্রা 20° সেলসিয়াস করে । এতে আপেক্ষিক আর্দ্রতাহ্রাস পেয়ে 50% হল । ঐ যন্ত্র 1 ঘনমিটার বায়ু হতে কত গ্রাম জলীয় বাষ্প বের করে দিল? বায়ুর আয়তনের পরিবর্তন উপেক্ষণীয় । 30° সেলসিয়াস এবং 20° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পের ঘনত্ব যথাক্রমে 30 গ্রাম/ঘন মিটার এবং 17 গ্রাম/ ঘন মিটার ।

সমাধান : আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা

$$R = \frac{t^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{t^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$\therefore 90\% = \frac{30^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা } R = 90\%}{30^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}} \times 30^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$\text{বা, } \frac{90}{100} = \frac{30^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{30}$$

$$\therefore 30^{\circ} \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর} = \frac{90}{100} \times 30 = 27 \text{ গ্রাম}$$

অনুরূপভাবে

20° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর
50% : $\frac{20^\circ \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{20^\circ \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$

$$\text{বা, } \frac{50}{100} = \frac{20^\circ \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{17}$$

$$\text{বা, } 20^\circ \text{ সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 1 ঘনমিটার আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর} = \frac{50 \times 17}{100} = 8.5 \text{ গ্রাম}$$

∴ প্রতি ঘন মিটার বায়ু থেকে নিষ্কাশিত জলীয় বাষ্পের ভর = (27-8.5) = 18.5 গ্রাম।

উত্তর : নিষ্কাশিত জলীয় বাষ্পের ভর 18.5 গ্রাম।

EXAMPLE-09: 26° C তাপমাত্রায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50 % বিশিষ্ট 5 ঘনমিটার বায়ু 14° C তাপমাত্রায় কত অতিরিক্ত জলীয় বাষ্প শোষণ করলে এর আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70 % হবে? [26° C ও 14° C তাপমাত্রায় প্রতি ঘনমিটার বায়ুর সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর যথাক্রমে $1.35 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ও $1.23 \times 10^{-3} \text{ kg}$].

$$\text{সমাধান : } m = 5 (0.7 \times 1.23 \times 10^{-3} - 0.5 \times 1.35 \times 10^{-3}) = 9.3 \times 10^{-4} \text{ kg},$$

$$P \propto m, P = Km, \frac{m}{V} = \rho \text{ একক আয়তনে } (m = \rho), \frac{P_1}{P_2} = \frac{Km_1}{Km_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$R = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times 100\%.$$

EXAMPLE-10: 5°C উষ্ণতা ও 20% আপেক্ষিক আর্দ্রতা বিশিষ্ট বায়ুকে একটি শীতাতপ নিয়ন্ত্রিত যন্ত্রের মধ্যে টেনে এনে একে 20°C উষ্ণতা এবং 50% আপেক্ষিক আর্দ্রতায় উন্নীত করা হলো। এরূপ করতে 5°C উষ্ণতা বিশিষ্ট 1m³ বাতাসে কত গ্রাম পানিকে বাষ্পীভূত করতে হবে? [5°C উষ্ণতায় সম্পৃক্ত বাষ্পের ঘনত্ব = 6.8 g/m³, 20°C উষ্ণতায় = 17.39 g/m³ এবং বায়ুর চাপ 76 cm পারদ]

SOLVE : প্রাথমিক আর্দ্রতা 20% ; $20 = \frac{5^\circ \text{C উষ্ণতায় } 1\text{m}^3 \text{ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{\text{ঐ উষ্ণতায় সম্পৃক্ত বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}$

$$\text{বা, } 5^\circ \text{C উষ্ণতায় } 1\text{m}^3 \text{ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর} = 0.2 \times 6.8\text{g} = 1.36\text{g}$$

$$\text{আবার, } 50 = \frac{20^\circ \text{C উষ্ণতায় } 1\text{m}^3 \text{ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{\text{ঐ উষ্ণতায় সম্পৃক্ত বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$\text{সুতরাং, } 20^\circ \text{C উষ্ণতায় } 1\text{m}^3 \text{ বায়ুতে উপস্থিত বাষ্পের ভর} = 0.5 \times 17.39\text{g} = 8.695\text{g}$$

$$\therefore \text{ বাষ্পীভূত করতে হবে} = 8.695\text{g} - 1.36\text{g} = 7.335\text{g} \quad (\text{Ans :})$$

$$R_1 = 20\%$$

$$R_2 = 50\%$$

$$\rho_1 = 6.8 \text{ g/m}^3$$

$$\rho_2 = 17.39 \text{ g/m}^3$$

কত পানি বাষ্পীভূত হবে ?

EXAMPLE-11: কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। যদি ঐ স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুস্থিত জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? [12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $10.5 \times 10^{-3}\text{m}$ এবং $19.8 \times 10^{-3}\text{m}$].

$$\begin{aligned} \text{SOLVE : } R = 60\% &= \frac{60}{100} = \frac{22^{\circ}\text{C এ বায়ুসহ জলীয় বাষ্পের ভর}}{22^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}} \\ &= \frac{22^{\circ}\text{C এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}{12^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাষ্পের ভর}} \times \frac{12^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় বাষ্পের ভর}}{22^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}} \\ &= \frac{22^{\circ}\text{C এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}{12^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}} \times \frac{12^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}}{22^{\circ}\text{C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ভর}} \\ &= \frac{22^{\circ}\text{C এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর}}{12^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}} \times \frac{10.5 \times 10^{-3}\text{m}}{19.8 \times 10^{-3}\text{m}} \end{aligned}$$

ধরি, 22°C এ বায়ুতে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের ভর m kg.

$$\therefore 12^{\circ}\text{C এ বায়ুকে সম্পৃক্ত রাখতে প্রয়োজনীয় বাষ্পের ভর} = \frac{10.5 \times m}{0.6 \times 19.8} = 0.884m$$

\therefore ঘনীভূত হবে, $m - 0.884m = 0.116m$ \therefore মোট বাষ্পের 0.116m অংশ ঘনীভূত হবে। (Ans)

EXAMPLE-12: কোন স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 95°F ও শিশিরাঙ্ক 77.90°F । 25°C , 26°C ও 35°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $23.69 \times 10^{-3}\text{m}$, $25.17 \times 10^{-3}\text{m}$ ও $45.9 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ। বায়ুর আঃ আর্দ্রতা কত ?

$$\text{SOLVE : } \frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \therefore 95^{\circ}\text{F এর ক্ষেত্রে, } \frac{C}{5} = \frac{95-32}{9} \therefore C = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore 77.9^{\circ}\text{F এর ক্ষেত্রে, } \frac{C}{5} = \frac{77.9-32}{9} \text{ বা, } C = 25.5^{\circ}\text{C} \text{ সুতরাং, বায়ুর তাপমাত্রা } 35^{\circ}\text{C ও শিশিরাঙ্ক } 25.5^{\circ}\text{C}$$

আমরা পাই, বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 45.9 \times 10^{-3}\text{m (Hg)}$

$$\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, } f = \left(\frac{25.17 + 23.69}{2} \right) \times 10^{-3}\text{m (Hg)} = 24.43 \times 10^{-3}\text{m (Hg)}$$

বের করতে হবে বায়ুর আঃ আর্দ্রতা, $R = ?$

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{24.43 \times 10^{-3}}{45.9 \times 10^{-3}} \times 100\% = 53.22\% \text{ (Ans)}$$

EXAMPLE-13: একটি শুষ্ক ও আর্দ্র বায়ু থার্মোমিটারে। শুষ্ক ও আর্দ্র বায়ুর তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C এবং 19°C ।
বায়ুর শিশিরাক্ষ ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [25°C তাপমাত্রায় G এর মান 1.65, 15°C , 16°C ও 25°C তাপমাত্রায়
সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে $12.77 \times 10^{-3}\text{m}$, $13.71 \times 10^{-3}\text{m}$ ও $23.7 \times 10^{-3}\text{m}$]

SOLVE : $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$; $t_2 = 19^{\circ}\text{C}$; 25°C তাপমাত্রায় $G = 1.65$

15°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = $12.77 \times 10^{-3}\text{m}$

16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = $13.71 \times 10^{-3}\text{m}$

25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ = $23.7 \times 10^{-3}\text{m}$

$R = ?$; $t = t_1 - G(t_1 - t_2) = 25 - 1.65(25 - 19) = 25 - 9.9$; $t = 15.1^{\circ}\text{C}$ (Ans:)

15°C থেকে 16°C অর্থাৎ, 1°C তাপমাত্রায় চাপের পরিবর্তন = $(13.71 - 12.77) \times 10^{-3}\text{m} = 0.94 \times 10^{-3}\text{m}$

$\therefore 0.1^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় চাপের পরিবর্তন = $(0.94 \times 10^{-3} \times 0.1)\text{m} = 0.094 \times 10^{-3}\text{m}$

\therefore শিশিরাক্ষে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = (12.77 + 0.094) \times 10^{-3}\text{m} = 12.864 \times 10^{-3}\text{m}$

\therefore বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 23.7 \times 10^{-3}\text{m}$; $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{12.864 \times 10^{-3}}{23.7 \times 10^{-3}} \times 100\%$

$\therefore R = 54.28\%$ (Ans:)

EXAMPLE-14: আগারগাঁও আবহাওয়া অফিসে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপ বিভাগের একটি তালিকায় নিম্নবর্ণিত
কয়েকটি তথ্য লক্ষ্য করো। ঐ দিনের শিশিরাক্ষ 7.6°C ও বায়ুর তাপমাত্রা 16°C হলে-

SOLVE : তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$	জলীয় বাষ্পচাপ m পারদ
7°C	$7.5 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ
8°C	$8 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ
16°C	$13.5 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ

আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত হয়েছিল নির্ণয় করো। শিশিরাক্ষ 7°C ; তাপমাত্রা 16°C

7°C , 8°C , 16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3}\text{m}$, $8 \times 10^{-3}\text{m}$, $13.5 \times 10^{-3}\text{m Hg}$; $R = ?$

$f = [7.5 + (8 - 7.5) \times 0.6] \times 10^{-3} = 7.8 \times 10^{-3}\text{mHg}$

$F = 13.5 \times 10^{-3}\text{mHg}$ [16°C বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ]

$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.8 \times 10^{-3}\text{m}}{13.5 \times 10^{-3}\text{m}} \times 100\% = 57.7\%$ (Ans:)

EXAMPLE-15: একটি AC নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বাইরে থেকে 30°C তাপমাত্রায় 90% আপেক্ষিক আর্দ্রতায় বায়ু ভেতরে টেনে 30°C তাপমাত্রায় শীতল করে। বায়ুর আঃ আর্দ্রতাহ্রাস পেয়ে 50% হয়। যন্ত্রটি 1m^3 বায়ু হতে কত পরিমাণ জলীয় বাষ্প বের করে দিবে? [30°C ও 20°C এ ঘনত্ব 30gm^3 এবং 17gm^3]

SOLVE : 30°C ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব,

$$\rho_1 = 30\text{gm}.\text{m}^{-3}; \quad \rho_2 = 17\text{gm}.\text{m}^{-3}$$

$V = 1\text{m}^3$ বায়ুতে 90% আর্দ্রতায় জলীয় বাষ্পের পরিমাণ,

$$m_2 = V \rho_2 R_2 = 1 \times 17 \times 0.5 = 8.5\text{gm}$$

$$\therefore \text{নিষ্কাশিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ, } m = m_1 - m_2 = (27 - 8.5)\text{gm} = 18.5\text{gm}$$

$$R_1 = 90\% ; R_2 = 50\%$$

$$V = 1\text{m}^3; m = ?$$

Practice:

০১. প্রাথমিক আর্দ্রতা 60% অপরিবর্তিত অবস্থায় যদি বায়ুর তাপমাত্রা 20°C থেকে হ্রাস পেয়ে 5°C হয় তবে বায়ুর উপস্থিত জলীয় বাষ্পের কত অংশ তরলীভূত হবে? (5°C ও 20°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 6.5 mm পারদ এবং 17.5 mm পারদ) [উত্তর :

0.381 অংশ তরলীভূত হবে।

০২. একটি নির্দিষ্ট সময়ে শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের দুটি থার্মোমিটারের তাপমাত্রায় যথাক্রমে 26°C ও 21°C ও সময়ের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [26°C ও 17.55°C তাপমাত্রা সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে $25.1 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ এবং $11 \times 10^{-3}\text{m}$ পারদ, 26°C তাপমাত্রা $G = 1.69$] **Ans : 43.82%**

০৩. নির্দিষ্ট কোন এক দিনের শিশিরাক্ষ 8.5° এবং বায়ুর তাপমাত্রা 18.4°C । আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। (8°C , 9°C , 18°C , 19°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ যথাক্রমে 8.04 , 8.61 , 15.46 , এবং 15.46 এবং 16.46 সেন্টিমিটার পারদ)

Ans : 52.49%

০৪. কোন একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 30°C , চাপ 0.756m পারদ এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% । ঐ দিনের জলীয় বাষ্পের ও শুষ্ক বায়ুর চাপ নির্ণয় কর। [30°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = 0.0316 m পারদ] **Ans : 0.01896mHg, 0.737mHg.**