

অধ্যায়  
০৯

## পরিবেশ রসায়ন

❖ HSC বোর্ড পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	গাণিতিক টাইপ	HSC বোর্ড পরীক্ষায় যে বছরে প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	CQ
☆☆☆	Type-01: আদর্শ গ্যাসের সূত্রসমূহ	DB'22, 21, 17; RB'22, 21, 17; Ctg.B'21, SB' 19; BB'22, 21; JB' 22, 21; CB' 22, 19; Din. B' 21; MB' 21; All B'18	DB' 21; RB' 21, 19; Ctg.B'22, 19; SB' 22; BB' 22; JB' 19; CB' 22; Din. B' 21; All B'18
☆☆☆	Type-02: আংশিক চাপ ও ব্যাপন সূত্র	RB' 21, 19, 17; Ctg. B' 21; SB' 21; JB' 21; CB' 19	DB' 22, 19; RB' 22; Ctg.B'22, 21, 17; SB' 22, 17; BB' 22, 21; JB'22,19; CB' 22, 17; Din. B'21; MB' 22; All B'18
☆☆☆	Type-03: গ্যাসের আণবিক গতিতত্ত্ব	RB'22, 21; Ctg'22, 21, 19; DB'17,21;SB' 21;BB'22,21,19,17; MB'22;JB'19;CB'21;Din.B'17	RB'22; JB'22; Din.B'22, 19, 17; DB'21; SB'21, 19, 17; BB'19; CB'21, 19; MB'21,
☆☆	Type-04: বাস্তব গ্যাস	BB'22; Ctg.B'17; Din.B'17	Ctg. B' 22, 19; Din.B'19

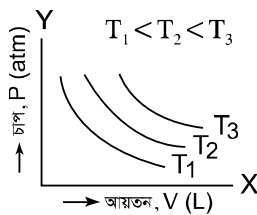
## Type-01: আদর্শ গ্যাসের সূত্র সংক্রান্ত সমস্যা

❖ বয়েলের সূত্র:

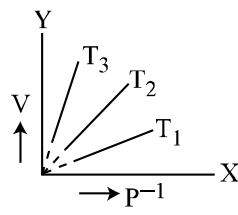
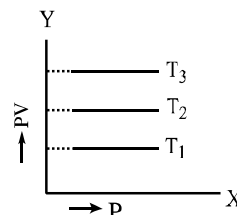
স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন গ্যাসটির ওপর প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ [যখন ভর, তাপমাত্রা ধ্রুবক]} \Rightarrow V = K \cdot \frac{1}{P} \Rightarrow PV = K \therefore P_1V_1 = P_2V_2 = \dots = K$$

বয়েলের সূত্রানুসারে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় P-V, P<sup>-1</sup>-V ও PV-P এর লেখচিত্রসমূহ সমতাপীয় রেখা বা আইসোথার্ম বা সমোষ্ণ রেখা (Isotherm) নামে পরিচিত।



চিত্র: P বনাম V লেখ

চিত্র: V বনাম P<sup>-1</sup> লেখ

চিত্র: PV বনাম P লেখ

এখানে, T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>

V বনাম P<sup>-1</sup> লেখতে PV = nRT বা, V =  $\frac{1}{P}$  · nRT বা, y = x · m

যখন, m (লেখের ঢাল) = nRT এক্ষেত্রে যার T এর মান বেশি, তার ঢাল তত খাড়া; ∴ T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>



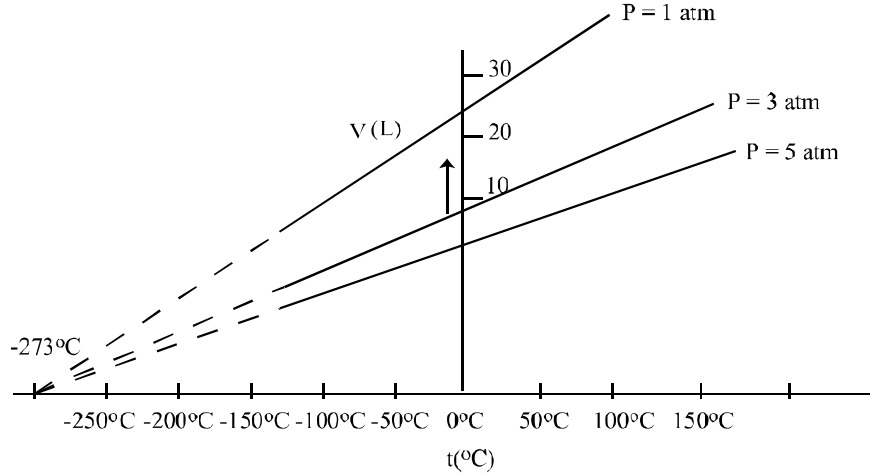
◆ চার্লসের সূত্র:

স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের তাপমাত্রা  $1^{\circ}\text{C}$  করে বৃদ্ধি বা হ্রাস করলে গ্যাসটির আয়তন  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় নির্ণীত আয়তনের  $\frac{1}{273}$  অংশ করে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।  $V_t = V_0 + V_0 \frac{t}{273}$   
 $\frac{V_0}{273}$  কে গ্যাসের তাপ প্রসারক (Co-efficient of thermal expansion) বলে। একে  $\alpha$ -দ্বারা সূচিত করা হয়।  $\therefore V_t = V_0 + \alpha t$

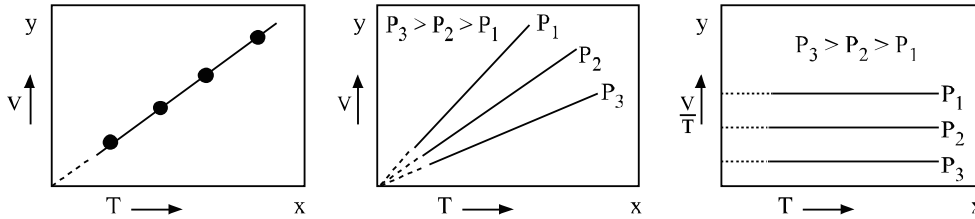
◆ পরম তাপমাত্রায় চার্লসের সূত্র:

স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রা বা কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক হয়।

$V \propto T$  বা  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$



নির্দিষ্ট চাপে 1 মোল গ্যাসের V বনাম T ( $^{\circ}\text{C}$ )



এসকল তাপমাত্রা-আয়তন সম্পর্কসূচক প্রতিটি রেখা এক একটি স্থির চাপ নির্দেশ করে বলে এদের ‘সমচাপীয় রেখা’ বা isobar বলে।

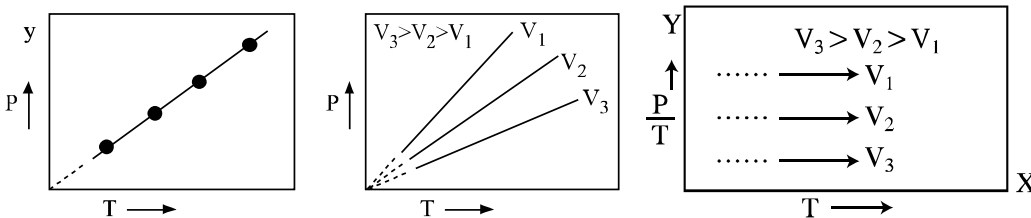
◆ অ্যাভোগাড্রোর সূত্র:

অ্যাভোগাড্রো অনুকল্প অনুসারে একটি গ্যাসের আয়তন 'V' এবং অণুর সংখ্যা 'n' হলে স্থির তাপমাত্রা ও চাপে-  $V \propto n$  (যখন T ও P ধ্রুবক)

- (i) 1.0 মোল অণু গ্যাস  $\equiv$  গ্রাম আণবিক ভর  $\equiv$  STP তে আয়তন  $22.4 \text{ L} = 6.023 \times 10^{23}$  টি অণু
- (ii) 1.0 মোল পরমাণু  $\equiv$  গ্রাম পারমাণবিক ভর  $\equiv 6.023 \times 10^{23}$  টি পরমাণু।

◆ গে-লুসাকের সূত্র:

(i) চাপীয় সূত্র:  $P \propto T$  [যখন ভর, আয়তন ধ্রুবক] [T পরম তাপমাত্রা]  $\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$



এদের প্রতিটিকে সমআয়তনীয় রেখা বা isochor বলে।



➤ বয়েল ও চার্লস সূত্রের সমন্বয়:

গ্যাস অত্যন্ত সংকোচন ও প্রসারণশীল। সুতরাং, গ্যাসের আয়তনের উপর চাপ এবং তাপমাত্রার ব্যাপক প্রভাব রয়েছে। এ প্রভাব ব্যাখ্যার জন্য যথাক্রমে বয়েল ও চার্লস সূত্র রয়েছে।

বয়েলের সূত্র অনুসারে 'T' তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ 'P' এবং আয়তন 'V' হলে

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ [যখন T স্থির]} \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{চার্লসের সূত্র অনুসারে, } V \propto T \text{ [যখন P স্থির]} \dots \dots \dots (ii)$$

এখন বয়েল ও চার্লস সূত্রের সমন্বয় করলে সমীকরণ (i) ও (ii) থেকে আমরা লিখতে পারি,

$$V \propto \frac{1}{P} \cdot T \text{ [যখন P ও T উভয় পরিবর্তনশীল]}$$

$$\text{বা, } V = K \cdot \frac{T}{P} \text{ বা, } \frac{PV}{T} = K \dots \dots \dots (iii)$$

➤ বয়েল ও চার্লস সূত্র এবং অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের সমন্বয়: আদর্শ গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ:

উপরে বয়েল ও চার্লস সূত্র বর্ণিত হয়েছে। এ ছাড়া অ্যাভোগাড্রো অনুকল্প অনুসারে, “স্থির তাপমাত্রায় ও চাপে সম আয়তন সকল গ্যাসে সম সংখ্যক অণু থাকে।”

$$\text{নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 'V' এবং মোল সংখ্যা n হলে, } V \propto n \text{ [যখন P ও T স্থির]} \dots \dots \dots (v)$$

উপরের বর্ণিত বয়েলের ও চার্লস সূত্র এবং অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প সমন্বয় করলে সমীকরণ (i), (ii) ও (v) থেকে আমরা পাই,

$$V \propto n \cdot \frac{1}{P} \cdot T \text{ বা, } V = K \cdot n \cdot \frac{T}{P} \therefore PV = nKT$$

আদর্শ গ্যাসের জন্য ধ্রুবক 'K' এর পরিবর্তে R ব্যবহৃত হয় যা মোলার গ্যাস ধ্রুবক নামে পরিচিত।

$$\text{উল্লেখ্য, } PV = \frac{W}{M} RT \Rightarrow \frac{W}{V} = \frac{PM}{RT} \therefore d = \frac{PM}{RT} \text{ যেখানে, } d = \text{ঘনত্ব।}$$

নিচে বিভিন্ন এককে R এর মান ও গাণিতিক সমস্যা সমাধানে ব্যবহৃত সংশ্লিষ্ট একক দেখানো হলো:

এককের নাম	R এর মান	আয়তন	চাপ	ভর
১। L. atm একক	0.082 L. atm. mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	L	atm	g
২। S. I বা জুল একক	8.314 J. mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup>	Pa/Nm <sup>-2</sup>	kg
৩। CGS বা আর্গ একক	8.32 × 10 <sup>7</sup> erg. mol <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup>	cm <sup>3</sup>	dyne.cm <sup>-2</sup>	G
৪। ক্যালরি একক	1.987 cal. mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	খাদ্যবস্তুর food value গণনায় ব্যবহৃত হয়।		
৫। F. P বা ইঞ্জিনিয়ারিং একক	2783.63 ft. lb. mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	ফুট-পাউন্ড পদ্ধতিতে যান্ত্রিক চাপ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।		

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোন গ্যাসের তাপমাত্রা ও চাপ দ্বিগুণ করা হলে আয়তনের কী পরিবর্তন হবে? **[DB'22] [Ans: b]**
- (a) দ্বিগুণ হবে (b) কোন পরিবর্তন হবে না  
(c) চারগুণ হবে (d) অর্ধেক হবে
02. প্রমাণ অবস্থায় 10 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> গ্যাসের ভর কত? **[RB'22]**
- (a) 5.583 × 10<sup>-3</sup> g (b) 6.589 × 10<sup>-3</sup> g  
(c) 7.589 × 10<sup>-2</sup> g (d) 7.589 × 10<sup>-3</sup> g
- সমাধান (d);  $n = \frac{W}{M} = \frac{V}{V_{STP}} \Rightarrow W = \frac{V}{V_{STP}} \times M$   
 $\Rightarrow W = \frac{10 \text{ cm}^3}{22400} \times 17 = 7.589 \times 10^{-3} \text{ g}$
03. প্রমাণ অবস্থায় 10.0 L CH<sub>4</sub> গ্যাসে অণুর সংখ্যা কত?  
(a) 0.2689 × 10<sup>23</sup> (b) 2.689 × 10<sup>23</sup> **[BB'22]**  
(c) 26.89 × 10<sup>23</sup> (d) 0.02689 × 10<sup>23</sup>
- সমাধান: (b); 22.4 L CH<sub>4</sub> গ্যাসে অণুর সংখ্যা = 6.02 × 10<sup>23</sup> টি  
10 L CH<sub>4</sub> গ্যাসে অণুর সংখ্যা =  $\frac{6.02 \times 10^{23} \times 10}{22.4}$  টি  
= 2.68 × 10<sup>23</sup> টি।
04. 1.5 atm চাপে 25°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের আয়তন 0.5L হলে উক্ত তাপমাত্রায় দ্বিগুণ চাপে গ্যাসটির আয়তন কত হবে? **[JB'22]**
- (a) 0.45 L (b) 0.35 L (c) 0.25 L (d) 0.15 L
- সমাধান: (c); P<sub>1</sub>V<sub>1</sub> = P<sub>2</sub>V<sub>2</sub> ⇒ 1.5 × 0.5 = 3 × V  
⇒ V = 0.25 L

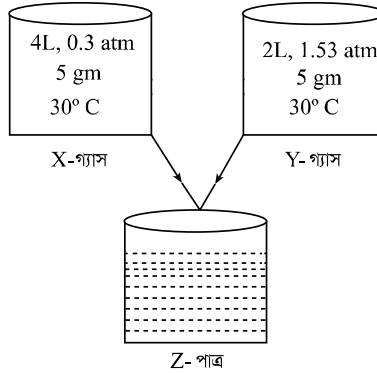


05. 18°C তাপমাত্রায় 0.8 atm চাপে কোনো গ্যাসের ঘনত্ব 2.25g/L, এর আণবিক ভর কত? [CB'22] [Ans: a]  
 (a) 67.11 g / mol (b) 36.24 g / mol  
 (c) 24.36 g / mol (d) 23.63 g / mol
06. STP তে কোন গ্যাসের 1g সবচেয়ে বেশি আয়তন দখল করবে? [DB'21]  
 (a) H<sub>2</sub> (b) N<sub>2</sub> (c) O<sub>2</sub> (d) Ar  
 সমাধান (a);  $n \propto$  দখলকৃত আয়তন।
07. 100°C তাপমাত্রায় ও 1.0526 atm চাপে CO<sub>2</sub> গ্যাসের ঘনত্ব (g/L) কত? [RB'21]  
 (a) 0.00291 (b) 0.0149  
 (c) 1.512 (d) 1.49 × 10<sup>22</sup>  
 সমাধান (c);  $PV = \frac{m}{M}RT$   
 $PM = \rho RT \therefore \rho = 1.512$
08. 14g N<sub>2</sub> গ্যাসে কতটি অণু বিদ্যমান? [Ctg.B.'21]  
 (a) 3.011 × 10<sup>-23</sup> (b) 3.011 × 10<sup>23</sup>  
 (c) 6.023 × 10<sup>-23</sup> (d) 6.023 × 10<sup>23</sup>  
 সমাধান (b);  $N = \frac{14}{28} \times 6.022 \times 10^{23} = 3.011 \times 10^{23}$
09. STP তে নিচের কোন গ্যাসের এক মি.লি. এর ভর কম?  
 (a) N<sub>2</sub> (b) O<sub>2</sub> [JB'21]  
 (c) CO<sub>2</sub> (d) NO<sub>2</sub>  
 সমাধান (a);  $n = \frac{1}{22400} = 4.4 \times 10^{-5}$  mole  
 $W_{N_2} = 1.25 \times 10^{-3}$ g,  $W_{O_2} = 1.4 \times 10^{-3}$ g,  
 $W_{CO_2} = 1.94 \times 10^{-3}$ g,  $W_{NO_2} = 2.02 \times 10^{-3}$ g
10. 22g CO<sub>2</sub> এর আদর্শ গ্যাস সমীকরণ কোনটি? [BB'21]  
 (a) 2PV = RT (b) PV = 2RT  
 (c) PV = 22RT (d) PV = RT  
 সমাধান (a);  $PV = \frac{W}{M}RT = \frac{22}{44}RT = \frac{1}{2}RT \Rightarrow 2PV = RT$
11. STP তে কোনো গ্যাসের আয়তন 500mL হলে 740mm(Hg) চাপে ও 25°C তাপমাত্রায় উক্ত গ্যাসের আয়তন কত হবে? [Din.B'21]  
 (a) 0.76L (b) 0.66L (c) 0.56L (d) 0.46L  
 সমাধান (c);  $\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_1V_1}{T_1}$   
 $\Rightarrow V_1 = \frac{P_0V_0T_1}{P_1T_0} = \frac{1 \times 0.5 \times 298}{\frac{740}{760} \times 273} = 0.56L$
12. প্রমাণ অবস্থায় 10.0 dm<sup>3</sup> মিথেন গ্যাসে অণুর সংখ্যা কত?  
 (a) 2.689 × 10<sup>23</sup> (b) 26.89 × 10<sup>23</sup> [MB'21]  
 (c) 0.2689 × 10<sup>23</sup> (d) 26.89 × 10<sup>25</sup>  
 সমাধান (a); 22.4L এ অণুর সংখ্যা 6.023 × 10<sup>23</sup>  
 $\therefore 10 \text{ dm}^3$  এ অণুর সংখ্যা  $\frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4} \times 10$   
 $= 2.689 \times 10^{23}$
13. 0.25 মোল একটি গ্যাস 24.63 atm চাপে 0.5 লিটার আয়তনের পাত্রে আছে। কত তাপমাত্রায় গ্যাসটি আদর্শ আচরণ করবে? [SB'19]  
 (a) 0°C (b) 25°C (c) 300K (d) 600K  
 সমাধান (d);  $PV = nRT \therefore T = \frac{PV}{nR}$   
 $= \frac{24.63 \times 0.5}{0.082 \times 0.25} = 600K$
14. 273K তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ 1 atm হলে  $\frac{1}{V}$  এর মান 0.04L হয়।  $\frac{1}{V}$  এর মান 0.035L হলে চাপ এর মান কত?  
 (a) 1.875 atm (b) 1.142 atm [CB'19]  
 (c) 0.875 atm (d) 0.352 atm  
 সমাধান (c);  $P' = \left(\frac{1}{V'}\right) \times \frac{P}{\left(\frac{1}{V}\right)} = 0.035 \times \frac{1}{0.04}$   
 $= 0.875 \text{ atm}$
15. 1টি নাইট্রোজেন অণুর ভর কত? [All B'18]  
 (a) 2.32 × 10<sup>-26</sup>kg (b) 2.32 × 10<sup>-23</sup>kg  
 (c) 4.65 × 10<sup>-26</sup>kg (d) 4.65 × 10<sup>-23</sup>kg  
 সমাধান (c);  $\frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow \frac{W}{28} = \frac{1}{6.02 \times 10^{23}}$   
 $\Rightarrow W = 4.65 \times 10^{-23} = 4.65 \times 10^{-26} \text{ kg}$
16. STP তে 3.2g একটি গ্যাস 2.24L আয়তন দখল করলে গ্যাসটি হতে পারে – [DB'17]  
 (a) CO (b) CO<sub>2</sub> (c) N<sub>2</sub> (d) O<sub>2</sub>  
 সমাধান (d); STP-তে, 2.24 L আয়তনে ভর 3.2g  
 $\therefore 22.4L$  আয়তনে 32g; যা O<sub>2</sub> এর আণবিক ভর।
17. 5 গ্রাম CO<sub>2</sub> এর অণুর সংখ্যা – [RB'17]  
 (a) 5.85 × 10<sup>21</sup> (b) 6.84 × 10<sup>22</sup>  
 (c) 7.02 × 10<sup>23</sup> (d) 7.17 × 10<sup>23</sup>  
 সমাধান (b); 44g CO<sub>2</sub> এর অণুর সংখ্যা = 6.02 × 10<sup>23</sup>  
 $\therefore 5g \text{ CO}_2$  এর অণুর সংখ্যা =  $\frac{6.02 \times 10^{23} \times 5}{44} = 6.84 \times 10^{22}$

## গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও

[Ctg.B'22]



(গ) উদ্দীপকের 'X' গ্যাসের অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ.

আমরা জানি  $PV = nRT$ 

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{0.3 \times 4}{0.0821 \times 303} = 0.048238 \text{ mol}$$

1 mol X গ্যাসে অণুর সংখ্যা =  $6.02 \times 10^{23}$  টি0.048238 mol গ্যাসে অণুর সংখ্যা =  $(6.02 \times 10^{23} \times 0.048238)$  টি =  $2.90 \times 10^{22}$  টি

$$P = 0.3 \text{ atm}$$

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

$$R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$T = (30 + 273) = 303 \text{ K}$$

02. 20°C তাপমাত্রায় LPG গ্যাসের সিলিন্ডারে 12 kg বিউটেন গ্যাস আছে। সিলিন্ডারের আয়তন 20 L।

[SB'22]

(গ) উদ্দীপকে গ্যাস সিলিন্ডারের চাপ নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ.

বিউটেনের আণবিক ভর  $M=58$  ( $C_4H_{10}$ )

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{WRT}{MV}$$

$$= \frac{12 \times 10^3 \times 0.0821 \times 293}{58 \times 20} = 248.84 \text{ atm}$$

$$M = 58 (C_4H_{10})$$

$$P = ?$$

$$V = 20 \text{ L}$$

$$R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

03.

X গ্যাস 10 L 25°C 50 KPa 8.885 g	Y গ্যাস 8 L 25°C 100 KPa 4.423 g	X + Y গ্যাসের মিশ্রণ 25°C 72.22 KPa
A-পাত্র	B-পাত্র	C-পাত্র

[BB'22]

(গ) A -পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ.

A পাত্রের গ্যাসের আণবিক ভর  $M = \frac{WRT}{PV}$ 

$$= \frac{8.885 \times 0.0821 \times 298}{0.4934 \times 10}$$

$$\therefore M = 44.05 \text{ gmol}^{-1}$$

$$P = \frac{50}{101.325} \text{ atm} = 0.4934 \text{ atm}$$

$$V = 10 \text{ L}$$

$$R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$



[CB'22]

04. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর যথাযথ উত্তর দাও:

একটি গ্যাসের 0°C তাপমাত্রায় বিভিন্ন অবস্থায় চাপ ও আয়তন নিম্নরূপ:

চাপ (atm.)	0.35	0.50	0.65	0.85
আয়তন (L)	3.80	2.66	2.05	1.56

(গ) উদ্দীপকের গ্যাসটির মোল সংখ্যা নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত গ্যাসটি গ্যাসের কোন সূত্রকে সমর্থন করবে? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

গ.

আমরা জানি  $PV = nRT$ 

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.35 \times 3.80}{0.0821 \times 273}$$

$$n = 0.05934 \text{ mol}$$

$$P = 0.35 \text{ atm}$$

$$V = 3.80 \text{ L}$$

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

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

ঘ.

উদ্দীপক অনুসারে

$$P_1V_1 = 0.35 \times 3.80 = 1.33$$

$$P_2V_2 = 0.5 \times 2.66 = 1.33$$

$$P_3V_3 = 0.65 \times 2.05 = 1.33$$

$$P_4V_4 = 0.85 \times 1.56 = 1.33$$

অর্থাৎ,  $P_nV_n = 1.33$  হবে

এখানে, PV সর্বদা ধ্রুবক

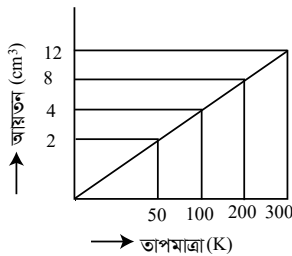
$$PV = 1.33$$

$$PV = K$$

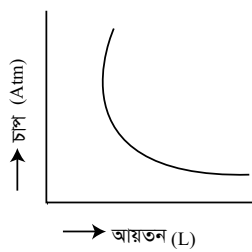
$$PV \propto \text{ধ্রুবক} \therefore P \propto \frac{1}{V}$$

যেহেতু  $P \propto \frac{1}{V}$  তাই উদ্দীপকের গ্যাসটি বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

05.



চিত্র -১



চিত্র -২

(গ) উদ্দীপকের ১নং লেখচিত্র গ্যাসের কোন সূত্রকে সমর্থন করে প্রমাণ করে দেখাও।

সমাধান

গ.

$$V_1 = 2\text{cm}^3$$

$$V_2 = 4\text{cm}^3$$

$$V_3 = 8\text{cm}^3$$

$$T_1 = 50\text{K}$$

$$T_2 = 100\text{K}$$

$$T_3 = 200\text{K}$$

$$\text{এখানে, } \therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \therefore V \propto T$$

অতএব চার্লসের সূত্র মোতাবেক স্থির চাপে  $V \propto T$ । তাই লেখচিত্রটি চার্লসের সূত্রকে সমর্থন করে।

[DB'21]



06. সমআয়তনের দুটি সিলিন্ডার A ও B। A-সিলিন্ডারে 300K তাপমাত্রা H<sub>2</sub> গ্যাস আছে এবং একই তাপমাত্রায় সমভরের CH<sub>4</sub> গ্যাস B-সিলিন্ডারে রয়েছে। [RB'21]

(গ) দেখাও যে H<sub>2</sub> এর চাপ, CH<sub>4</sub> এর চাপের আটগুণ।

(ঘ) কোন সিলিন্ডারে গ্যাসীয় অণুর সংখ্যা বেশি? বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

গ. H<sub>2</sub> এর ক্ষেত্রে,  $P_{H_2}V = \frac{m}{2}RT$  ... .. (i)

CH<sub>4</sub> এর ক্ষেত্রে,  $P_{CH_4}V = \frac{m}{16}RT$  ... .. (ii)

(i)÷(ii) →  $\frac{P_{H_2}}{P_{CH_4}} = \frac{16}{2}$  [∵ আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ক্ষেত্রে সমান]

∴  $P_{H_2} = 8P_{CH_4}$  (Proved)

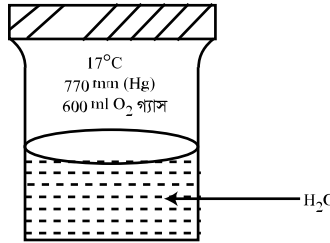
ঘ. এখানে H<sub>2</sub> ও CH<sub>4</sub> এর উভয়ের ভর m ধরি, [যেহেতু, উভয়ের ভর সমান]

$n_{H_2} = \frac{m}{2}$  যেহেতু  $n \propto$  অণুর সংখ্যা

$n_{CH_4} = \frac{m}{16}$  তাই  $n_{H_2} > n_{CH_4}$  হওয়ায় A সিলিন্ডারে গ্যাসীয় অণুর সংখ্যা বেশি। [∵ উভয় সিলিন্ডারের আয়তন সমান]

07. 17°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ 14.5 mm (Hg)

[Din.B.'21]



চিত্র-A

(গ) উদ্দীপকের A-এর অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন STP তে কত লিটার নির্ণয় কর।

সমাধান

গ. আমরা জানি,

$$\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_1V_1}{T_1} \Rightarrow V_0 = \frac{P_1V_1T_0}{P_0T_1} = \frac{755.5 \times 600 \times 273}{760 \times 290} = 561.4 \text{ mL} = 0.5614 \text{ L}$$

এখানে,  $P_0 = 760 \text{ mm (Hg)}$

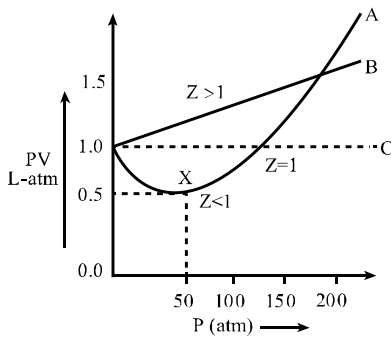
$P_1 = 770 \text{ mm (Hg)} - 14.5 \text{ mm (Hg)} = 755.5 \text{ mm (Hg)}$

$T_0 = 273 \text{ K}; T_1 = 290 \text{ K}; V_1 = 600 \text{ ml}$

$V_0 = ?$

08. 25°C তাপমাত্রায় নিম্নের লেখচিত্র পাওয়া গেল:

[RB'19]

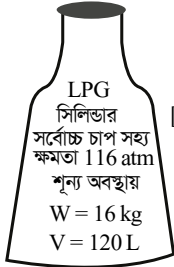


(গ) STP-তে X বিন্দুতে গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর।

## সমাধান

- গ. দেয়া আছে,  $P_x V_x = 0.5 \text{ Latm}$   
 $T = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$   
 আমরা জানি,  $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = 0.020436 \text{ mol}$   
 $\therefore$  STP তে,  $P = 1 \text{ atm}$ ;  $T = 273 \text{ K}$ ;  $n = 0.020436 \text{ mol}$   
 $\therefore V = \frac{nRT}{P} = 0.4580 \text{ L}$   
 $\therefore$  STP তে X বিন্দুতে গ্যাসের আয়তন = 0.4580L  
 বিকল্প: গ্যাসের ক্ষেত্রে,  $\frac{PV}{T} = \text{constant} \Rightarrow \frac{0.5}{298} = \frac{1 \times V}{273} \therefore V = 0.4580 \text{ L}$

09.



[LPG ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) গ্যাস ফিলিং স্টেশন থেকে 100 atm চাপে  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় সিলিন্ডারে গ্যাস ভর্তি করা হয়]

[Ctg.B'19]

- (গ) উদ্দীপক মতে, গ্যাসভর্তি অবস্থায় সিলিন্ডারের ভর নির্ণয় কর।  
 (ঘ) গ্যাসভর্তি সিলিন্ডার রক্ষিত কক্ষের তাপমাত্রা  $85^\circ\text{C}$  হয়ে গেলে সিলিন্ডারটি বিস্ফোরিত হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

- গ. এখানে,  $P = 100 \text{ atm}$  ;  
 $T = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$   
 $V = 120 \text{ L}$ ;  
 $M_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 58 \text{ gm}$   
 আমরা জানি,  $\frac{W_{\text{C}_4\text{H}_{10}}}{M} = \frac{PV}{RT}$   
 $\therefore W_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 28447.87 \text{ gm} = 28.44 \text{ kg}$   
 $\therefore$  সিলিন্ডারের ভর,  $W = (28.44 + 16) \text{ kg} = 44.44 \text{ kg}$
- ঘ. এখানে,  $P_1 = 100 \text{ atm}$ ;  $T_1 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ ;  $T_2 = 85^\circ\text{C} = 358 \text{ K}$   
 আমরা জানি,  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100}{298} = \frac{P_2}{358} \Rightarrow P_2 = 120.13 \text{ atm}$   
 $\therefore$  সিলিন্ডারটি সর্বোচ্চ চাপ সহ্য করতে পারে 116 atm  $\therefore$  বিস্ফোরিত হবে।

10.

110L

200L

গ্যাস সিলিন্ডার-1 গ্যাস সিলিন্ডার-2

[সিলিন্ডার-1,  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 200 atm এবং সিলিন্ডার-2,  $37^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 50 atm চাপ সহ্য করতে পারে]

(ঘ) গ্যাস পরিবহনের জন্য কোন সিলিন্ডারটি অধিকতর উপযোগী? গাণিতিক যুক্তিসহ লিখ।

[All B'18]

## সমাধান

ঘ.

1ম সিলিন্ডারের জন্য,

$$n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}$$

$$= \frac{200 \times 110}{0.082 \times 300} \text{ mol} = 894.3 \text{ mol}$$

2য় সিলিন্ডারের জন্য,

$$n_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{50 \times 200}{0.082 \times 310} \text{ mol} = 393.39 \text{ mol}$$

 $\therefore$  1ম সিলিন্ডারের জন্য সর্বোচ্চ মোল ধারণক্ষমতা বেশি, তাই এটিই গ্যাস পরিবহনের জন্য অধিকতর উপযোগী।চাপ,  $P_1 = 200 \text{ atm}$ ; আয়তন, = 110L $R = 0.082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ তাপমাত্রা,  $T_1 = 300 \text{ K}$ চাপ,  $P_2 = 50 \text{ atm}$ আয়তন,  $V_2 = 200 \text{ L}$ তাপমাত্রা,  $T_2 = 310 \text{ K}$ 



## Type-02: আংশিক চাপ ও ব্যাপন সূত্র সংক্রান্ত সমস্যা

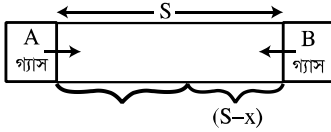
## ◆ গ্রাহমের ব্যাপন সূত্র:

স্থির তাপমাত্রা ও চাপে কোন গ্যাসের ব্যাপন হার উক্ত গ্যাসের ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।  $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$ ; T, P ধ্রুবক

$$\text{ব্যাপন হার, } r = \frac{\text{নির্গত গ্যাসের আয়তন (V)}}{\text{সময় (t)}} = \frac{\text{নির্গত গ্যাসের অতিক্রান্ত দূরত্ব (x)}}{\text{সময় (t)}}$$

$$\text{সূত্রানুসারে, } \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \frac{t_2}{t_1} \text{ [আয়তন এক হলে]}$$

## ◆ গ্যাসদ্বয়ের মিলিত হওয়ার দূরত্ব নির্ণয়:



ধরি, গ্যাসদ্বয় A গ্যাসের প্রান্ত হতে x দূরত্বে মিলিত হবে,

গ্রাহমের ব্যাপন সূত্রানুসারে,

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}; \frac{V_A}{t_A} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}; \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}};$$

[একই সময়ে ব্যাপন শুরু হওয়ায়,  $t_A = t_B$ ]

[ক্ষেত্রফল সমান হওয়ায়,  $A_A = A_B$ ]

$$\frac{A_A x}{A_B (S-x)} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}; \frac{x}{S-x} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}}$$

## ◆ ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র:

01. A ও B দুইটি গ্যাসের মিশ্রণে এদের মোল সংখ্যা যথাক্রমে  $n_A$  ও  $n_B$  হলে, A এর মোল ভগ্নাংশ,  $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$

B এর মোল ভগ্নাংশ,  $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

02. স্থির তাপমাত্রায় পরস্পর বিক্রিয়াহীন A, B, C ইত্যাদি গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ P এবং এদের আংশিক চাপ যথাক্রমে  $P_A, P_B, P_C$  ইত্যাদি হলে,  $P = P_A + P_B + P_C$ ।  $P_A = X_A \cdot P$  [আংশিক চাপ = মোট চাপ × মোল ভগ্নাংশ]

03. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও পরস্পর বিক্রিয়াহীন A, B, C গ্যাসগুলোকে  $V_A, V_B, V_C$  আয়তনের পাত্রে  $P_A, P_B, P_C$  চাপে রাখা হলে, এদেরকে মিশ্রিত করলে সৃষ্ট চাপ যদি P হয় তবে,  $P(V_A + V_B + V_C) = P_A V_A + P_B V_B + P_C V_C$  এবং এদেরকে V আয়তনের পাত্রে মিশ্রিত করলে  $PV = P_A V_A + P_B V_B + P_C V_C$  [এটি বয়েল ও ডাল্টনের আংশিক চাপসমূহের সমন্বয় সূত্র]

## গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোন গ্যাসটির ব্যাপন হার সবচেয়ে বেশি? [Ctg.B'21]

- (a)  $\text{CO}_2$  (b)  $\text{O}_2$  (c)  $\text{N}_2$  (d)  $\text{H}_2$

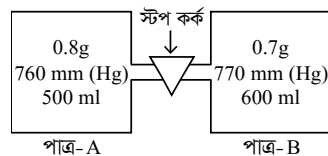
সমাধান (d);  $\text{H}_2$  এর ভর 2 যা প্রদত্ত চারটির মধ্যে সর্বনিম্ন।

02. কোন গ্যাসদ্বয়ের ব্যাপন হার সমান? [JB'21]

- (a)  $\text{C}_2\text{H}_6, \text{NO}$  (b)  $\text{CH}_4, \text{NH}_3$   
(c)  $\text{NO}, \text{CO}$  (d)  $\text{CO}_2, \text{PH}_3$

সমাধান (a);  $M_{\text{C}_2\text{H}_6} = 30, M_{\text{NO}} = 30$

03.



[SB'21]

উদ্দীপকের স্টপ কর্ক খুলে দিলে (A+B) মিশ্রণের মোট চাপ কত হবে?

- (a) 535.80 mm (Hg) (b) 765.45 mm (Hg)  
(c) 612.36 mm (Hg) (d) 1148.17 mm (Hg)

সমাধান (b);  $P = \frac{760 \times 500 + 770 \times 600}{1100} = 765.45 \text{ mm (Hg)}$



04. 

25°C
0.5g
1.0 atm
2.0L
A-পাত্র

25°C
1.0g
1.5 atm
2.0L
B-পাত্র

25°C
1.0g
2.0 atm
3.0L
C-পাত্র

**[RB'19]**

উদ্দীপক অনুসারে-

- (i) C- পাত্রের গ্যাসের ব্যাপনের হার সবচেয়ে বেশি  
 (ii) B- পাত্রে অণুর সংখ্যা সবচেয়ে কম  
 (iii) A-পাত্রের গ্যাস  $Z = 1$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (c);  $M_A = 6.1164\text{gm}$   $M_B = 8.15\text{gm}$ ,  $M_C$

$$= 4.07\text{gm} \therefore M_B > M_A > M_C \therefore r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

$$\therefore r_C > r_A > r_B; N_A = 4.92 \times 10^{22} \therefore N_C > N_B > N_A;$$

$$N_B = 7,39 \times 10^{22}; N_C = 1.47 \times 10^{23}$$

$\therefore Z = 1$  ধরে আণবিক ভর নির্ণয় করা হয়েছে, যেহেতু (ii) নং ভুল

05. 

T=25°C
16g O <sub>2</sub>
32g CH <sub>4</sub>

 মোট চাপ, P=200 mm (Hg) **[CB'19]**

CH<sub>4</sub>- এর আংশিক চাপ গণনা কর।

- (a) 100 mm (b) 150 mm  
 (c) 160 mm (d) 200 mm

সমাধান: (c);  $P_{CH_4} = P \times \frac{n_{CH_4}}{n_{total}} = 200 \times \frac{32}{\frac{32}{16} + \frac{16}{32}} = 160\text{mm}$

06. 6 মোল O<sub>2</sub> এবং 14 মোল N<sub>2</sub> গ্যাস একত্রে মেশানো হলো। মেশানোর পর গ্যাস মিশ্রণের চাপ হলো 200 মিমি। অক্সিজেনের আংশিক চাপ কত? **[RB'17]**

- (a) 50 মিমি (b) 55 মিমি (c) 60 মিমি (d) 65 মিমি

সমাধান: (c);  $P_{O_2} = X_{O_2} \times P_{total}$

$$= \left(\frac{6}{6+14}\right) \times 200 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

07. 0.5 মোল N<sub>2</sub> এবং 0.3 মোল O<sub>2</sub> একত্রে মেশানো হলো। O<sub>2</sub> এর মোল ভগ্নাংশ কত? **[RB'17]**

- (a) 0.089 (b) 0.215 (c) 0.317 (d) 0.375

সমাধান: (d); O<sub>2</sub> এর মোল ভগ্নাংশ

$$= \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{N_2}} = \frac{0.3}{0.3+0.5} = 0.375$$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. 

27°C
760 mm (Hg)
500 mL
0.450 g
A গ্যাস

27°C
780 mm (Hg)
400 mL
0.350 g
B গ্যাস

**[DB'22]**

(গ) স্টপকর্ক খোলা অবস্থায় গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে গ্যাসদ্বয়ের মধ্যে কোনটির ব্যাপন হার বেশি তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

গ. স্টপকর্ক খোলা অবস্থায় মোট আয়তন,

$$V_T = V_A + V_B = 500 + 400 = 900 \text{ mL}$$

মিশ্রণে A গ্যাসের আংশিক চাপ  $P'_A$  হলে

$$P'_A V = P_A V_A$$

$$P'_A = \frac{P_A V_A}{V_T} = \frac{760 \times 500}{900} \text{ mm(Hg)}$$

$$P'_A = 422.22 \text{ mm (Hg)}$$

মিশ্রণে B গ্যাসের আংশিক চাপ  $P'_B$  হলে,  $P'_B V_T = P_B V_B$

$$\Rightarrow P'_B = \frac{P_B \times V_B}{V_T} = \frac{780 \times 400}{900} \text{ mm (Hg)}$$

$$\therefore P'_B = 346.67 \text{ mm (Hg)}$$

মিশ্রণের মোট চাপ = A গ্যাসের আংশিক চাপ + B পাত্রের আংশিক চাপ  $P = P'_A + P'_B$

$$\Rightarrow P = (422.22 + 346.67) \text{ mm (Hg)}$$

$$\Rightarrow P = 768.8867 \text{ mm (Hg)}$$

ঘ. আমরা জানি, আদর্শ গ্যাসের অবস্থার সূত্রানুযায়ী

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } PV = \frac{W}{M}RT$$

$$\text{বা, } M = \frac{WRT}{PV}$$

$$M_A = \frac{W_A RT_A}{P_A V_A} \text{ (A পাত্র)}$$

$$M_B = \frac{W_B RT_B}{P_B V_B} \text{ (B পাত্র)}$$

গ্রাহামের ব্যাপন হারের সূত্রানুযায়ী

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

$$= \sqrt{\frac{\frac{W_B RT_B}{P_B V_B}}{\frac{W_A RT_A}{P_A V_A}}}$$

$$= \sqrt{\frac{W_B T_B}{P_B V_B} \times \frac{P_A V_A}{W_A T_A}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.350 \times 300}{780 \times 400} \times \frac{760 \times 500}{0.45 \times 300}}$$

$$\frac{r_A}{r_B} = 0.9733; r_A = 0.9733 \times r_B$$

$$\text{বা } r_A : r_B = 0.9733 : 1$$

সুতরাং এখানে B এর ব্যাপন হার বেশি।

$$W_A = 0.450 \text{ g}$$

$$W_B = 0.350 \text{ g}$$

$$P_A = 760 \text{ mm(Hg)}$$

$$P_B = 780 \text{ mm(Hg)}$$

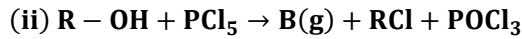
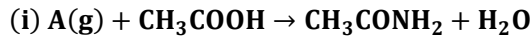
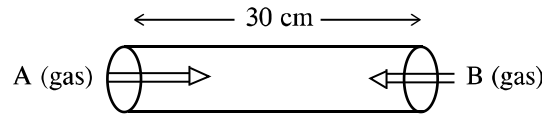
$$V_A = 500 \text{ mL}$$

$$V_B = 400 \text{ mL}$$

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

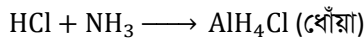
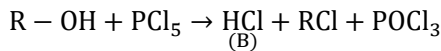
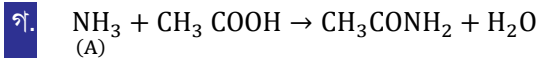
02. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

[RB'22]



(গ) উদ্দীপকের নলের অভ্যন্তরে A ও B গ্যাস কত দূরত্বে মিলিত হয়ে ধোঁয়ার সৃষ্টি করে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান



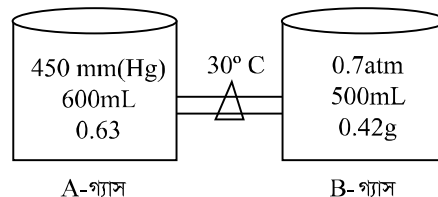
গ্রাহামের ব্যাপন সূত্রানুযায়ী,

$$\frac{r_{NH_3}}{r_{HCl}} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{NH_3}}} \Rightarrow \frac{x}{30-x} = \sqrt{\frac{36.5}{17}}$$

$$\Rightarrow x = 17.83 \text{ cm}$$

∴ A গ্যাসের প্রান্ত থেকে 17.83 cm দূরে  $NH_4Cl$  এর ধোঁয়া সৃষ্টি হবে।

03. উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:[Ctg.B'22]



(গ) স্টপকর্ক খোলা অবস্থায় গ্যাস মিশ্রণে মোট চাপ নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ. মোট চাপ,  $P = P'_A + P'_B$   
 $= A$  গ্যাসের আংশিক চাপ +  $B$  গ্যাসের আংশিক চাপ  
 $= \frac{P_A V_A}{V_A + V_B} + \frac{P_B V_B}{V_A + V_B}$   
 $= \frac{P_A V_A + P_B V_B}{V_A + V_B}$   
 $= \frac{450 \times 600 + (0.7 \times 760) \times 500}{600 + 500}$

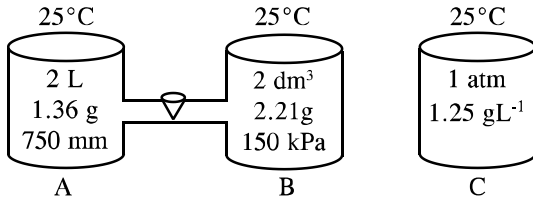
মোট চাপ,  $P = 487.27 \text{ mm(Hg)}$

বয়েলের সূত্রানুসারে,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

04.



[SB'22]

(ঘ) উদ্দীপকে B ও C পাত্রের গ্যাসসমূহের মধ্যে কোনটি অধিক হারে ব্যাপিত হবে? বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

ঘ. ব্যাপন হারের সূত্রানুযায়ী

$$\frac{r_B}{r_C} = \sqrt{\frac{M_C}{M_B}} = \sqrt{\frac{30.98}{18.26}}$$

$$\frac{r_B}{r_C} = 1.30 \therefore r_B = 1.30 r_C$$

অর্থাৎ B এর ব্যাপন হার  $r_C$  এর 1.30 গুণ।

$\therefore$  B এর ব্যাপন হার বেশি।

$$M_B = \frac{W_B R T_B}{P_B V_B} = \frac{2.21 \times 0.0821 \times 298}{150} = 18.26$$

$$M_C = \rho \times V_{SATP} = 1.25 \times 24.789 = 30.98$$

[C পাত্রের গ্যাস SATP তে রয়েছে]

05.

X গ্যাস 10 L 25°C 50 kPa 8.885 g	Y গ্যাস 8 L 25°C 100 kPa 4.423 g	X + Y গ্যাসের মিশ্রণ 25°C 72.22 kPa
A-পাত্র	B-পাত্র	C-পাত্র

[BB'22]

(ঘ) প্রদত্ত উপাত্ত হতে ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র যাচাই কর।

## সমাধান

ঘ. X ও Y এর মিশ্রণে ডাল্টনের আংশিক চাপ C পাত্রের মোট চাপ

$P = x$  গ্যাসের আংশিক চাপ +  $Y$  গ্যাসের আংশিক চাপ

$$= \frac{P_A V_A}{V_A + V_B} + \frac{P_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$= \frac{50 \times 10}{10 + 8} + \frac{100 \times 8}{10 + 8} = \frac{500 + 800}{18}$$

$$P = 72.22 \text{ kPa}$$

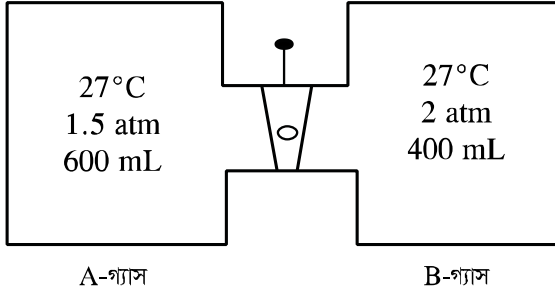
C পাত্রের চাপ = 72.22 kPa = X ও Y এর মিশ্রণের মোট চাপ

সুতরাং ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্রের সঠিক প্রয়োগ ঘটেছে।



[JB'22]

06.



[ গ্যাস মিশ্রণের পরীক্ষালব্ধ মোট চাপ = 2.5 atm ]

(ঘ) A ও B গ্যাসের মিশ্রণ ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্রে সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ. মিশ্রণের মোট চাপ,  $P = A$  পাত্রের আংশিক চাপ +  $B$  পাত্রের আংশিক চাপ

$$= P'_A + P'_B = \frac{P_A \times V_A}{V_A + V_B} + \frac{P_B \times V_B}{V_A + V_B}$$

$$= \frac{P_A V_A + P_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{1.5 \times 600 + 2 \times 400}{600 + 400}$$

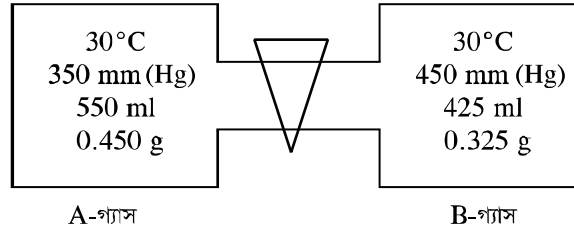
$$P = 1.7 \text{ atm}$$

পরীক্ষালব্ধ মোট চাপ 2.5 atm

ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্রের সাহায্যে মোট চাপ  $P = 1.7 \text{ atm}$  অর্থাৎ সমর্থন করে না।

07. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর সঠিক উত্তর দাও:

[CB'22]



(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত স্টপকর্ক খোলা অবস্থায় 40°C তাপমাত্রায় গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান

গ. 30°C তাপমাত্রায়, স্টপকর্ক খুলে দিলে মিশ্রণে,

$$A \text{ গ্যাসের আংশিক চাপ, } P'_A = \frac{P_A V_A}{V_A + V_B} = \frac{350 \times 550}{550 + 425} = 197.43 \text{ mm(Hg)}$$

$$B \text{ গ্যাসের আংশিক চাপ } P'_B = \frac{P_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{450 \times 425}{550 + 425} = 196.15 \text{ mm (Hg)}$$

$$\text{মিশ্রণের মোট চাপ } P = P'_A + P'_B = (197.43 + 196.15) \text{ mm(Hg)}$$

$$= 393.58 \text{ mm (Hg)}$$

 $T_2 = 40^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় মিশ্রণের চাপ  $P_2$  হলে,

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

$$P_2 = \frac{P_1}{T_1} \times T_2 = \frac{393.58 \times 313}{303}$$

$$40^\circ\text{C এ চাপ, } P_2 = 406.357 \text{ mm (Hg)}$$

$$T_1 = (30 + 273)\text{K}$$

$$= 303\text{K}$$

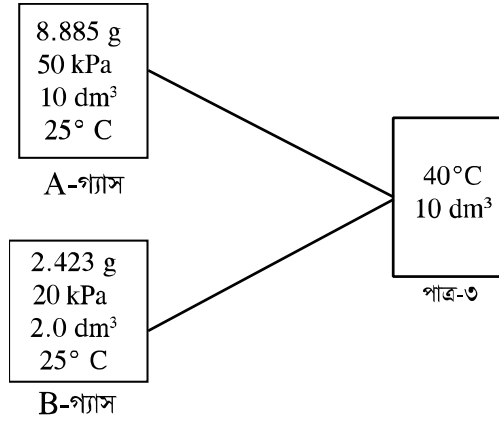
$$T_2 = (40 + 273)\text{K}$$

$$= 313\text{K}$$



08. নিচের উদ্দীপকের আলোকে প্রশ্নটির উত্তর দাও:

[MB'22]



(ঘ) A ও B গ্যাসকে পাত্র-৩ এ মিশ্রিত করলে মোট চাপ কত হবে তা হিসেব কর।

সমাধান

ঘ. বয়েলের সূত্র অনুযায়ী, 25°C তাপমাত্রায়

$$PV = K \therefore P_3 V_3 = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$\Rightarrow P_3 \times 10 = 50 \times 10 + 20 \times 2$$

$$\Rightarrow P_3 \times 10 = 500 + 40$$

$$\therefore P_3 = \frac{540}{10} = 54 \text{ kPa}$$

\(\therefore\) মোট চাপ,  $P_3 = 54 \text{ kPa}$

$T'_3 = 40^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় মোট চাপ  $P'_3$  হলে,

$$\frac{P'_3}{P_3} = \frac{T'_3}{T_3} \Rightarrow P'_3 = \frac{40 + 273}{25 + 273} \times 54 = 56.718 \text{ kPa}$$

অর্থাৎ C পাত্রে A ও B গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ  $P_3 56.718 \text{ kPa}$

এখানে,

$$P_3 = ?$$

$$V_3 = 10 \text{ dm}^3$$

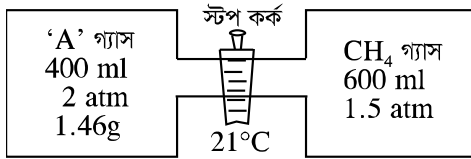
$$P_1 = 50 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 10 \text{ dm}^3$$

$$P_2 = 20 \text{ kPa}$$

$$V_2 = 2 \text{ dm}^3$$

09.



[Ctg.B'21]

(ঘ) CH<sub>4</sub> গ্যাসের ব্যাপন হার 'A' গ্যাসের ব্যাপন হারের 1.66 গুণ- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ.

A গ্যাসের ক্ষেত্রে:

$$\text{আমরা জানি, } P_A V_A = \frac{W_A}{M_A} RT$$

$$\Rightarrow 2 \times 0.4 = \frac{1.46}{M_A} \times 0.0821 \times 294$$

$$\therefore M_A = 44.05 \text{ g}$$

CH<sub>4</sub> এর ভর,  $M_B = 16 \text{ g}$

$$\therefore \text{ব্যাপন সূত্র হতে, } \frac{r_B}{r_A} = \sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \sqrt{\frac{44.05}{16}} = r_B = 1.66 r_A$$

$$W_A = 1.46 \text{ g}$$

$$P_A = 2 \text{ atm, } V_A = 0.4 \text{ L}$$

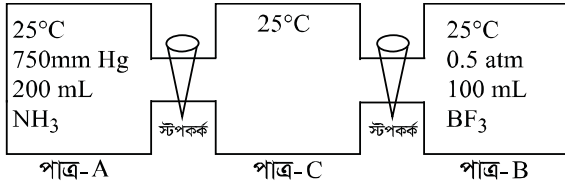
$$T = 294 \text{ K}$$

$$M_A = ?$$



10. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

[BB'21]



স্টপকর্ক দুটি খোলা অবস্থায় গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ 500 mm (Hg) হয়।

(গ) উদ্দীপকের পাত্র C-এর আয়তন নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

এখানে, A পাত্রে গ্যাসের চাপ,  $P_A = 750 \text{ mm(Hg)}$

A পাত্রে গ্যাসের আয়তন,  $V_A = 200 \text{ mL}$

B পাত্রে গ্যাসের চাপ,  $P_B = 0.5 \text{ atm} = (0.5 \times 760) \text{ mm(Hg)} = 380 \text{ mm (Hg)}$

B পাত্রে গ্যাসের আয়তন,  $V_B = 100 \text{ mL}$

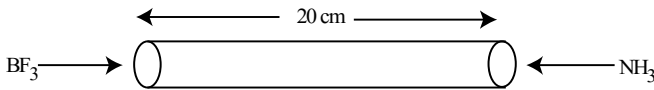
C পাত্রে মিশ্রণের মোট চাপ,  $P = 500 \text{ mm (Hg)}$

ধরি, C পাত্রে মোট আয়তন =  $V$

$$\text{ডালটনের আংশিক চাপ সূত্রানুসারে, } PV = P_A V_A + P_B V_B \Rightarrow V = \frac{P_A V_A + P_B V_B}{P} = \frac{750 \times 200 + 380 \times 100}{500} \text{ mL} = 376 \text{ mL}$$

$\therefore$  C পাত্রে আয়তন = 376 mL

11.

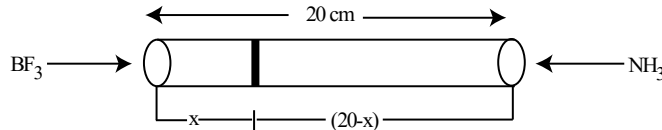


[Din.B'21]

(গ) উদ্দীপকের গ্যাস দুটি কত দূরত্বে মিলিত হবে? গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও।

সমাধান

গ.



ধরি,  $\text{BF}_3$  এর প্রান্ত হতে  $x \text{ cm}$  দূরে মিলিত হবে।  $\text{NH}_3$  এবং  $\text{BF}_3$  এর ব্যাপনের হার যথাক্রমে  $r_1, r_2$

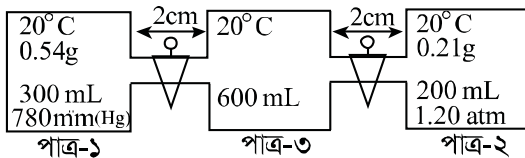
$$r_1 = \frac{20-x}{t}, r_2 = \frac{x}{t} \therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_{\text{BF}_3}}{M_{\text{NH}_3}}}$$

$$\Rightarrow \frac{20-x}{x} = \sqrt{\frac{M_{\text{BF}_3}}{M_{\text{NH}_3}}} = \sqrt{\frac{68}{17}} \therefore x = 6.67 \text{ cm}$$

$$M_{\text{BF}_3} = 11 + 19 \times 3 = 68$$

$$M_{\text{NH}_3} = 14 + 3 \times 1 = 17$$

12.



[DB'19]

(ঘ) স্টপকর্ক খোলা অবস্থায় পাত্র-১ ও পাত্র-২ হতে পাত্র-৩ এ কোন গ্যাসটি আগে পৌঁছাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ.

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \therefore \text{প্রথম পাত্রের ক্ষেত্রে, } P_1 V_1 = \frac{W_1}{M_1} RT_1 \Rightarrow W_1 = 0.012799 \times M_1 \Rightarrow M_1 = 42.189 \text{ gm}$$

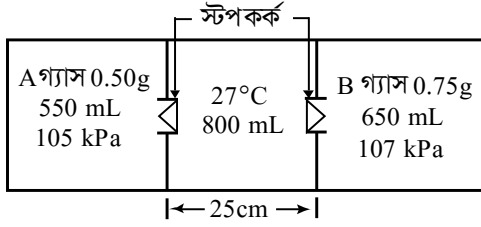
$$\text{দ্বিতীয় পাত্রের ক্ষেত্রে, } P_2 V_2 = \frac{W_2}{M_2} RT_2 \Rightarrow M_2 = 21.04 \text{ gm} \therefore \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = 1.41$$

$\therefore$  দ্বিতীয় গ্যাসটি আগে পৌঁছাবে।  $\therefore$  ২য় গ্যাস (Ans.)



[JB'19]

13.



(গ) একই সময়ে স্টপকর্ক খুলে দিলে গ্যাসদ্বয় কত দূরত্বে মিলিত হবে?

(ঘ) মিশ্রিত অবস্থায় কোন গ্যাস বেশি চাপ দিবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

গ.

$$\text{আমরা জানি, } P_A V_A = \frac{w_A}{M_A} RT \Rightarrow \frac{105}{101.325} \times 550 \times 10^{-3} = \frac{0.50}{M_A} \times 0.0821 \times 300 \Rightarrow M_A = 21.60 \text{ gm}$$

$$\text{আবার, } P_B V_B = \frac{w_B}{M_B} RT \Rightarrow \frac{107}{101.325} \times 650 \times 10^{-3} = \frac{0.75}{M_B} \times 0.0821 \times 300 \Rightarrow M_B = 26.91 \text{ gm}$$

$$\text{আবার, } \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{26.91}{21.60}} = 1.1161$$

$$\text{ধরি, } \frac{V_A/t}{V_B/t} = 1.1161 \Rightarrow \frac{A \times x}{A \times (25-x)} = 1.1161 \Rightarrow \frac{x}{25-x} = 1.1161 \therefore x = 13.1858 \text{ cm}$$

A গ্যাসের পাত্র থেকে 13.1858cm দূরে মিলিত হবে।

ঘ.

$$\text{আমরা জানি, } P_A V_A + P_B V_B = P_{\text{total}} \times V_{\text{total}}, P_A = 105 \text{ kPa} = \frac{105}{101.325} \text{ atm}$$

$$V_A = 550 \text{ mL}, P_B = 107 \text{ kPa} = \frac{107}{101.325} \text{ atm}$$

$$V_B = 650 \text{ mL}, V_{\text{total}} = 800 \text{ mL}$$

$$\therefore \frac{105}{101.325} \times 550 + 650 \times \frac{107}{101.325} = P_{\text{total}} \times 800 \Rightarrow P_{\text{total}} = 1.57 \text{ atm} = 159.125 \text{ kPa}$$

$$n_A = \frac{0.50}{21.60} = 0.0231481 \text{ mol}$$

$$n_B = \frac{0.75}{26.91} = 0.027870 \text{ mol}$$

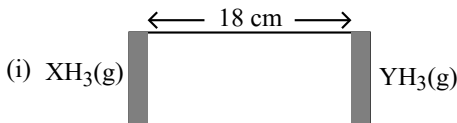
$$P_A = X_A \times P_{\text{total}} = \frac{0.0231}{0.0231+0.0278} \times 159.125 = 72.2158 \text{ kPa}$$

$$P_B = X_B \times P_{\text{total}} = \frac{0.0278}{0.0231+0.0278} \times 159.125 = 86.9091 \text{ kPa}$$

$$\therefore P_B > P_A$$

∴ মিশ্রিত অবস্থায় B গ্যাস অধিক চাপ দিবে।

14.

(ii)  $\text{XH}_3 + \text{একক্ষরীয় এসিড} \rightarrow \text{লবণ}$ 

[X ও Y এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 5 এবং 7]

(গ) কত দূরত্বে গ্যাস দুটো পরস্পর মিলিত হবে? গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও।

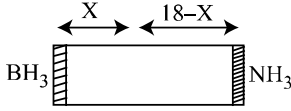
[All B'18]





## সমাধান

- গ. ধরি,  $\text{XH}_3$  বা  $\text{BH}_3$  হতে  $x$  cm দূরে গ্যাস দুটি মিলিত হয়।

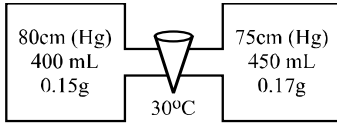


গ্রাহামের ব্যাপন সূত্র অনুযায়ী,

$$\frac{R_{\text{BH}_3}}{R_{\text{NH}_3}} = \sqrt{\frac{M_{\text{NH}_3}}{M_{\text{BH}_3}}} \Rightarrow \frac{V_{\text{BH}_3}}{V_{\text{NH}_3}} = \sqrt{\frac{17}{14}} \Rightarrow \frac{Ax}{A(18-x)} = \sqrt{\frac{17}{14}} \Rightarrow \frac{x}{18-x} = \frac{\sqrt{17}}{\sqrt{14+\sqrt{17}}} \therefore x = 9.44 \text{ cm}$$

$\therefore \text{BH}_3$  হতে 9.44cm দূরে গ্যাস দুটি মিলিত হবে।

15.



P-গ্যাস

Q-গ্যাস

[Ctg.B'17]

(ঘ) উদ্দীপকের গ্যাস মিশ্রণের চাপ 102 kPa হলে গ্যাস দুটি আদর্শ কিনা- বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

- ঘ. গ্যাসদ্বয় আদর্শ হলে ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র মেনে চলবে।

$$P = 102 \text{ kPa}, V = (400 + 450) \text{ mL} = 850 \text{ mL} = 0.85 \text{ L}$$

$$P_1 = 80 \text{ cm Hg} = \left(\frac{80}{76} \times 101.325\right) \text{ kPa}, V_1 = 400 \text{ mL} = 0.4 \text{ L}$$

$$P_2 = 75 \text{ cm Hg} = \left(\frac{75}{76} \times 101.325\right) \text{ kPa}, V_2 = 450 \text{ mL} = 0.45 \text{ L}$$

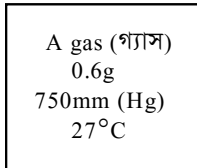
এখন,  $P_1V_1 + P_2V_2 = PV$  হলে গ্যাসদ্বয় আদর্শ।

$$\text{LHS} = \left(\frac{80}{76} \times 101.325 \times 0.4\right) + \left(\frac{75}{76} \times 101.325 \times 0.45\right) = 87.66 \text{ J}$$

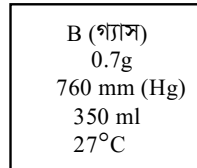
$$\text{RHS} = PV = (102 \times 0.85) = 86.7 \text{ J}$$

$\text{LHS} \neq \text{RHS} \therefore$  গ্যাসদ্বয় আদর্শ নয়।

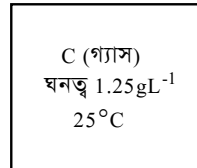
16.



(A)



(B)



(C)

[SB'17]

(ঘ) একই তাপমাত্রায় উদ্দীপকের A গ্যাস ও B গ্যাস এর মধ্যে কোনটির ব্যাপন হার বেশি হবে গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর।

## সমাধান

- ঘ. আমরা জানি, গ্যাসের ঘনত্ব,  $d = \frac{W}{V}$

$$\therefore \text{A গ্যাসের ঘনত্ব}, d_A = \frac{0.6\text{g}}{350\text{mL}} = 0.0017\text{gmL}^{-1}$$

$$\therefore \text{B গ্যাসের ঘনত্ব}, d_B = \frac{0.7\text{g}}{350\text{mL}} = 0.002\text{gmL}^{-1}$$

ধরি, A ও B গ্যাসের ব্যাপন হার,  $r_A$  ও  $r_B$ ।

$$\text{আমরা জানি, } \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} \text{ বা, } \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{0.002}{0.0017}} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 1.085 ; r_A = 1.085 \times r_B$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, A গ্যাসের ব্যাপন হার বেশি।

[Note: প্রশ্নে A গ্যাসের আয়তন দেওয়া নেই। তাই A গ্যাসের আয়তন B গ্যাসের আয়তনের সমান ধরা হয়েছে।]

এখানে, A গ্যাসের ভর,  $W_A = 0.6\text{g}$

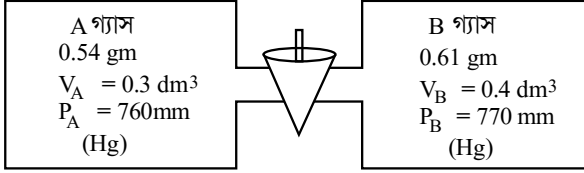
A গ্যাসের আয়তন,  $V_A = 350 \text{ mL}$

B গ্যাসের ভর,  $W_B = 0.7\text{g}$

B গ্যাসের আয়তন,  $V_B = 350\text{mL}$



17.



[ A ও B গ্যাস দু'টি পরস্পর বিক্রিয়াহীন ]

(গ) চাবি খোলা অবস্থায়  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ নির্ণয় কর।(ঘ)  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় A ও B গ্যাস দু'টির ব্যাপন হার তুলনা কর।

সমাধান

গ.

এখানে, চাবি বন্ধ অবস্থায় A গ্যাসের আংশিক চাপ,  $P_A = 760 \text{ mm (Hg)}$ আয়তন,  $V_A = 0.3 \text{ dm}^3$ চাবি খোলা অবস্থায় মোট আয়তন,  $V = (0.3 + 0.4) \text{ dm}^3 = 0.7 \text{ dm}^3$ এবং চাবি বন্ধ অবস্থায় B গ্যাসের আংশিক চাপ,  $P_B = 770 \text{ mm (Hg)}$ আয়তন,  $V_B = 0.4 \text{ dm}^3$ গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ,  $P = ?$ ডাল্টনের সূত্রানুসারে,  $P_A V_A + P_B V_B = PV \therefore P = \frac{1}{V} (P_A V_A + P_B V_B) = 765.7 \text{ mm (Hg)}$ 

ঘ.

আমরা জানি,

A গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$$P_A V_A = n_A RT \text{ বা, } n_A = \frac{P_A V_A}{RT}$$

$$\text{বা, } n_A = \frac{1.013 \times 10^5 \times 0.3 \times 10^{-3}}{8.31 \times 298}$$

$$\text{বা, } n_A = \frac{0.3039 \times 10^2}{2476.38}$$

$$\text{বা, } \frac{W_A}{M_A} = 0.01227 \left[ \therefore n_A = \frac{W_A}{M_A} \right]$$

$$\text{বা, } M_A = \frac{0.54}{0.01227} \therefore M_A = 44 \text{ g}$$

B গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$$P_B V_B = n_B RT \text{ বা, } n_B = \frac{P_B V_B}{RT}$$

$$\text{বা, } n_B = \frac{1.026 \times 10^5 \times 0.4 \times 10^{-3}}{8.31 \times 298}$$

$$\text{বা, } n_B = \frac{0.4104 \times 10^2}{2476.38}$$

$$\text{বা, } n_B = 0.01657 \text{ বা, } \frac{W_B}{M_B} = 0.01657$$

$$\text{বা, } M_B = \frac{0.61}{0.01657} \therefore M_B = 36.8 \text{ g}$$

এখানে,

A গ্যাসটির ভর,  $W_A = 0.54 \text{ gm}$ আয়তন,  $V_A = 0.3 \text{ dm}^3 = 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ চাপ,  $P_A = 760 \text{ mm (Hg)}$ 

$$= 1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

গ্যাস ধ্রুবক,  $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ তাপমাত্রা,  $T = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$ মোলসংখ্যা,  $n_A = ?$ আণবিক ভর,  $M_A = ?$ B গ্যাসটির ভর,  $W_B = 0.61 \text{ gm}$ আয়তন,  $V_B = 0.4 \text{ dm}^3 = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 

$$\text{চাপ, } P_B = \frac{770}{760} = 1.013 \text{ atm}$$

$$= 1.026 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

তাপমাত্রা,  $T = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$ আণবিক ভর,  $M_B = ?$ এখন, A ও B গ্যাসের ব্যাপনের হার যথাক্রমে  $r_A$  ও  $r_B$  হলে,

$$\frac{r_A}{r_B} = \left( \frac{M_B}{M_A} \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{36.8}{44}} = \sqrt{0.836} = 0.914 \therefore r_A : r_B = 0.914 : 1$$

A ও B গ্যাসদ্বয়ের ব্যাপন হারের অনুপাত 0.914:1



## Type-03: গ্যাসের আণবিক গতিতত্ত্ব সংক্রান্ত সমস্যা

## ◆ বর্গমূল গড় বর্গবেগ:

বর্গমূল গড় বর্গ বেগ ইংরেজিতে Root Mean Square বা RMS বেগ নামে পরিচিত।

একটি গ্যাসের 'n' সংখ্যক অণু থাকলে এবং অণুসমূহের গতিবেগ  $c_1, c_2, c_3 \dots \dots \dots c_n$  হলে বর্গমূল গড় বর্গবেগের মান হবে,

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots \dots \dots + c_n^2}{n}}$$

গ্যাসের গতির সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, কোনো গ্যাসের অণুর RMS বেগ,  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  [M = গ্যাসটির আণবিক ভর (যা kg তে নিতে হবে)]

RMS বেগ ব্যতীত গ্যাস অণুর আরও দুটো গতিবেগ আছে: গড় গতিবেগ ও সম্ভাব্যতম বেগ।

## ◆ গড় গতিবেগ (average velocity):

কোনো গ্যাসের অণুসমূহের বিভিন্ন গতিবেগের পাটিগণিতীয় গড়কে গড় গতিবেগ বলে। যেমন n সংখ্যক অণুর গতিবেগ

$$c_1, c_2, c_3 \dots \dots \dots c_n \text{ হলে গড় গতিবেগ } \bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots \dots \dots + c_n}{n}$$

গড় গতিবেগের মান গ্যাসের আণবিক ভরের সঙ্গে নিম্নরূপে সম্পর্কিত-  $\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

## ◆ সম্ভাব্যতম বেগ (most probable velocity):

কোনো গ্যাসের অণুসমূহের বিভিন্ন গতিবেগের মধ্যে যে বেগটি সর্বাধিক সংখ্যক অণুর মধ্যে বর্তমান তাকে সম্ভাব্যতম বেগ বলে।

$$\text{সম্ভাব্যতম বেগ (mp) এর মান হলো, } C_{mp} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

$$\text{➤ } C_{rms} > \bar{c} > C_{mp}$$

$$\text{➤ } C_{rms} : \bar{c} : C_{mp} \sqrt{3} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{2} = 1.58 : 1.45 : 1.29 = 1.22 : 1.12 : 1.00$$

## ◆ গ্যাসের গতিশক্তি:

$$\text{সংজ্ঞানুসারে গ্যাসের গতিশক্তি} = \frac{1}{2} \times \text{ভর} \times (\text{গতি})^2$$

$$\text{গ্যাসের গতিয় সমীকরণ থেকে আমরা পাই, } PV = \frac{1}{3} mnc^2 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} mnc^2$$

$$= \frac{2}{3} \times \text{মোট গতিশক্তি}$$

$$\therefore \text{মোট গতিশক্তি} = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} nRT \quad (\because \text{আদর্শ গ্যাসের জন্য } PV = nRT)$$

$$n = \frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{22.4}$$

[m = গ্যাসের প্রতিটি অণুর ভর,  
n = গ্যাসের মোট অণুর সংখ্যা,  
c = গ্যাসের RMS বেগ]

## গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. 27°C তাপমাত্রায় O<sub>2</sub> এর RMS এর মান কত? [RB'22]

- (a) 453.23 ms<sup>-1</sup>      (b) 463.34 ms<sup>-1</sup>  
(c) 473.45 ms<sup>-1</sup>      (d) 483.56 ms<sup>-1</sup>

$$\text{সমাধান: (d); } C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}}$$

$$= 483.56 \text{ ms}^{-1}$$

02. স্থির তাপমাত্রায় RMS বেগের সঠিক ক্রম কোনটি? [Ctg.B'22]

- (a) H<sub>2</sub> > N<sub>2</sub> > CO<sub>2</sub>      (b) CO<sub>2</sub> > O<sub>2</sub> > H<sub>2</sub>  
(c) N<sub>2</sub> > CO<sub>2</sub> > He      (d) O<sub>2</sub> > H<sub>2</sub> > CO<sub>2</sub>

$$\text{সমাধান: (a); } C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

∴ যার আণবিক ভর কম তার RMS বেগ বেশি।



03. 300 K তাপমাত্রায় He ও O<sub>2</sub> গ্যাসের RMS বেগের অনুপাত কত? [BB'22]

(a) 16:1 (b) 8:1 (c) 4:1 (d) 1:4

সমাধান: (c);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M} \frac{C_{rms}(He)}{C_{rms}(O_2)}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{He}}}$   
 $= \sqrt{\frac{32}{4}} = \frac{4}{1} = 4:1$

04. ১ মোল গ্যাসের গতিশক্তি হচ্ছে- [MB'22] [Ans: d]

(a)  $\frac{3RT}{N_A}$  (b)  $\frac{3nRT}{2}$  (c)  $\frac{3R}{N_A}$  (d)  $\frac{3RT}{2}$

05. কোন তাপমাত্রায় একটি অণুর গতিশক্তি শূন্য হবে?

[RB'21] [Ans: c]

(a) 0°C (b) 270°C (c) 0K (d) 298K

06. 27°C তাপমাত্রায় 4.4g CO<sub>2</sub> গ্যাসের গড় গতিশক্তি কত?

[Ctg.B.'21]

(a) 3.69 J (b) 374.13 J (c) 369 kJ (d) 374.13 J

সমাধান (d);  $E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{4.4}{44} \times 8.314 \times 300 = 374.13J$

07. 25°C তাপমাত্রায় 2 মোল হাইড্রোজেনের গড় গতিশক্তি হবে- [CB'21]

(a)  $3.303 \times 10^3 J$  (b)  $6.809 \times 10^3 J$   
 (c)  $7.43 \times 10^3 J$  (d)  $6.23 \times 10^2 J$

সমাধান (c);  $E = \frac{3}{2} \times 2 \times 8.314 \times 298 = 7.43 \times 10^3 J$

08. 25°C তাপমাত্রায় 14g N<sub>2</sub> গ্যাসের গতিশক্তি কত হবে?

(a) 1.8588 J (b) 18.588 J [BB'21]  
 (c) 185.88 J (d) 1858.8 J

সমাধান (d);  $E = \frac{3}{2} \times nRT = \frac{3}{2} \times \frac{W}{28} \times RT = 1858.8J$

09. 27°C তাপমাত্রায় O<sub>2</sub> গ্যাসের rms বেগ কত? [BB'21]

(a) 48.597ms<sup>-1</sup> (b) 485.97ms<sup>-1</sup>  
 (c) 4859.7ms<sup>-1</sup> (d) 4855.7ms<sup>-1</sup>

সমাধান (b);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 485.97 \text{ ms}^{-1}$

10. 27°C তাপমাত্রায় 22g CO<sub>2</sub> এর গতিশক্তি কত জুল?[SB'21]

(a) 1870.65 (b) 168.36 (c) 82.30 (d) 18.47

সমাধান (a);  $E_k = \frac{3}{2} nRT = 1870.65 J$   $[n = \frac{22}{44} = \frac{1}{2}]$

11. 25°C তাপমাত্রায় 2 গ্রাম He এর গতিশক্তি কত জুল?

[Ctg.B'19]

(a) 1658 (b) 1759 (c) 1858 (d) 1885

সমাধান (c);  $E_k = \frac{3}{2} \times \frac{2}{4} \times 8.314 \times 298 = 1858.179J$

12. SATP তে অক্সিজেন গ্যাসের RMS বেগ কত ms<sup>-1</sup>?

[BB'19]

(a) 15.24 (b) 123.51 (c) 461.28 (d) 481.94

সমাধান: (d);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 298}{32 \times 10^{-3}}} = 481.94$

13. 33°C তাপমাত্রায় N<sub>2</sub> এর rms কত ms<sup>-1</sup>? [JB'19]

(a) 16.33 (b) 51.58 (c) 522 (d) 772

সমাধান: (c);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 522 \text{ ms}^{-1}$

14. STP তে O<sub>2</sub> গ্যাসের RMS বেগ কত? [DB'17]

(a) 46.134ms<sup>-1</sup> (b) 461.34ms<sup>-1</sup>  
 (c) 561.34ms<sup>-1</sup> (d) 600.5ms<sup>-1</sup>

সমাধান: (b);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{32 \times 10^{-3}}} = 461.34 \text{ ms}^{-1}$

15. 1 মোল গ্যাসের গতিশক্তি কোনটি? [BB'17][Ans:d]

(a)  $\frac{3}{2} \frac{RT}{N_A}$  (b)  $\frac{3}{2} nRT$  (c)  $\frac{3}{2} R$  (d)  $\frac{3}{2} RT$

16. 27°C তাপমাত্রায় O<sub>2</sub> এর RMS বেগ কত? [Din.B'17]

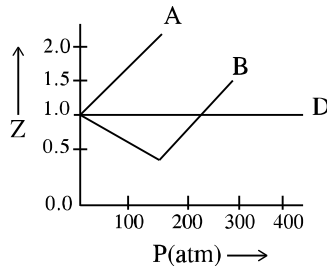
(a) 453.23 ms<sup>-1</sup> (b) 463.34 ms<sup>-1</sup>  
 (c) 473.45 ms<sup>-1</sup> (d) 483.56 ms<sup>-1</sup>

সমাধান: (d);  $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}} = 483.56 \text{ ms}^{-1}$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর:

[RB'22]



অর্থাৎ  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{বিশোধন}} \text{CaO} + \text{CO}_2$  (g) B-গ্যাস চুনাপাথরের বিশোধনে পাওয়া যায়।

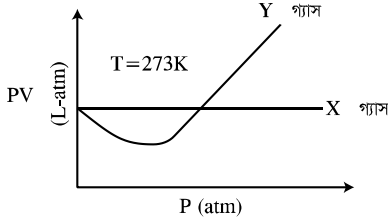
(গ) 27°C তাপমাত্রায় B গ্যাসটির 10 g এর গতিশক্তি জুল এককে নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ. B গ্যাসটি কার্বন-ডাই-অক্সাইড (CO<sub>2</sub>)  
 গতিশক্তি,  $E_K = \frac{3}{2}nRT$   
 $= \frac{3}{2} \frac{W}{M} RT$   
 $= \frac{3}{2} \times \frac{18}{44} \times 8.314 \times 300 = 850.29 \text{ J}$

$$\begin{aligned} M_{\text{CO}_2} &= 44 \\ W &= 10 \text{ g} \\ T &= 27 + 273 = 300 \text{ K} \end{aligned}$$

02.



[Din.B'22]

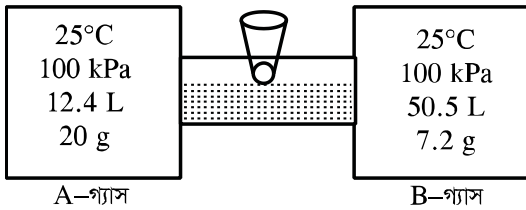
(গ) 25°C তাপমাত্রায় 'Y' গ্যাসের একটি অণুর গতিশক্তি গণনা কর।

## সমাধান

গ. 1 টি অণুর গতিশক্তি,  
 $E_K = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} KT$   
 $= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 273$   
 $E_k = 5.65 \times 10^{-21} \text{ J}$

$$\begin{aligned} 1 \text{ মোল অণুর গতিশক্তি} &= \frac{3}{2} RT \\ \therefore N_A \text{ টি অণুর গতিশক্তি} &= \frac{3}{2} RT \\ 1 \text{ টি অণুর গতিশক্তি} &= \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} KT \end{aligned}$$

03.



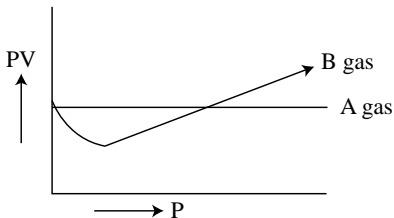
[JB'22]

(গ) 1 মোল B গ্যাসের অণুর গতিশক্তি নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ. 1 mol B গ্যাসের অণুর গতিশক্তি;  
 $E_K = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times 1 \times 8.314 \times (25 + 273)$   
 গতিশক্তি,  $E_K = 3716.358 \text{ J}$

04.



[DB'21]

B গ্যাস গ্রীন হাউজ প্রভাব সৃষ্টির জন্য দায়ী।

(গ) 27°C তাপমাত্রায় B গ্যাসের গতিশক্তি বাহির কর।

## সমাধান

গ. B গ্যাসটি CO<sub>2</sub>, এখানে CO<sub>2</sub> গ্যাসের 1টি এবং 1মোলের গতিশক্তি নির্ণয় করা হলো:  
 $K = 1.38 \times 10^{-23}$ ;  $T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ ,  
 গতিশক্তি  $E_k = \frac{3}{2}KT = 6.213 \times 10^{-21}$   
 [1টি অণুর গতিশক্তি]

$$\begin{aligned} R &= 8.314 \text{ Jk}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\ \therefore \text{গতিশক্তি } E_k &= \frac{3}{2} RT = 3741.31 \text{ J} \\ [1 \text{ mol গ্যাসের গতিশক্তি}] \end{aligned}$$



[CB'21]

05.

$20^{\circ}\text{C}$ $0.97\text{atm}$ $0.84\text{g}$ $400\text{mL}$	$20^{\circ}\text{C}$ $770\text{mm(Hg)}$ $0.6\text{L}$ $0.7\text{g}$
--	--

A

B

(গ) A পাত্রের গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গ গতিবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

উদ্দীপকের A গ্যাসের ক্ষেত্রে, তাপমাত্রা,  $T = 20^{\circ}\text{C} = (20 + 273)\text{K} = 293\text{K}$ চাপ,  $P = 0.97\text{atm}$ ; ভর,  $W = 0.84\text{g}$ আয়তন,  $V = 400\text{mL} = 0.4\text{L}$ মোলার গ্যাস ধ্রুবক,  $R = 0.0821\text{L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ আণবিক ভর  $M_A = ?$ 

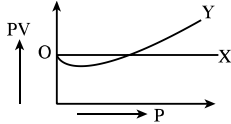
$$PV = \frac{W}{M_A}RT \text{ বা, } M_A = \frac{WRT}{PV} \text{ বা, } M_A = \frac{0.84 \times 0.0821 \times 293}{0.97 \times 0.4} \therefore M_A = 52.08$$

আবার, আণবিক ভর,  $M_A = 52.08\text{g} = 52.08 \times 10^{-3}\text{kg}$ মোলার গ্যাস ধ্রুবক,  $R = 8.314\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ 

$$\text{আমরা জানি, বর্গমূল গড়বর্গ গতিবেগ, } C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 293}{52.08 \times 10^{-3}}} = 374.596\text{ ms}^{-1}$$

 $\therefore$  A পাত্রের গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গ গতিবেগ  $374.596\text{ ms}^{-1}$ 

06.



[SB'21]

(গ) OY গ্যাসটির ঘনত্ব STP তে  $1.25\text{ gL}^{-1}$  হলে এর RMS বেগ কত?

সমাধান

গ.

$$\rho = 1.25\text{ gL}^{-1} = 1.25\text{ kg m}^{-3}$$

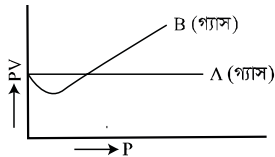
$$C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 101325}{1.25}} = 493.133\text{ ms}^{-1}$$

বিকল্প: OY গ্যাসটির ক্ষেত্রে, ঘনত্ব STP তে  $1.25\text{ gL}$ সুতরাং,  $1\text{L}$  আয়তনের গ্যাসের ভর  $1.25\text{ g}$  $1$  মোল বা  $22.4\text{L}$  ” ” ”  $1.25 \times 22.4 = 28\text{ g}$ 

$$\therefore M = 28\text{ g mol}^{-1}$$

$$C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314}{28 \times 10^{-3}}} = 493.133\text{ ms}^{-1}$$

07.



[MB'21]

(গ) B গ্যাসটির ঘনত্ব STP তে  $1.43\text{ gL}^{-1}$  হলে এর গতিবেগ কত?

সমাধান

গ.

$$C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 101325}{1.43}} = 461.053\text{ ms}^{-1}$$



08. 

Cl <sub>2</sub> 10g 20°C	=	‘A’ গ্যাস 15°C
--------------------------------	---	-------------------

  
কনটেইনার-১                      কনটেইনার-২

[SB'19]

[A গ্যাসটি চূনাপাথরের বিয়োজনের মাধ্যমে পাওয়া যায়]

(ঘ) কনটেইনার- ২ এর গ্যাসের তাপমাত্রা কত পরিবর্তন করলে উদ্দীপক গ্যাসদ্বয়ের RMS বেগ সমান হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ. কনটেইনার (২) এর গ্যাসটি হলো CO<sub>2</sub> গ্যাস। (CaCO<sub>3</sub> → CaO + CO<sub>2</sub>)

$$C_{rms}(Cl_2) = C_{rms}(CO_2) \Rightarrow \sqrt{\frac{3RT_{Cl_2}}{M_{Cl_2}}} = \sqrt{\frac{3RT_{CO_2}}{M_{CO_2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{Cl_2}}{M_{Cl_2}} = \frac{T_{CO_2}}{M_{CO_2}} \Rightarrow \frac{20 + 273}{71} = \frac{T_{CO_2}}{44}$$

$$\therefore T_{CO_2} = 181.577K = -91.422^\circ C$$

$$\therefore \text{কনটেইনার- ২ এর তাপমাত্রা আরো কমাতে হবে} = -91.422^\circ C - 15^\circ C = -106.422^\circ C \text{ (Ans.)}$$

09. STP তে দুটি মৌলিক গ্যাস A ও B এর মোলার আয়তন নিম্নরূপ:

[BB'19]

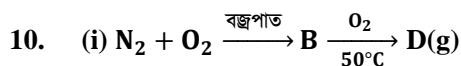
গ্যাস	আণবিক ভর	মোলার আয়তন
A	40	22.4 লি.
B	71	22.2 লি.

(গ) STP তে গ্যাসের RMS বেগ নির্ণয় কর।

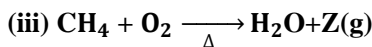
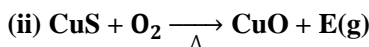
সমাধান

গ.  $C_{rms(A)} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{40 \times 10^{-3}}} = 412.588 \text{ ms}^{-1}$  [STP তে T = 273 K]

$$C_{rms(B)} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{71 \times 10^{-3}}} = 309.6833 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans)}$$

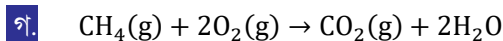


[CB'19]



(গ) 30°C তাপমাত্রায় Z গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ(RMS) নির্ণয় কর।

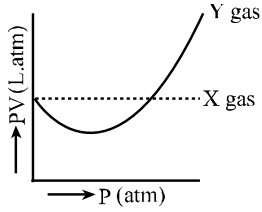
সমাধান

অর্থাৎ Z হলো CO<sub>2</sub> গ্যাস।

$$\therefore 30^\circ C \text{ তাপমাত্রায় RMS বেগ} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 303}{44 \times 10^{-3}}} = 414.4389 \text{ ms}^{-1}$$



11.



[Din.B'19]

Y গ্যাসটি চূনাপাথরের বিয়োজনে উৎপন্ন হয়।

(গ) 27°C তাপমাত্রায় উদ্দীপকের Y গ্যাসটির RMS বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

$$Y \text{ গ্যাসটি হল } CO_2 \mid C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{44 \times 10^{-3}}} = 412.38 \text{ ms}^{-1}$$

12.

A gas (গ্যাস) 0.6g 750mm (Hg) 27°C
---

(A)

B (গ্যাস) 0.7g 760 mm (Hg) 350 ml 27°C
--

(B)

C (গ্যাস) ঘনত্ব 1.25gL <sup>-1</sup> 25°C
---

(C)

[SB'17]

(গ) উদ্দীপকের 'C' গ্যাসটির RMS বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

1L এ গ্যাসটির ভর 1.25g

∴ 22.4L এ গ্যাসটির ভর (1.25 × 22.4)g = 28g

আণবিক ভর, M = 28 g mol<sup>-1</sup>

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273)\text{K} = 298 \text{ K}$$

$$R = 8.316 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, RMS বেগ} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.316 \times 298}{28 \times 10^{-3}}} = 515.28 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

13.

24.63 atm 1200K 1L
--------------------------

A গ্যাস

50 atm 300K 0.35L
-------------------------

B গ্যাস

[Din.B'17]

(গ) উদ্দীপকের A-গ্যাসের একটি অণুর গড় গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

আমরা জানি-

একটি অণুর গড় গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{3RT}{2N_A} = \frac{3 \times 8.314 \times 1200}{2 \times 6.023 \times 10^{23}} = 2.485 \times 10^{-20} \text{ J}$$

∴ A গ্যাসের একটি অণুর

গড় গতিশক্তি 2.485 × 10<sup>-20</sup> J

এখানে, A গ্যাসের ক্ষেত্রে,

তাপমাত্রা, T = 1200 K

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, R = 8.314 JK<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা, N<sub>A</sub> = 6.023 × 10<sup>23</sup>

একটি অণুর গড় গতিশক্তি, E<sub>k</sub> = ?





## Type-04: বাস্তব গ্যাস সংক্রান্ত সমস্যা

- ♦ ভ্যানডারওয়ালস সমীকরণ:

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$a \text{ এর একক} = \text{atm L}^2\text{mol}^{-2}$$

$$b \text{ এর একক} = \text{L mol}^{-1}$$

- ♦ আদর্শ ও বাস্তব গ্যাস:

গ্যাসের সূত্রসমূহের প্রয়োগের উপর ভিত্তি করে গ্যাসকে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা হয়। (i) আদর্শ আচরণকারী গ্যাস ও (ii) বাস্তব (real) গ্যাস। যেসব গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্র বিশেষ করে বয়েল ও চার্লস-এর সূত্রদ্বয়কে মেনে চলে তাদের আদর্শ গ্যাস বলে।

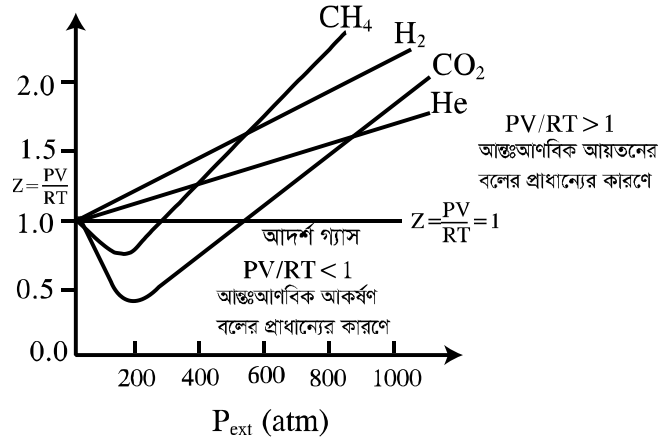
তত্ত্বীয়ভাবে সকল আদর্শ গ্যাস নিম্নের দুটো সমীকরণ অনুসরণ করে।

$$PV = nRT; \left(\frac{\delta E}{\delta V}\right)_T = 0 \text{ (এখানে, } \delta E = \text{অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন ও } \delta V = \text{আয়তনের পরিবর্তন)}$$

অর্থাৎ, স্থির উষ্ণতায় আয়তনের পরিবর্তনের সঙ্গে আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন হয় না।

- ♦ বাস্তব গ্যাসসমূহের আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুতি:

অ্যামাগা বক্র: 1880 খ্রিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী অ্যামাগা বিভিন্ন গ্যাসের জন্য স্থির তাপমাত্রায় P এর বিপরীতে PV এর লেখচিত্র আঁকেন এবং দেখান যে, বাস্তব গ্যাসগুলো আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুত হয়। পরীক্ষালব্ধ এসব PV-P রেখাগুলোকে অ্যামাগা বক্র বা অ্যামাগা রেখা বলা হয়।



চিত্র: বাস্তব গ্যাসের  $\frac{PV}{RT}$  বনাম P এর লেখ।

এখানে,  $\frac{PV}{RT} = Z$  [Z = বিচ্যুতি]

(i) আদর্শ গ্যাসের বেলায়,  $Z = 1$  হয়।

(ii) Z এর মান 1 হতে যত বেশি বা কম হবে, বাস্তব গ্যাসটি আদর্শ আচরণ থেকে ততই বিচ্যুত হবে।

(iii) যখন  $Z < 1$  হয়, তখন আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রাধান্যের জন্য গ্যাসটি অধিক পেষণযোগ্য হয়।

যেমন,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  ইত্যাদি গ্যাসের বেলায়,  $PV < RT$  হয়।

(iv) যখন  $Z > 1$  হয়, তখন বাস্তব গ্যাসের আন্তঃআকর্ষণ বল কম থাকায়, আণবিক আয়তনের প্রাধান্যবশত গ্যাসটি কম পেষণযোগ্য হয়।

যেমন,  $H_2$ ,  $He$  গ্যাসের বেলায়,  $PV > RT$  হয়।





গ্যাস সমূহের আণবিক ভর দেওয়া নেই বলে উভয় গ্যাসের 1 মোল আছে বলে ধরে নেয়া হলো।

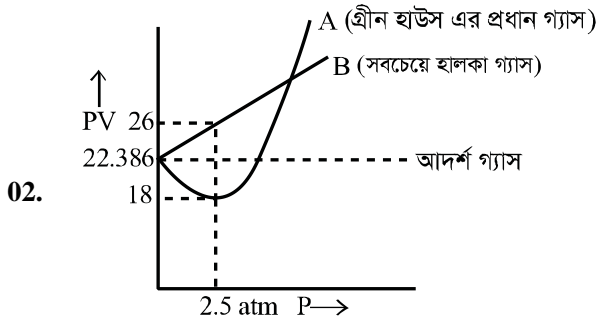
$$Z_A = \frac{P_A V_A}{nRT_A} = \frac{\frac{450}{760} \times 0.600}{1 \times 0.821 \times 303} = 0.0142$$

$$Z_B = \frac{P_B V_B}{nRT_B} = \frac{0.7 \times 0.500}{1 \times 0.821 \times 303} = 0.140$$

A গ্যাসের বিচ্যুতি  $1 - 0.0142 = 0.9858$

B গ্যাসের বিচ্যুতি  $1 - 0.0140 = 0.986$

অর্থাৎ, B গ্যাসের বিচ্যুতি বেশি।



[Ctg.B'19]

[0°C তাপমাত্রায় প্রতি মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে PV বনাম P লেখ]

(ঘ) উদ্দীপকমতে, আদর্শ গ্যাসের আচরণ থেকে 'A' ও 'B' গ্যাসের বিচ্যুতির প্রকৃতি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ. উদ্দীপকে আদর্শ গ্যাসের আচরণ থেকে A তথা CO<sub>2</sub> প্রথমে “ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখায়” (ও পরে ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়) ও B তথা H<sub>2</sub> গ্যাস প্রথম থেকেই ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়।

মূলত গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্য অনুসারে গ্যাস অণুগুলোর নিজস্ব আয়তন অত্যন্ত ক্ষুদ্র, ফলে গ্যাস অণুসমূহের কার্যকরী আয়তন ধরা হয় পাত্রের আয়তনের সমান, কিন্তু প্রকৃতপক্ষে গ্যাসের কার্যকর আয়তন হলো পাত্রের আয়তন থেকে অণুসমূহের আয়তন বাদ দিলে যা পাওয়া যায়, ফলে আয়তন ক্রটি দেখা যায়। অন্যদিকে, গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে গ্যাস অণুসমূহের মধ্যে কোন আন্তঃআণবিক আকর্ষণ নেই, তবে প্রকৃতপক্ষে গ্যাস অণুগুলোর মধ্যে থাকা আন্তঃআণবিক আকর্ষণের কারণেই এদের তরলে পরিণত করা যায়। ফলে তাপে ক্রটি দেখা যায়, বাস্তব গ্যাস সাধারণ তাপমাত্রা ও চাপে আদর্শ আচরণ থেকে বিচ্যুত হয়।

এর ক্ষেত্রে, নিম্নচাপে ঋণাত্মক বিচ্যুতি দেখা যায়।

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

$$\therefore \text{নিম্নচাপে } V - b \approx V$$

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V) = RT \Rightarrow PV + \frac{a}{V} = RT \Rightarrow Z + \frac{a}{VRT} = 1$$

$$\Rightarrow Z = 1 - \frac{a}{VRT}; Z < 1 \text{ ঋণাত্মক বিচ্যুতি}$$



আবার চাপ বৃদ্ধি পেলে ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়,

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

উচ্চচাপে  $\frac{a}{V^2}$  নগন্য

$$P(V - b) = RT \therefore PV = Pb + RT$$

$$Z = \frac{Pb}{RT} + 1 \therefore Z > 1; \text{ ধনাত্মক বিচ্যুতি।}$$

অন্যদিকে  $H_2$  অত্যন্ত হালকা গ্যাস ফলে,  $H_2$  এর দুটি অণুর মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল সর্বদা কম। ফলে সর্বদা  $\left(\frac{a}{V^2}\right)$  নগন্য

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

$$P + \frac{a}{V^2} \approx P \therefore \left[\frac{a}{V^2} \text{ নগন্য}\right]$$

$$P(V - b) = RT$$

$$Z = 1 + \frac{Pb}{RT}; Z > 1$$

ফলে  $H_2$  সর্বদা ধনাত্মক বিচ্যুতি দেখায়।

03.

X - গ্যাস 10.0 dm <sup>3</sup> 27°C 50 kPa 8.8 g	Y - গ্যাস 1.0 dm <sup>3</sup> 27°C 200 kPa 2.4 g	(X + Y) গ্যাসের মিশ্রণ 2.0 dm <sup>3</sup> 35°C
--	--	--

[Din.B'19]

পাত্র-১      পাত্র-২      পাত্র-৩

[X ও Y-গ্যাস পরস্পর বিক্রিয়াহীন]

(ঘ) X-গ্যাস এবং Y-গ্যাসের মধ্যে কোনটিকে সহজে তরল করা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ. ধরে নিই উভয়ের 1 মোল ছিল। এখন তাহলে তাদের সংকোচনশীলতা গুণাঙ্ক বের করি।

$$X \text{ গ্যাসের, } P = 50 \times 1000 \text{ Pa}$$

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

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

$$\text{Now, } Z_X = \frac{PV}{nRT} = \frac{50 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-3}}{1 \times 8.314 \times 300} = 0.2$$

$$Y \text{ গ্যাসের, } P = 200 \times 10^3 \text{ Pa;}$$

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

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

$$\text{Now, } Z_Y = \frac{PV}{nRT} = \frac{200 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-3}}{1 \times 8.314 \times 300} = 0.08$$

$Z_Y < Z_X$  বলে Y গ্যাস অধিক সংকোচনশীল।

