অধ্যায় ০১
পরিবেশ রসায়ন

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টাইপসমূহ:

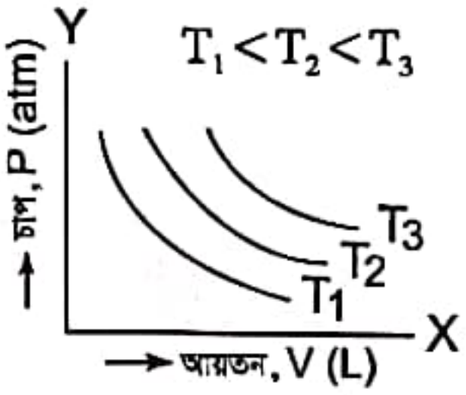
গুরুত্ব	টাইপ	ভর্তি পরীক্ষায় যে বছর প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written
✪✪✪	Q. Type-01	BUET'12-13, 10-11; KUET'15-16; RUET'10-11; CUET'10-11; BUTEX'15-16, 13-14; IUT'14-15	BUET'18-19, 09-10, 02-03; RUET'03-04
✪✪✪	Q. Type-02	CKRUET'20-21; KUET'14-15, 13-14, 12-13, 11-12; RUET'14-15, 13-14, 10-11; CUET'14-15,13-14; BUTEX'12-13; IUT'21-22, 20-21, 19-20	BUET'20-21, 19-20, 17-18, 13-14, 09-10, 08-09; RUET'15-16, 12-13, 08-09, 06-07, 09-10, 07-08; CUET'08-09
✪✪✪	Q. Type-03	CKRUET'20-21; KUET'16-17; RUET'13-14, 10-11; IUT' 18-19	BUET'01-02; BUTEX'10-11
✪✪✪	Q. Type-04	KUET'15-16, 10-11; CUET'11-12; IUT'20-21, 14-15	BUET'17-18, 05-06; CUET'03-04; BUTEX'19-20
✪✪✪	Q. Type-05	KUET'16-17, 13-14; RUET'14-15; CUET'15-16; BUTEX'15-16, 13-14; IUT'20-21, 11-12	BUET'17-18; KUET'04-05; RUET'05-06; CUET'13-14, 04-05; BUTEX'09-10
✪✪✪	Q. Type-06	BUET'13-14, 12-13; CKRUET'20-21; KUET'14-15, 13-14; RUET'14-15; IUT'19-20, 10-11	BUET'04-05, 00-01; RUET'18-19, 07-08, 06-07, 08-09, 05-06; CUET'09-10; BUTEX'11-12; IUT'21-22
✪	Q. Type-07	KUET'14-15	BUET'06-07
✪✪	Q. Type-08	BUET'13-14; KUET'13-14; RUET'13-14; BUTEX'14-15; IUT'21-22, 08-09	-
✪✪	Q. Type-09	CKRUET'20-21; KUET'18-19 IUT'17-18	BUET'17-18, 05-06; RUET'18-19; BUTEX'18-19

Question Type-01: গ্যাসের সূত্রসমূহ: বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগাড্রো সূত্র

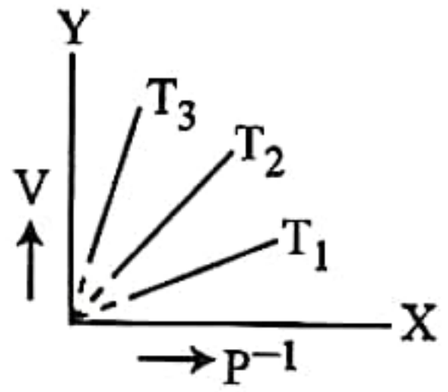
➲ **Concept:**

◆ বয়েলের সূত্র:

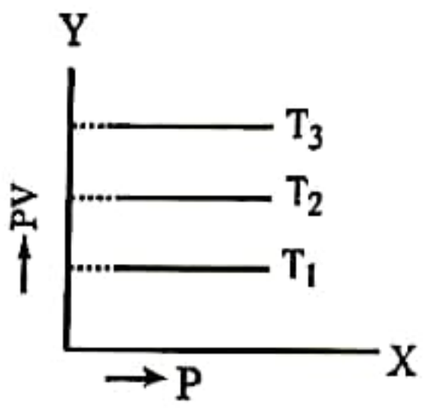
$V \propto \frac{1}{P}$ [যখন ভর, তাপমাত্রা ধ্রুবক] $\therefore P_1V_1 = P_2V_2$



চিত্র: P বনাম V লেখ



চিত্র: V বনাম P^{-1} লেখ

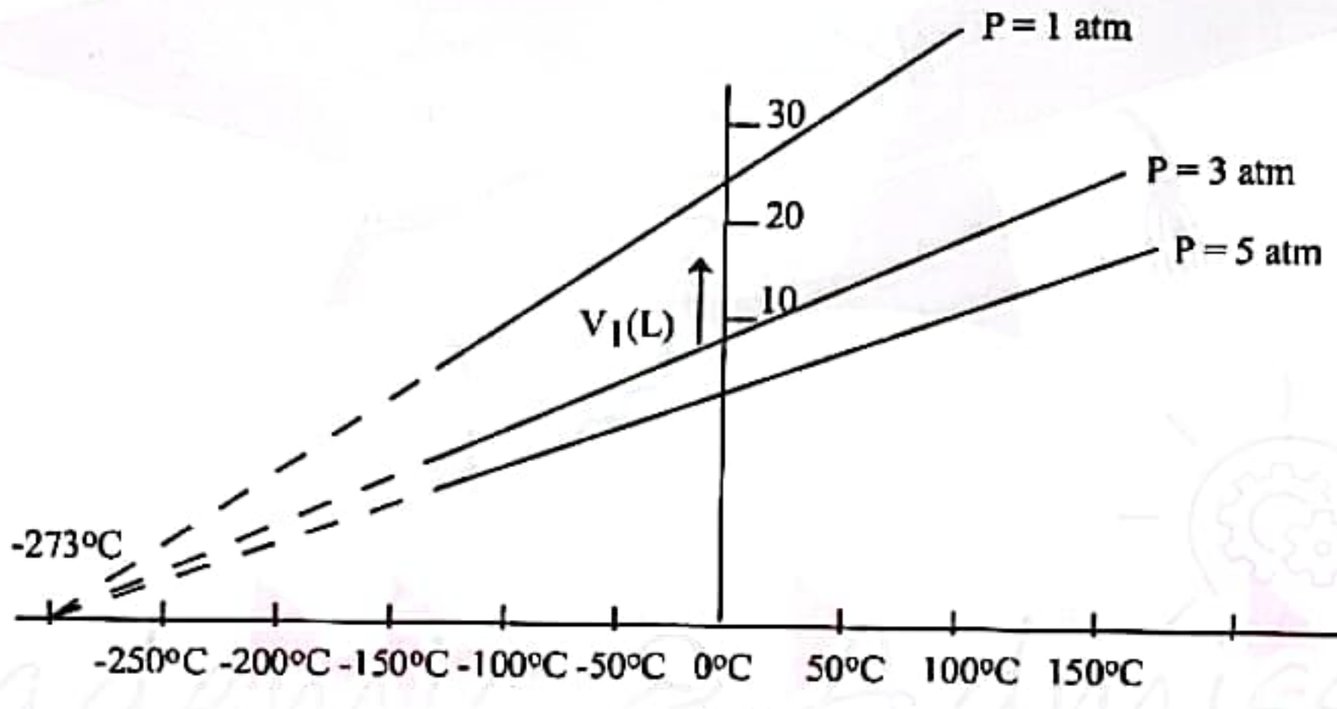


চিত্র: PV বনাম P লেখ

এখানে,
$T_3 > T_2 > T_1$

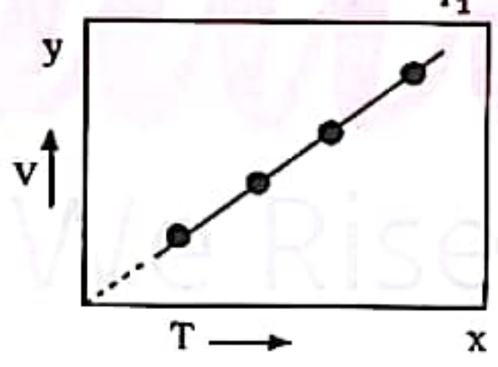
◆ চার্লসের সূত্র:

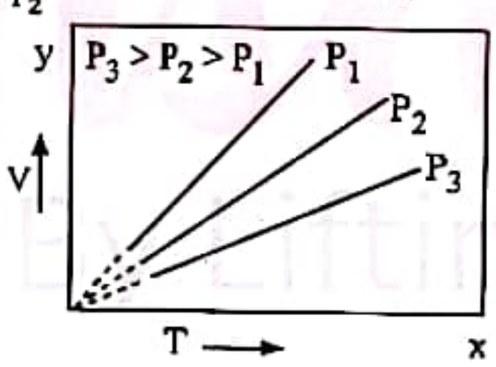
➢ $V_t = V_0 + V_0 \frac{t}{273}$ [t = সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা]

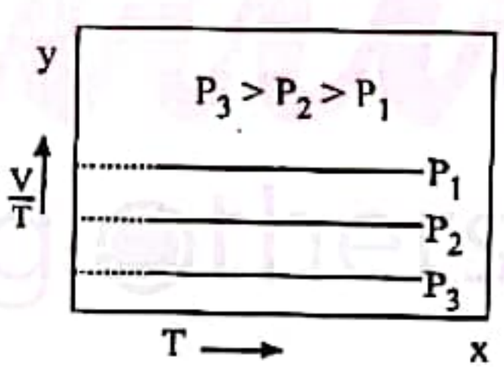


নির্দিষ্ট চাপে 1 মোল গ্যাসের V_1 বনাম T (°C এ)

➢ $V \propto T$ [T = পরম তাপমাত্রা] বা $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ [যখন ভর চাপ ধ্রুবক]







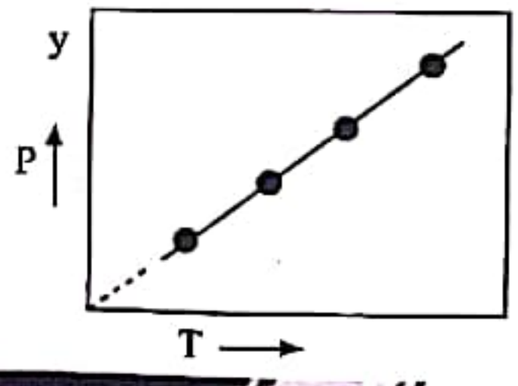
◆ অ্যাভোগাড্রোর সূত্র:

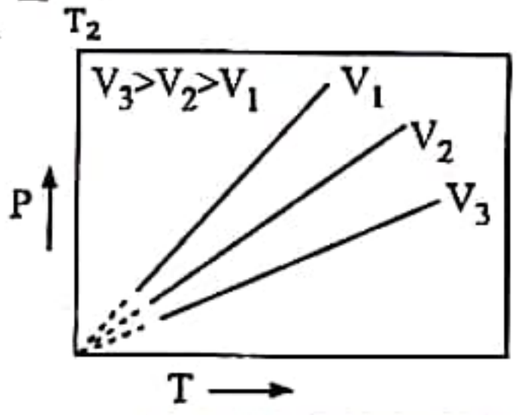
$V \propto n$ (যখন T ও P ধ্রুবক); $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$

◆ গে-লুসাকের সূত্র:

(i) চাপীয় সূত্র:

$P \propto T$ [যখন ভর, আয়তন ধ্রুবক] [T পরম তাপমাত্রা] $\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$





বিষয়	STP পদ্ধতি	SATP পদ্ধতি	NTP পদ্ধতি
পূর্ণরূপ	Standard Temperature and Pressure	Standard Ambient Temperature and Pressure	Normal Temperature and Pressure
তাপমাত্রা	0°C বা 273 K	25°C বা 298 K	20°C বা 293 K
চাপ	1 atm বা 101.325 kPa	0.987 atm বা 100 kPa	1 atm বা 101.325 kPa
মোলার আয়তন	22.414 L mol^{-1}	24.789 Lmol^{-1}	24.04 L mol^{-1}

MCQ

01. 80 cm^3 গ্যাসের আয়তন 20% বর্ধিত করা হলো কিন্তু চাপের কোন পরিবর্তন হলো না। প্রারম্ভিক তাপমাত্রা 25°C হলে গ্যাসটি কত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়েছিল? **[KUET'15-16]**

(a) 357.6°C (b) 30.0°C (c) 84.6°C (d) 60.0°C (e) 76.4°C

সমাধান: **(c);** আমরা জানি, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \therefore T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = 1.2 \times 298K = 357.6K = 84.6°C$ [P Constant]

02. নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans: c][BUTEX'15-16]**

(a) $V \propto P$ [at constant m] (b) $C = \left(\frac{RT}{3M}\right)^{\frac{1}{2}}$

(c) $V \propto T$ [at constant P] (d) $R = \frac{PT}{nv}$

03. At a constant pressure the volume of a definite mass of a gas at 100°C is 200 cm^3. The volume of that gas at the same pressure and 0°C will be- **[IUT'14-15]**

(a) 146.384 cm^3 (b) 22.4×10^3 cm^3 (c) 4.46×10^{-3} L (d) 8.92×10^{-3} L

Solution: (a); $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{T_1} \times T_2 = \frac{200}{100+273} \times 273 = 146.38\ cm^3$

04. 11g CO_2 এ কয়টি অণু আছে? **[BUTEX'13-14]**

(a) 6.023×10^{23} (b) 5.52×10^{23} (c) 1.5×10^{23} (d) 1.67×10^{23}

সমাধান: **(c);** অণু $= \frac{11}{44} \times N_A = 1.506 \times 10^{23}$ টি।

05. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে নিচের কোন গ্যাসটির মোলার আয়তন সবচেয়ে বেশি? **[BUET'12-13]**

(a) H_2 (b) He (c) Nitrogen (d) কোনটিই নয়

সমাধান: **(d);** অ্যাভোগেড্রো প্রকল্প অনুসারে একই তাপমাত্রা ও চাপে সব গ্যাসের মোলার আয়তন সমান।

06. নির্দিষ্ট চাপে 273°C তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন $1.85 \times 10^{-2} m^3$। 25°C তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন কত হবে? **[RUET'11-12]**

(a) 0.01 m^3 (b) 0.02 m^3 (c) 0.03 m^3 (d) 0.04 m^3 (e) None

সমাধান: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ বা, $\frac{1.85 \times 10^{-2}}{273+273} = \frac{V_2}{273+25} \therefore V_2 = 0.01\ m^3$

07. 5g CO_2 গ্যাসে কতটি অণু থাকে? **[BUET'10-11]**

(a) 6.84×10^{22} (b) 6.0×10^{22} (c) 6.84×10^{18} (d) 5.84×10^{22}

সমাধান: (a); $\frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} \therefore N = \frac{5}{44} \times N_A = 6.84 \times 10^{22}$

08. $V = K\frac{1}{P}$ সমীকরণ দ্বারা কোন্ সূত্রকে প্রকাশ করা হয়? **[BUET'10-11]**

(a) অ্যাভোগাড্রোর সূত্র (b) গে-লুসাকের সূত্র (c) ডাল্টনের সূত্র (d) None of the above

সমাধান: (d); $V = K\frac{1}{P}$ সমীকরণটি বয়েলের সূত্রকে প্রকাশ করে

09. নিচের কোনটি চাপের একক নয়? **[Ans: c][BUET'10-11]**

(a) Nm^{-2} (b) atm (c) Litre – atm (d) Torr

10. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন গ্যাস ধারণকারী একটি বেলুনের আয়তন $3.22 \times 10^{-6} cm^3$. উক্ত বেলুনে কতটি হাইড্রোজেন গ্যাসের অণু আছে? **[KUET'10-11]**

(a) 8.6580×10^{12} (b) 8.6080×10^{12}
(c) 8.6580×10^{13} (d) 8.6580×10^{11} (e) 7.9880×10^{13}

সমাধান: (c); $n = \frac{3.22 \times 10^{-6}}{22400} \times 6.02 \times 10^{23} = 8.65 \times 10^{13}$

11. S.T.P. তে ১টি নাইট্রোজেনের অণুর আয়তন কত? **[RUET'10-11]**

(a) $13.719 \times 10^{-23} dm^3$ (b) $3.879 \times 10^{-23} dm^3$
(c) $3.719 \times 10^{-23} dm^3$ (d) $3.979 \times 10^{-23} dm^3$ (e) None

সমাধান: (c); $\frac{22.4}{6.023 \times 10^{23}} dm^3 = 3.719 \times 10^{-23} dm^3$

12. STP তে 2.5 LCO_2 গ্যাসে কতটি অণু বিদ্যমান? **[CUET'10-11]**

(a) 5.71×10^{23} (b) 6.72×10^{23} (c) 6.023×10^{23} (d) None of these

সমাধান: (d); $2.5L\ CO_2 = \frac{2.5}{22.4} mol\ CO_2$; $CO_2 = \frac{2.5}{22.4} \times 6.023 \times 10^{23}$ টি অণু $= 6.722 \times 10^{22}$ টি অণু

Written

13. একটি লৌহ সিলিন্ডারে 250 kPa চাপে এবং 300 K তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস ভর্তি আছে। সিলিন্ডারটি 1×10^3 kPa চাপ সহ্য করতে পারে এবং গলনাঙ্ক 1800 K। সিলিন্ডারটির গলনাঙ্ক তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ কত হবে? সিলিন্ডারটি কি গলে যাবে নাকি বিস্ফোরিত হবে? **[BUET'18-19]**

সমাধান: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{250}{300} = \frac{P_2}{1800} \Rightarrow P_2 = 1500\ kPa > 1 \times 10^3\ kPa$ ∴ বিস্ফোরিত হবে।

14. একটি অক্সিজেন সিলিন্ডার 250 atm চাপ সহ্য করতে পারে। সিলিন্ডারটি 125 atm চাপ এবং 27°C তাপমাত্রায় অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ করা হল। গ্যাসের কত তাপমাত্রায় সিলিন্ডারটি বিস্ফোরিত হবে? **[BUET'09-10]**

সমাধান: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \therefore T_2 = \frac{250 \times 300}{125} = 600\ K = 323°C$ **(Ans.)**

15. তাপমাত্রা স্থির রেখে 2000 mm পারদ চাপে 1520 cm^3 আয়তন বিশিষ্ট একটি গ্যাসকে এক বায়ুমন্ডলীয় চাপে আনা হল। এখন তার আয়তন কত হবে? **[RUET'03-04]**

সমাধান: আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{2000 \times 1520}{760} = 4000\ cm^3$ **(Ans.)**

16. হিমালয়ের পাদদেশে বাতাসের চাপ 102.0 kPa এবং তাপমাত্রা 15°C. এভারেস্টের শৃঙ্গে তাপমাত্রা −23°C হলে এভারেস্টের শৃঙ্গে বাতাসের চাপ ও প্রমাণ চাপের তফাৎ হিসাব কর। **[BUET'02-03]**

সমাধান: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 102 \times \frac{250}{288} = 88.54\ kPa$

চাপের পার্থক্য $= 101.325 - 88.54 = 12.78\ kPa$ **(Ans.)**

$P_1 = 102\ kPa$
$T_1 = 288\ K\ T_2 = 250\ K$

Question Type-02: গ্যাসের সমন্বয় সূত্র ও আদর্শ গ্যাস সমীকরণ সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

- বয়েল ও চার্লস সূত্রের সমন্বয়:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

এখানে, P_1 = প্রাথমিক চাপ	P_2 = চূড়ান্ত চাপ
V_1 = প্রাথমিক আয়তন	V_2 = চূড়ান্ত আয়তন
T_1 = প্রাথমিক কেলভিন তাপমাত্রা	T_2 = চূড়ান্ত কেলভিন তাপমাত্রা

- ➢ $PV = nRT$ এটি আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ।
- ➢ নিচে বিভিন্ন এককে R এর মান দেখানো হলো-

(১) লিটার অ্যাটমস্ফিয়ার চাপ এককে	:	$R = 0.082\ L.atm.mol^{-1}K^{-1}$
(২) এস. আই. (S.I) বা জুল এককে	:	$R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$
(৩) সি.জি. এস (CGS) বা আর্গ এককে	:	$R = 8.32 \times 10^7 erg\ mol^{-1}K^{-1}$
(৪) ক্যালরি (Calorie) এককে	:	$R = 1.987\ cal\ mol^{-1}K^{-1}$
ইঞ্জিনিয়ারিং বা ফুট পাউণ্ড এককে	:	$R = 2783.63 ft.lb\ mol^{-1}K^{-1}$

MCQ

01. 80 mL gas is collected over water at 17°C and 750 mm-Hg pressure. The same amount of gas occupies a volume of 72 mL at STP in dry condition. Calculate the vapor pressure at 17°C . **[IUT'21-22]**

(a) $726.6\ mm - Hg$ (b) $32.41\ mm - Hg$ (c) $147.6\ mm - Hg$ (d) $23.41\ mm - Hg$

Solution: (b); $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 = 726.6\ mm\ Hg$

$\Delta P = (750 - 726.6) mm\ Hg = 23.41\ mm\ Hg$

02. একটি পরীক্ষা কক্ষের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা যথাক্রমে 20m, 10m এবং 5m। পরীক্ষা কক্ষটিতে কত কিলোগ্রাম বাতাস আছে? [বাতাসের তাপমাত্রা 30°C এবং আণবিক ভর 29] **[CKRUET'20-21]**

(a) 1145.45 kg (b) 1155.44 kg (c) 1166.46 kg (d) 1176.50 kg (e) 1182.78 kg

সমাধান: (c); বাতাসের আয়তন, $V = (20 \times 10 \times 5) m^3 = 1000\ m^3$

বাতাসের মোলসংখ্যা, $n = \frac{PV}{RT} = \frac{101325 \times 1000}{8.314 \times 303} = 40222.03\ mol$

∴ বাতাসের ভর, $W = nM = (40222.03 \times 29)\ g = 1166438.81\ g = 1166.44\ kg$

03. The dimension of an examination hall is 20 m × 10m × 5 m. How many kilograms of air is present in the room? The temperature of air in the room is 30°C and molecular weight of air is 29. **[IUT'20-21]**

(a) 1166.46 (b) 1661.46 (c) 1266.46 (d) None of these

Solution: (a); $V = (20 \times 10 \times 5)\ m^3 = 1000\ m^3$; $P = 1.01325 \times 10^5\ Pa$

$T = 30°C = (30 + 273)\ K = 303\ K$; $M = 29\ g/mole$

$\therefore\ n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow W = \frac{MPV}{RT} = \frac{29 \times 1.01325 \times 10^5 \times 1000}{8.314 \times 303} gm = 1.1664 \times 10^6 gm = 1166.46\ kg$

04. What will be the density of CO_2 gas at 100° C temperature and 1.0526 atm pressure? **[IUT'19-20]**

(a) $3.514\ gL^{-1}$ (b) $2.514\ gL^{-1}$ (c) $1.514\ gL^{-1}$ (d) $0.514\ gL^{-1}$

Solution: (c); $PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{W}{m}RT \Rightarrow \frac{w}{V} = \frac{Pm}{RT} \therefore d = \frac{1.0526 \times 44}{0.0821 \times 373} = 1.514 gL^{-1}$

05. 650 mm চাপ ও 30°C তাপমাত্রায় 950 mL গ্যাসে কতটি গ্যাসের অণু আছে? **[KUET'14-15]**

(a) 0.1972×10^{23} (b) 1.9672×10^{23} (c) 1.9426×10^{21} (d) 1.9426×10^{22} (e) 2.0112×10^{23}

সমাধান: (a); $PV = \frac{N}{N_A}RT \Rightarrow \frac{650}{760} \times \frac{950}{1000} = \frac{N}{N_A} \times 0.0821 \times 303 \Rightarrow N = 0.19672 \times 10^{23}$

06. 20°C তাপমাত্রায় 98.66 kPa চাপে 0.842 kg একটি গ্যাস $0.4m^3$ আয়তন দখল করে। গ্যাসটির আণবিক ভর কত হবে? **[CUET'14-15]**

(a) 510.7 (b) 51.97 (c) 61.97 (d) 5.107

সমাধান: (b); $PV = \frac{W}{M}RT \therefore M = \frac{WRT}{PV} = \frac{0.842 \times 10^3 \times 8.314 \times 293}{98.66 \times 10^3 \times 0.4} g\ mol^{-1} = 51.97 g\ mol^{-1}$

∴ আণবিক ভর = 51.97

07. 27°C তাপমাত্রায় এবং 102 kPa চাপে 250 mL মিথেন গ্যাসের ভর নির্ণয় কর। **[RUET'14-15]**

(a) 17.0 gm (b) 27.16 gm (c) 11.6 gm (d) 2.16 gm (e) None

সমাধান: (e); $PV = \frac{W}{M}RT \therefore W = 0.163\ g$

08. 30°C তাপমাত্রায় 10.0 dm^3 একটি সিলিন্ডারে অক্সিজেন গ্যাসের চাপ 15.50 atm হলে সিলিন্ডারে অক্সিজেন গ্যাসের ভর কত?
(a) 99.62 gm (b) 0.06 gm (c) 199.38 gm (d) 187.09 gm (e) 188.15 gm
সমাধান: (c); $PV = \frac{W}{M}RT$; $W = \frac{PVM}{RT}$ =199.38 gm **[KUET'13-14]**
এখানে, $P = 15.50$ atm ; $V = 10.0$ L ; $R = 0.0821$ L atm mol^{-1} K^{-1}; m =?

09. 20°C তাপমাত্রায় ও 1.5 bar চাপে একটি গ্যাস 0.1m^3 আয়তন দখল করে। যদি গ্যাসের চাপ 7.5 bar এ এ সঙ্কুচিত করার ফলে 0.04m^3 আয়তন দখল করে, তবে গ্যাসের শেষ তাপমাত্রা বাহির কর। **[RUET'13-14]**
(a) 293°C (b) 313°C (c) 586°C (d) 213°C (e) None
সমাধান: (b); $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \therefore T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1} = \frac{7.5\times0.04\times293}{1.5\times0.1} = 586$ K = 313°C.

10. একটি CO_2 অণুর ভর কত? **[CUET'13-14]**
(a) 7.305×10^{-23} g (b) 5.31×10^{-23} g (c) 7.023×10^{-23} g (d) 6.84×10^{-22} g
সমাধান: (a); $\frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} \therefore W = \frac{1}{N_A}\times 44 = 7.305\times10^{-23}$

11. একজন লোক এক নিঃশ্বাসে 0.2 L বায়ু গ্রহণ করে যার তাপমাত্রা 27°C এবং চাপ 1.0 atm। লোকটি একবারে কতগুলো গ্যাস অণু গ্রহণ করে? **[CUET'13-14]**
(a) 48.9 × 1021 (b) 4.89 × 1021 (c) 4.98 × 1021 (d) None of these
সমাধান: (b); $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.2}{300\times.0821} = 8.12\times10^{-3}$
গ্যাস অণুর সংখ্যা = $8.12\times10^{-3}\times N_A = 4.89\times10^{21}$

12. বাতাসে STP- তে CO এর ঘনমাত্রা 250 ppb হলে 5dm^3 বাতাসে CO অণুর সংখ্যা কোনটি? **[KUET'12-13]**
(a) 3.05×10^{19} (b) 3.057×10^{16} (c) 1.263×10^{15} (d) 1.263×10^{18} (e) 3.019×10^{14}
সমাধান: **(No correct answer)**; 10^3ppb = 1 ppm
বা, 250 ppb = $\frac{250}{10^3}$ppm; [ppb = Parts Per billion, ppm = Parts Per million]
আবার, 1 ppm = 1 mg/L $\therefore \frac{250}{10^3}$ppm = $\frac{250}{10^3}$mg/L $\therefore$ 1 L বা 1 dm^3 বাতাসে CO থাকবে = $\frac{250}{10^3}$mg
$\therefore$ 5 dm^3 বাতাসে CO থাকবে = $\frac{250}{10^3}\times5$ mg = 1.25×10^{-3}gm
এখন, 28 gm CO যে অণু থাকবে = 6.023×10^{23} টি।
$\therefore 1.25\times10^{-3}$ gm CO যে অণু থাকে = $\frac{6.023\times10^{23}\times1.25\times10^{-3}}{28}$ টি = 2.689×10^{19} টি

13. একটি 1L ফ্লাক্স একটি উদ্বায়ী তরলের বাষ্প দ্বারা 100°C তাপমাত্রায় ও 1atm চাপে ভর্তি করে মুখ বন্ধ করে ওজন করা হল। এই ওজন 23.8690 g এবং বাতাস ভর্তি ফ্লাক্সের ওজন 20.0123g হলে তরলটির মোলার ভর কত হবে? [বাতাসের ঘনত্ব 100°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে 1.188g L^{-1}।] **[KUET'12-13]**
(a) 118.1049 (b) 81.7244 (c) 15644.2302 (d) 154.4854 (e) 8275.9623
সমাধান: (d); প্রশ্নমতে, বাতাস ভর্তি ফ্লাক্সের ভর = 20.0123 gm
এখন, ফ্লাক্সের আয়তন = 1 L এবং 100°C, 1 atm চাপে বাতাসের ঘনত্ব 1.188 g/L
অর্থাৎ ফ্লাক্সে থাকা বায়ুর ভর = 1.188 gm $\therefore$ শুধু ফ্লাক্সের ভর = 20.0123 gm − 1.188 gm = 18.8243 gm
বাকি অংশ $PV = \frac{W}{M}RT$ সূত্রের দ্বারা করব।
P = 1 atm; V = 1 L
m = (23.8690 − 18.8243)gm = 5.0447 gm
R = 0.0821 $\frac{\text{L atm}}{\text{mole}}.K^{-1}$; T = 373 K
$PV = \frac{W}{M}RT \Rightarrow 1\times1 = \frac{5.0447}{M}\times0.0821\times373 \Rightarrow M = 154.48536$ gm/mole
এটি হচ্ছে তরলের বাষ্পের মোলার ভর কিন্তু বাষ্পীভবনের সময় কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না তাই এটিই হবে তরলের মোলার ভর। [**Note:** Option এ unit নেই কিন্তু মোলার ভরের unit gm/mole.]

14. 273 K তাপে ও 760 mm পারদ চাপে 2240mL CO_2 গ্যাসের ভর হলো- **[BUTEX'12-13]**

(a) 44 গ্রাম (b) 4.4 গ্রাম (c) 88 গ্রাম (d) 8.8 গ্রাম

সমাধান: **(b)**; $P = 1$ atm; $V = 2240$ mL $CO_2 = 2.24$ L CO_2; $T = 273$ K; $R = 0.0821$ L atm/mole. K

$M = 44$ gm/mole, $m = ?$

$PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow m = \frac{M\,PV}{RT} = \frac{44\times1\times2.24}{0.0821\times273} = 4.397 \text{ gm} \approx 4.4 \text{ gm}$

15. 288K তাপমাত্রা ও 745mm চাপে 0.25g জৈব যৌগ $30cm^3$ আর্দ্র নাইট্রোজেন অণু তৈরি করে। একই শর্তে কত মোল নাইট্রোজেন পরমাণু তৈরি হবে? [288K তাপমাত্রায় আর্দ্র নাইট্রোজেনের বাষ্পচাপ = 12.7mm] **[KUET'11-12]**

(a) 1.21×10^{-3} (b) 0.034 (c) 13.6 (d) 27.4 (e) 2.43×10^{-3}

সমাধান: **(e)**; $\frac{760\times V_0}{273} = \frac{(745-12.7)\times30}{288} \Rightarrow V_0 = 27.4$

S.T.P. তে, 22400mLN_2 তে থাকে 2 mole N পরমাণু $\therefore$ 27.4mLN_2 তে থাকে 2.43×10^{-3} mole N পরমাণু

16. 27°C তাপমাত্রা ও 780mm চাপে 300cc গ্যাসের ওজন 0.5 গ্রাম হলে আদর্শ উষ্ণতা ও চাপে ঐ গ্যাসের ঘনত্ব কত?

(a) 119.77 gm/litre (b) 19.77 gm/litre (c) 19.99 gm/litre (d) 19.66 gm/litre (e) None

সমাধান: **(e)**; $PV = \frac{W}{M}RT \therefore M = \frac{WRT}{PV} = \frac{0.5\times0.0821\times300}{\frac{780}{760}\times300\times10^{-3}} = 39.9974 \text{ g mol}^{-1}$ **[RUET'10-11]**

$\therefore d = \frac{PM}{RT} = \frac{1\times39.9974}{0.0821\times273} = 1.7845 \text{ g/L}$

Written

17. 950 mol গ্যাস বহন করার জন্য 200 L আয়তনবিশিষ্ট সিলিন্ডার তৈরিতে 250 MPa শক্তিবিশিষ্ট স্টীল ব্যবহার করা হবে। গরমকালে তাপমাত্রা 50°C পর্যন্ত বৃদ্ধির বিবেচনায় উক্ত স্টীলটি ব্যবহার করা যাবে কি না তা নির্ণয় কর। **[BUET'20-21]**

সমাধান: At 50 °C; $P = \frac{nRT}{V} = \frac{950\times8.31\times323}{200\times10^{-3}\times10^{6}}$ MPa $= 12.75$ MPa $\therefore$ রাখা যাবে। **(Ans.)**

18. অ্যালভেওলি নামক ছোট থলে থেকে অক্সিজেন রক্তে ব্যাপিত হয়। অ্যালভেওলির গড় ব্যাসার্ধ 5.0×10^{-3} cm এবং এর ভিতরের বাতাসে অক্সিজেনের পরিমাণ 14 mol%. যদি অ্যালভেওলির ভেতরের চাপ 1 atm ও শরীরের তাপমাত্রা 98.6°F হয়, তবে একটি অ্যালভেওলির ভেতর অক্সিজেন অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

সমাধান: $PV = nRT \Rightarrow 101325 \times \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{5\times10^{-3}}{100}\right)^3 = n \times 8.314 \times 310 \left[\because T = \frac{98.6-32}{9} \times 5 + 273 = 310 \text{ K}\right]$

$\therefore n = 2.058 \times 10^{-11}$ mole

$\therefore$ অক্সিজেন অণু সংখ্যা $= \frac{14}{100} \times n \times N_A = 1.735 \times 10^{12}$ টি

19. একটি 5 litre আয়তনের পাত্র 4 gm হাইড্রোজেন ও 7 gm নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা ভর্তি করা হল। তাপমাত্রা 50°C হলে, পাত্রে চাপ কত? **[BUET'17-18]**

সমাধান: $n_{H_2} = \frac{W_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{4}{2} = 2$ mole, $n_{N_2} = \frac{W_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{7}{28} = 0.25$ mole

$n = n_{N_2} + n_{H_2} = 0.25 + 2 = 2.25$ mole, $V = 5$ L

$T = 50°C = 323K$, $R = 0.0821$ Latm mole^{-1} K^{-1}

$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{2.25\times0.0821\times323}{5} = 11.933$ atm **(Ans.)**

20. (a) SI এককে মোলার গ্যাস ধ্রুবক R এর মান গণনা কর।

সমাধান: এখানে, STP তে, $P = 101325$ Pa, $T = 273$ K **[RUET'15-16]**

এখন, $n = 1$ mol হলে $V = 22.4 \times 10^{-3}$ m^3

$\therefore$ আদর্শ গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ অনুযায়ী, $PV = nRT \Rightarrow R = \frac{PV}{nT} = \frac{101325\times22.4\times10^{-3}}{1\times273} = 8.314$ J mol^{-1} K^{-1}

(b) 1 বায়ুমন্ডল চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় 1 cm^3 আয়তনে কতগুলি হিলিয়াম অণু থাকে তা নির্ণয় কর।

সমাধান: $P = 1\ atm, T = (273 + 27)K = 300\ K,\ V = 1cm^3 = 10^{-3}\ L$

$\therefore PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{1\times10^{-3}}{0.0821\times300} = 4.06 \times 10^{-5} mol$

এখন, $n = \frac{N}{N_A} = 4.06 \times 10^{-5}\ \therefore N = 4.06 \times 10^{-5} \times 6.02 \times 10^{23} \Rightarrow N = 2.445 \times 10^{19}$ টি **(Ans.)**

21. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে ধূলিকণা মিশ্রিত অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন 100 mL. তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে চাপ 75% বৃদ্ধি করা হলে ধূলিকণাসহ অক্সিজেনের আয়তন হ্রাস পেয়ে 65mL হয়। ধূলিকণার আয়তন কত? **[BUET'13-14]**

সমাধান: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2};\ x =$ ধুলির আয়তন (mL) $\Rightarrow \frac{1\times(100-x)}{T_1} = \frac{1.75\times(65-x)}{T_1};\ [T_2 = T_1]$

$\therefore (100 - x) = 1.75 \times (65 - x)\ \therefore x = 18.3333\ mL$

Note: 75% বৃদ্ধির অর্থ হলো নতুন চাপ, $P_2(1 + 0.75P) = 1.75P$

22. 1.5 লিটার Br_2 গ্যাস 27° সে. তাপমাত্রায় ও 700 মি.মি. চাপে কতগুলো অণু আছে তা নির্ণয় কর। **[RUET'12-13]**

সমাধান: $\frac{PV}{RT} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{PV}{RT} \times N_A = \frac{700\times1.5}{760\times0.08206\times300} \times 6.023 \times 10^{23} = 3.38 \times 10^{22}$ টি

23. একটি পরীক্ষা কক্ষের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা যথাক্রমে 20 m, 10 m এবং 5 m. পরীক্ষা কক্ষটিতে কত কিলোগ্রাম বাতাস আছে? [বাতাসের তাপমাত্রা 30°C এবং আণবিক ভর 29] **[BUET'09-10]**

সমাধান: $\frac{PV}{RT} = \frac{W}{M} \Rightarrow \frac{101325\times1000}{8.314\times303} = \frac{W}{29\times10^{-3}}\ \therefore W = 1166.46kg\ \left[n = \frac{W}{M}\right]$

24. 27°C তাপমাত্রায় ও $98.7 \times 10^3 Nm^{-2}$ চাপে $0.002\ m^3$ হাইড্রোজেন গ্যাসে কতটি অণু আছে নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি, $PV = nRT$ **[RUET'09-10]**

বা, $n = \frac{PV}{RT}$ বা, $n = \frac{98.7\times10^3\times0.002}{8.316\times300} mol$ বা, $n = 0.0791 mol$

$\therefore$ অণু আছে $= 0.0791 \times 6.02 \times 10^{23} = 4.76 \times 10^{22}$ টি (Ans.)

25. $27°C$ তাপমাত্রায় একটি কঠিন বস্তুসহ কোন গ্যাসের আয়তন 100 cm^3। তাপমাত্রা 54°C-এ বর্ধিত করা হলে এর চাপ দ্বিগুণ ও কঠিন বস্তুসহ আয়তন 59.3 cm^3 হয়। কঠিন বস্তুটির আয়তন নির্ণয় কর। **[BUET'08-09]**

সমাধান: $T_1 = 300\ K; T_2 = 327\ K; V_1 = (100 - x)\ cm^3; V_2 = (59.3 - x) cm^3; P_1 = P; P_2 = 2\ P$

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}; \frac{P\times(100-x)}{300} = \frac{2P\times(59.3-x)}{327} \Rightarrow 32700 - 327x = 600(59.3 - x)$

$\Rightarrow 32700 - 35580 = 327x - 600x \Rightarrow 600x - 327x = 35580 - 32700\ \therefore x = 10.55\ cm^3$

26. 298K তাপমাত্রায় 101.325 kPa চাপে 1.0 m ব্যাসার্ধের একটি বেলুনকে সমুদ্রপৃষ্ঠতল হতে ছেড়ে দেওয়া হল। একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বেলুনটির ব্যাসার্ধ 3.0 m হলে ঐ উচ্চতায় এবং 252 K তাপমাত্রায় বেলুনটির ভিতরের চাপ কত হবে? **[RUET'08-09]**

সমাধান: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{V_2\times T_1}$

$$= \frac{101.325 \times \frac{4}{3}\pi \times (1)^3 \times 252}{\frac{4}{3}\pi \times (3)^3 \times 298}$$

$= 3.173$ kPa **(Ans.)**

$V_1 = \frac{4}{3}\pi r_1^3 = \frac{4}{3}\pi(1)^3\ m^3$

$V_2 = \frac{4}{3}\pi r_2^3 = \frac{4}{3}\pi(3)^3\ m^3$

$P_1 = 101.325$ kPa

$P_2 = ?; T_1 = 298\ K, T_2 = 252\ K$

27. 25°C তাপমাত্রায় ও 780mm চাপে 0.92g একটি গ্যাস 0.53L আয়তন দখল করে। গ্যাসটির আণবিক ভর কত?

সমাধান: $M = \frac{WRT}{PV} = \frac{0.92\times0.0821\times298}{0.53\times(780/760)} = 41.37\ g\ mol^{-1}$ **[CUET'08-09]**

28. 30°C তাপমাত্রায় 0.987atm চাপে 1mL গ্যাসে কয়টি অণু আছে? **[RUET'07-08]**

সমাধান: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.987\times1\times10^{-3}}{0.0821\times303} = 3.9676 \times 10^{-5} mol$

$\therefore$ অণুর সংখ্যা= $3.9676 \times 10^{-5} \times 6.023 \times 10^{23} = 2.3884 \times 10^{19}$ টি **(Ans.)**

বিকল্প: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow \frac{0.987\times\frac{1}{1000}}{0.08206\times303} = \frac{N}{6.023\times10^{23}}\ \therefore N = 2.39 \times 10^{19}$ টি

29. 27°C উষ্ণতায় 760 mm চাপে কাঁচের টুকরাসহ কোন একটি গ্যাসের আয়তন 500 cm^3, এই একই কাঁচের টুকরাসহ 127°C উষ্ণতায় 380 mm চাপে গ্যাসটির আয়তন 1000 cm^3 হলে কাঁচের টুকরার আয়তন নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

সমাধান: ধরি, কাঁচের টুকরার আয়তন $= x\ cm^3$

$\therefore \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{760\times(500-x)}{300} = \frac{380\times(1000-x)}{400}$

$\therefore x = 200\ cm^3$ **(Ans.)**

$T_1 = 27 + 273 = 300\ K$

$T_2 = 127 + 273 = 400\ K$

$V_1 = ?$

30. বিভিন্ন এককে R এর মান নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

সমাধান: (i) M.K.S system, $R = \frac{PV}{nT} = \frac{101.325\times10^3 N.m^{-2}\times22.414\times10^{-3}m^3}{1mol\times273.15K} = 8.314\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

(ii) L – atm system, $R = \frac{PV}{nT} = \frac{1\ atm\times22.414\ L}{1\ mol\times273\ K} = 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$

(iii) C.G.S. system, $R = \frac{PV}{nT} = \frac{76\ cm\times13.6\ gm\ cm^{-3}\times981\ cms^{-2}\times22400\ cm^3}{1\ mol\times273\ K} = 8.32\times10^7\ erg - mol^{-1}\ K^{-1}$

Question Type-03: গ্যাসের ঘনত্ব সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

$d = \frac{PM}{RT}$ যেখানে, d = ঘনত্ব।

একক	P (চাপ)	V (আয়তন)	M (মোলার ভর)	d (ঘনত্ব)	R (মোলার গ্যাস ধ্রুবক)
S.I একক	Pa বা Nm^{-2}	m^3	$kg\ mol^{-1}$	$kg\ m^{-3}$	$8.316\ JK^{-1}mol^{-1}$
L atm একক	atm	L বা dm^3	$g\ mol^{-1}$	$g\ L^{-1}$ বা $g.dm^{-3}$	$0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}K^{-1}$

MCQ

01. ধরা যাক, সূর্যের কেন্দ্রে যে গ্যাসগুলো আছে তাদের গড় আণবিক ভর 2.0। গ্যাসগুলোর ঘনত্ব এবং চাপ যথাক্রমে 1.5 kg/m^3 এবং 1.1×10^{10} Pa। সূর্যের কেন্দ্রের তাপমাত্রা হিসাব কর। **[CKRUET'20-21]**

(a) 1.76×10^{10} K (b) 1.88×10^{11} K (c) 1.78×10^{10} K (d) 2.78×10^{9} K (e) 1.76×10^{9} K

সমাধান: (e); গ্যাসের ঘনত্ব, $d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow T = \frac{PM}{dR} = \frac{1.1\times10^{10}\times2}{8.314\times1.5}\ K = 1.76\times10^9\ K$

02. To identify a gas in an unlabeled gas cylinder, a sample was collected and found to have density of 5.38 gm/L at 15°C and 736 mm (Hg) pressure. Atomic mass of Sn = 118.7 amu, Te = 127.6 amu, Xe = 131.3 amu and Ba = 137.3 amu. What is the gas in that unlabeled gas cylinder? **[IUT'18-19]**

(a) Xe (b) Ba (c) Te (d) Sn

Solution: (a); $PV = nRT$; $PV = \frac{W}{M}RT$

$\therefore M = \frac{dRT}{P} = \frac{5.38\times8.316\times288}{\frac{736}{760}\times101325} = 0.13131\ kg\ mol^{-1} = 131.31\ gm\ mol^{-1} \approx Xe$

03. 0°C তাপমাত্রা ও 1.0 atm চাপে CO_2 গ্যাসের ঘনত্ব (g/L এককে) কত হবে? **[KUET'16-17]**

(a) 0.019 (b) 0.196 (c) 1.960 (d) 0.081 (e) 0.811

সমাধান: (c); $d = \frac{PM}{RT} = \frac{1\times44}{0.0821\times273} = 1.963\ g/L$

04. 100°C তাপমাত্রায় ও 1.0526 atm চাপে CO_2 গ্যাসের ঘনত্ব হিসাব কর। **[RUET'13-14]**

(a) $1.512\ g\ L^{-1}$ (b) $2.120\ g\ L^{-1}$ (c) $10.101\ g\ L^{-1}$ (d) $5.329\ g\ L^{-1}$ (e) None

সমাধান: (a); $d = \frac{PM}{RT} = \frac{1.0526\times44}{0.0821\times373} = 1.512\ g\ L^{-1}$

05. 100°C তাপমাত্রায় ও 1.0526 atm চাপে CO_2 গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর। **[RUET'10-11]**

(a) 3.523 g/L (b) 4.632 g/L (c) 9.624 g/L (d) 1.512 g/L (e) 2.568 g/L

সমাধান: (d); $d = \frac{PM}{RT} = \frac{1.0526\times44}{0.0821\times373} = 1.512\ g/L$

Written

06. 25°C তাপে একটি গ্যাসের ঘনত্ব 1.75 g/L হলে NTP তে ঐ গ্যাসের মোলার ভর কত? **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: দেয়া আছে, $T_1 = 298K$, $d_1 = 1.75\ g/L$, $T_2 = 273K$, $d_2 = ?$

$\therefore d_1T_1 = d_2T_2 \quad \therefore d_2 = 1.91\ g/L$

1L গ্যাসের ভর 1.91 $\therefore$ 22.4L গ্যাসের ভর $1.91 \times 22.4 = 42.784gm$ **(Ans.)**

07. মনে কর, সূর্যের কেন্দ্রে যে গ্যাসগুলো আছে তাদের গড় আণবিক ভর, ঘনত্ব এবং চাপ যথাক্রমে $5.6, 1.05\ kgm^{-3}$ এবং $1.1 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$। সূর্যের কেন্দ্রের তাপমাত্রা গণনা কর। **[BUET'01-02]**

সমাধান: $PM = dRT \Rightarrow T = \frac{PM}{dR} = \frac{1.1\times10^{10}\times5.6\times10^{-3}}{1.05\times8.316} = 7.05 \times 10^6\ K$

Question Type-04: গ্রাহামের গ্যাস ব্যাপন সূত্র সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

♦ গ্রাহামের ব্যাপন সূত্র:

$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$; T, P ধ্রুবক

ব্যাপন হার, $r = \frac{\text{নির্গত গ্যাসের আয়তন}}{\text{সময়}}$

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

$M = 2d$ এখানে M = আণবিক ভর, d = বাষ্পঘনত্ব

MCQ

01. An unknown gas with a volume of 500 mL takes 320 sec to effuse through a thin hole. In the same temperature and pressure, the same volume of chlorine takes 240 sec to effuse. The molecular mass of the unknown gas is: **[IUT'20-21]**

(a) 110.25 (b) 126.22 (c) 175.21 (d) 150.35

Solution: (b); From Graham's diffusion law: $\frac{r_1}{r_2} = \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \Rightarrow M_x = \left(\frac{t_x}{t}\right)^2 \times M_{Cl_2}$

$= \left(\frac{320}{240}\right)^2 \times 71\ gm/mol = 126.22\ gm/mol$

02. একটি সরু ছিদ্রযুক্ত ছিপি দিয়ে যে সময়ে $2.0\ m^3$ বাতাস প্রবাহিত হয় উক্ত সরু ছিদ্রযুক্ত ছিপি দিয়ে একই সময়ে কত m^3 হাইড্রোজেন প্রবাহিত হবে? [বাতাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব 14.4] **[KUET'15-16]**

(a) 3.79 (b) 17.40 (c) 7.20 (d) 28.8 (e) 7.59

সমাধান: (e); $V_2 = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \times V_1 = \sqrt{\frac{14.4}{1}} \times 2 = 7.59\ m^3$

03. The atomic mass of H-atom is 1.0 and that of Cl-atom is 35.5. The diffusion rate of H-atom through the same orifice will be x times higher than that of Cl-atom. The value of x is- **[IUT'14-15]**

(a) 35.5 (b) 5.96 (c) 3.55 (d) 2

Solution: (b); $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}} \therefore \frac{r_H}{r_{Cl}} = \sqrt{\frac{M_{Cl}}{M_H}} = \sqrt{\frac{35.5}{1}} = 5.96$

04. একই চাপে ও তাপমাত্রায় কোন পাত্রের একই ছিদ্রপথে A ও B নামক দুটি গ্যাসের নিঃসরণ হার যথাক্রমে 0.3 এবং 0.2। B গ্যাসের ঘনত্ব 14 হলে A গ্যাসের ঘনত্ব কত? **[CUET'11-12]**

(a) 12.44 (b) 9.33 (c) 6.22 (d) None of these

সমাধান: (c); $\frac{r_B}{r_A} = \sqrt{\frac{d_A}{d_B}} \Rightarrow d_A = d_B \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow d_A = 14 \times \left(\frac{0.2}{0.3}\right)^2 \therefore d_A = 6.22$

05. ^{238}U এবং ^{235}U আইসোটোপ দ্বারা প্রস্তুত UF_6 গ্যাসের ব্যাপন হারের জন্য সঠিক ক্রম কোনটি? **[CUET'11-12]**

(a) $^{235}UF_6 > ^{238}UF_6$ (b) $^{238}UF_6 > ^{235}UF_6$ (c) $^{235}UF_6 = ^{238}UF_6$ (d) None of these

সমাধান: (a); গ্রাহামের ব্যাপন সূত্র।

06. যে অবস্থায় 25 sec এ $15.0\ m^3$ অক্সিজেন গ্যাস পরিব্যাপ্তি হয় একই অবস্থায় 62.5 sec এ $25.0\ m^3$ ক্লোরিন গ্যাস পরিব্যাপ্ত হলে ক্লোরিনের আপেক্ষিক ঘনত্ব কত? (অক্সিজেনের আপেক্ষিক ঘনত্ব = 16) **[CUET'11-12]**

(a) 36.0 (b) 7.11 (c) 2.25 (d) None of these

সমাধান: (a); $r_1 = \frac{15}{25} = 0.6$; $r_2 = \frac{25}{62.5} = 0.4$; $d_1 = 16$; $d_2 = ?$

$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \Rightarrow d_2 = d_1 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow d_2 = 16 \times \left(\frac{0.6}{0.4}\right)^2 = 36$

07. একই তাপমাত্রা ও চাপে কোন পাত্রের একই ছিদ্রপথে একটি অজ্ঞাত গ্যাস ও ক্লোরিনের পৃথকভাবে নিঃসরণ হার যথাক্রমে 6: 7। ক্লোরিনের ঘনত্ব ক্লোরিনের ঘনত্ব 36 হলে অজ্ঞাত গ্যাসের আনবিক ভর কত হবে? **[KUET'10-11]**

(a) 50 (b) 52 (c) 98 (d) 25 (e) 49

সমাধান: (c); $\frac{t_u}{t_{Cl_2}} = \sqrt{\frac{M_u}{M_{Cl_2}}} \therefore M_u \frac{r_{Cl_2}}{r_u} = \sqrt{\frac{M_u}{M_{Cl_2}}} \therefore \frac{7^2}{6^2} = \frac{M_u}{36\times2} \therefore M_u = 98$

Written

08. 27°C তাপমাত্রায় ও 760 mm(Hg) চাপে 0.5g A গ্যাস 300 mL আয়তন দখল করে। একই তাপমাত্রায় 770 mm(Hg) চাপে 0.6g B গ্যাস 400 mL আয়তন দখল করে। একই তাপমাত্রা ও চাপে A ও B গ্যাসের মধ্যে কোনটির ব্যাপনের হার বেশী?

সমাধান: $\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \sqrt{\frac{\frac{W_B RT}{P_B V_B}}{\frac{W_A RT}{P_A V_A}}} = \sqrt{\frac{W_B P_A V_A}{W_A P_B V_B}} = \sqrt{\frac{0.6\times760\times300}{0.5\times770\times400}} = 0.94$ **[BUTEX'19-20]**

$\therefore r_A < r_B$ $\therefore$ B গ্যাসের ব্যাপনের হার বেশি।

09. নির্দিষ্ট আয়তনের বিশুদ্ধ অক্সিজেন গ্যাস একটি ছোট ছিদ্র দিয়ে নিঃসরিত হতে 80 seconds সময় লাগে। একই অবস্থায় সমান আয়তনের 20% অজানা গ্যাস মিশ্রিত অক্সিজেন নিঃসরণের জন্য 85 second সময় লাগে। অজানা গ্যাসটির আণবিক ভর নির্ণয় কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: দেওয়া আছে, $M_{O_2} = 32\ gmol^{-1}$, $t_{O_2} = 80\ sec$, $t_{মিশ্রণ} = 85\ sec$

$X_{O_2} = 0.8$, $X_{অজানা} = 0.2$, $M_{অজানা} = W$

$M_{মিশ্রণ} = X_{O_2} \times M_{O_2} + X_{অজানা} \times M_{অজানা} = 0.8 \times 32 + 0.2 \times W = 25.6 + 0.2 \times W$

আমরা জানি, $\sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{মিশ্রণ}}} = \frac{t_{O_2}}{t_{মিশ্রণ}} \Rightarrow \frac{M_{O_2}}{M_{মিশ্রণ}} = \left(\frac{t_{O_2}}{t_{মিশ্রণ}}\right)^2 \Rightarrow \frac{32}{0.2W+25.6} = \left(\frac{80}{85}\right)^2$

$\Rightarrow 0.2\ W + 25.6 = 36.125 \Rightarrow 0.2\ W = 10.525 \Rightarrow W = 52.625\ g$ **(Ans.)**

$\therefore$ নির্ণেয় অজানা গ্যাসের আণবিক ভর $= 52.625\ g\ mol^{-1}$

10. গ্রাহামের ব্যাপন সূত্রটি লিখ। **[BUET'05-06]**

সমাধান: গ্রাহামের ব্যাপন সূত্রঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও চাপে গ্যাসের ব্যাপনের হার ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$.

11. আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস বলতে কী বুঝায়? একই চাপে ও তাপমাত্রায় কোন পাত্রের একই ছিদ্রপথে P ও Q নামক দুটি গ্যাসের নিঃসরণ হার যথাক্রমে 0.3 এবং 0.2। যদি Q গ্যাসের ঘনত্ব 10 হয়, তবে P গ্যাসের ঘনত্ব ও আণবিক ভর কত হবে? **[CUET'03-04]**

সমাধান: যে গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রসমূহ মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস এবং যে গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রসমূহ মেনে চলে না তাকে বাস্তব গ্যাস বলে।

$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \Rightarrow \frac{0.3}{0.2} = \sqrt{\frac{10}{d_1}} \therefore d_1 = 4.44$ **(Ans.)**

$M_1 = 2d = 2 \times 4.44 = 8.88\ gmol^{-1}$ **(Ans.)**

[Note: এখানে ঘনত্বকে বাষ্প ঘনত্ব হিসেবে বিবেচনা করা হয়েছে।]

Question Type-05: ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

◆ ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র:

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, $X_B = \frac{n_B}{n_A+n_B}$

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, $P = P_A + P_B + P_C$ । $P_A = X_A.P$ [আংশিক চাপ = মোট চাপ × মোল ভগ্নাংশ]

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, $P(V_A + V_B + V_C) = P_AV_A + P_BV_B + P_CV_C$ এবং এদেরকে V আয়তনের পাত্রে মিশ্রিত করলে $PV = P_AV_A + P_BV_B + P_CV_C$ [এটি বয়েল ও ডাল্টনের আংশিক চাপসমূহের সমন্বয় সূত্র]

MCQ

01. A mixture is prepared by mixing 1.50 mole Toluene and 3.50 mole Benzene. If the vapor pressure of pure Benzene and Toluene are 40.55 kPa and 20.24 kPa, respectively at 0°C, then the total vapor pressure of the mixing will be: **[IUT'20-21]**

(a) 42.3 kPa (b) 40.50 kPa (c) 34.46 kPa (d) 35.40 Pa

Solution: (c); $P = 40.55 \times \frac{3.5}{1.5+3.5} + 20.24 \times \frac{1.5}{1.5+3.5}\ kPa = 34.46\ kPa$

02. T তাপমাত্রা ও P চাপে V আয়তনের একটি মিশ্রণকে সমআয়তন অর্থাৎ V আয়তনের অপর একটি মিশ্রণের সাথে মিশ্রিত করা হল যার তাপমাত্রা ও চাপ পূর্বেরটির মতোই যথাক্রমে T ও P। T তাপমাত্রায় আয়তন V ঠিক রাখা হলে মিশ্রণের চাপ কত হবে? **[KUET'16-17]**

(a) $\frac{P}{2}$ (b) P^2 (c) P (d) 2P (e) 4P

সমাধান: (d); $P'V = PV + PV \Rightarrow P' = 2P$

03. গরমকালে বায়ুতে 25°C এ জলীয় বাষ্পের মোল ভগ্নাংশ 0.0287 এবং বায়ুর মোট চাপ 0.977 atm হলে, বায়ুতে জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপ কত হবে? **[CUET'15-16]**

(a) 0.30 atm (b) 0.948 atm (c) 0.028 atm (d) 0.029 atm

সমাধান: (c); আংশিক চাপ = মোট চাপ × মোল ভগ্নাংশ = (0.977 × 0.0287) atm = 0.028 atm

04. 28 গ্রাম নাইট্রোজেন এবং 142g ক্লোরিন গ্যাসের মিশ্রণের মোট চাপ 12 atm হলে ঐ মিশ্রণে নাইট্রোজেন গ্যাসের আংশিক চাপ কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) 8 atm (b) 4 atm (c) 6 atm (d) 2 atm

সমাধান: **(b)**; $n_{N_2} = \frac{28}{28}$ mol $= 1$ mol; $n_{Cl_2} = \frac{142}{71}$ mol $= 2$ mol ; $P_{total} = 12$ atm

$\therefore P_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{N_2}+n_{Cl_2}} P_{total} = \frac{1}{1+2} \times 12 \text{ atm} = 4 \text{ atm}$

05. 25°C তাপমাত্রায় দুটি তরল এর বাষ্পচাপ যথাক্রমে 15 kPa এবং 40 kPa। ঐ তাপমাত্রায় 1 মোল A এবং 5 মোল B এর একটি আদর্শ মিশ্রনের বাষ্পচাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[RUET'14-15]**

(a) 83.35 kPa (b) 83.53 kPa (c) 35.38 kPa (d) 35.83 kPa (e) None

সমাধান: (d); $P = \frac{15\times1+40\times5}{1+5}$ kPa $= 35.83$ kPa

06. 50 gm গ্লুকোজ 500 mL পানিতে দ্রবীভূত করা হয়েছে। দ্রবণে পানির মোল-ভগ্নাংশ কত? (পানি ঘনত্ব $= 0.9887$ gm/mL, গ্লুকোজ $= C_6H_{12}O_6$) **[KUET'13-14]**

(a) 0.9901 (b) 0.9801 (c) 0.9899 (d) 0.9902 (e) 1.0000

সমাধান: **(c)**; $n_{water} = \frac{9887\times500}{18} = 27.464$; $n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{50}{180} = 0.277$; $\frac{n_{water}}{n_{water}+n_{C_6H_{12}O_6}} = 0.9899$

07. 29°C তাপমাত্রায় 95 kPa চাপে 0.25 m^3 নাইট্রোজেন ও 80 kPa চাপে 0.38 m^3 অক্সিজেন 1 m^3 আয়তনের একটি ফ্লাস্কে নেয়া হল। মিশ্রিত গ্যাসের চাপ কত? **[BUTEX'13-14]**

(a) 40.44 kPa (b) 49.15 kPa (c) 54.15 kPa (d) 58.22 kPa

সমাধান: **(c)**; $P = \frac{P_1V_1+P_2V_2}{V} = 54.15$ kPa

08. A flask of volume 0.3 m^3 contains a gas 'X' at a pressure of 60. Another flask of volume 0.6 m^3 contains a gas 'Y' at a pressure of 84. Flasks are connected by a stop cock. If the temperature remains constant and the stop cock is opened, percentage volume of gas 'X' in the mixture is- **[IUT'11-12]**

(a) 26.31% (b) 73.69% (c) 40.65% (d) 100%

Solution: (a); $P = \frac{P_1V_1+P_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{0.3\times60+0.6\times84}{0.3+0.6} = 76$ kPa ; $V_1' = \frac{P_1V_1}{P} = \frac{0.3\times60}{76} = 0.2368\ m^3$

$\therefore \%V = \frac{V_1'}{V_1+V_2} \times 100\% = \frac{0.2368}{0.9} \times 100\% = 26.31\%$

Written

09. একটি 1.0 L আয়তনের শুষ্ক বাতাসের নমুনায় 25°C তাপমাত্রায় ও 786 mm Hg চাপে 0.925 gm N_2 এবং অজানা পরিমাণ অক্সিজেন, আর্গন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড সহ অন্যান্য গ্যাস আছে। এই তাপমাত্রায় বাতাসের নমুনায় N_2 এর আংশিক চাপ কত?

সমাধান: $P = \frac{786}{760}$ atm; $T = 25°C = 298K$; $V = 1L$ **[BUET'17-18]**

$n_{total} = \frac{PV}{RT} = \frac{786\times1}{760\times0.0821\times298} = 0.04227$ mole

$n_{N_2} = \frac{W}{M} = \frac{0.925}{28} = 0.03304$ mole

N_2 এর আপেক্ষিক চাপ $P_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{total}} \times P = \frac{0.03304}{0.04227} \times \frac{786}{760}$ atm $= 0.81$ atm **(Ans.)**

10. ডালটনের আংশিক চাপ সূত্রটি লিখ। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1.0 L একটি পাত্রে 0.7 atm চাপে 90 mL অক্সিজেন এবং 0.8 atm চাপে 60 mL নাইট্রোজেন মিশ্রিত করা হল। মিশ্রণটির মোট চাপ কত হবে? **[CUET'13-14]**

সমাধান: ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র: স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের পাত্রে রাখা পরস্পর বিক্রিয়াহীন দুই বা ততোধিক গ্যাসের একটি মিশ্রণের মোট চাপ মিশ্রণে উপস্থিত গ্যাস সমূহের আংশিক চাপের সমষ্টির সমান।

[$P_1 = 0.7$ atm, $P_2 = 0.8$ atm, $V_1 = 90$ mL, $V_2 = 60$ mL, $V = 1$ L $= 1000$ mL, $P = ?$]

সমাধান: $PV = P_1V_1 + P_2V_2 \Rightarrow P = \frac{90\times0.7+60\times0.8}{1000} \Rightarrow P = 0.111$ atm **(Ans.)**

11. পরস্পর বিক্রিয়াহীন কোন গ্যাস মিশ্রণে 142 g ক্লোরিন গ্যাস ও 8 g হাইড্রোজেন গ্যাস রয়েছে। মিশ্রণের মোট চাপ 1.5 atm. হলে ক্লোরিন ও হাইড্রোজেনের আংশিক চাপ নির্ণয় কর। **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: $P = 1.5atm \ \therefore n_{Cl_2} = \frac{142}{71} = 2 \text{ mol} \ \therefore n_{H_2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ mol}$

$\therefore P_{Cl_2} = \frac{n_{Cl_2}}{n_{Cl_2}+n_{H_2}} \times P = \frac{2}{2+4} \times 1.5 \text{ atm} = 0.5 \text{ atm (Ans.)}$

$\therefore P_{H_2} = (1.5 - 0.5) \text{ atm} = 1 \text{ atm (Ans.)}$ [কারণ, $P_{Cl_2} + P_{H_2} = P_{total}$]

12. একটি পাত্রের আয়তন 5 m^3। ইহা 50 kPa চাপে অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ আছে। ইহা অন্য আর একটি পাত্রের সাথে নল দ্বারা যুক্ত আছে যার আয়তন 10 m^3 এবং যা 40 kPa চাপে কার্বন-ডাই-অক্সাইড দ্বারা পূর্ণ আছে। স্টপকর্কটি খুলে দিলে মিশ্রিত গ্যাসের চাপ কত হবে? $P_2 = 40 \text{ kPa}; V_2 = 10m^3$ **[RUET'05-06]**

সমাধান: আমরা জানি, $P = \frac{P_1V_1+P_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{50\times5+40\times10}{5+10} = 43.33 \text{ kPa}$

$P_1 = 50 \text{ kPa}; V_1 = 5 \text{ m}^3$
$P_2 = 40 \text{ kPa}; V_2 = 10 \text{ m}^3$

13. কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের চাপ 101.3 kPa এবং এর মধ্যে জলীয় বাষ্পের চাপ 1.53 kPa। এই বায়ু মণ্ডলে শুষ্ক O_2, N_2 এবং CO_2 এর পরিমাণ শতকরা হারে (v/v) যথাক্রমে 30, 60 এবং 10 হলে, প্রতিটি গ্যাসের আংশিক চাপ নির্ণয় কর। **[KUET'04-05, CUET'04-05]**

সমাধান: $f_1 = n_1P = \frac{3}{10} \times 99.77 = 29.931 \text{ kPa (Ans.)}$

$f_2 = n_2 P = 59.862 \text{ kPa (Ans.)}$

$f_3 = n_3 P = 9.977 \text{ kPa (Ans.)}$

$P = 101.3 - 1.53 = 99.77 \text{ kPa}$

$n_1 = \frac{3}{10} = \frac{30}{100}; n_2 = \frac{6}{10}; \ n_3 = \frac{1}{10}$

Question Type-06: গ্যাসের গতীয় তত্ত্ব, গ্যাসের গতীয় সমীকরণ সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

গ্যাসের গতীয় সমীকরণ, $PV = \frac{1}{3} mnC^2$

এখানে, P = গ্যাসের চাপ, V = গ্যাসের বা গ্যাস ধারণকারী পাত্রের আয়তন, n = গ্যাসের অণুর সংখ্যা, m = প্রতিটি অণুর ভর এবং C = গ্যাস অণুর বর্গমূল গড় বর্গবেগ।

C_{rms} = বর্গমূল গড় বর্গ বেগ, $\bar{C}$ = গড় বেগ, C_{mp} = সম্ভাব্য তম বেগ

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3PV}{W}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8PV}{\pi W}} = \sqrt{\frac{8P}{\pi\rho}}$$

$$C_{mp} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2PV}{W}} = \sqrt{\frac{2P}{\rho}}$$

➢ $C_{rms} > \bar{C} > C_{mp}$

➢ $C_{rms} : \bar{C} : C_{mp} = \sqrt{3} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{2} = 1.58 : 1.45 : 1.29$

➢ গ্যাসের মোট গতিশক্তি $E_k = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$

➢ গ্যাসের মোল সংখ্যা $n = \frac{W}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{22.4}$ (STP)

MCQ

01. 27°C তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুর বর্গমূল গড় বর্গবেগ কত? **[CKRUET'20-21]**

(a) 5020.5 ms^{-1} (b) 4995.5 ms^{-1} (c) 4027.5 ms^{-1} (d) 5169.5 ms^{-1} (e) 5000.0 ms^{-1}

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{28\times10^{-3}}} ms^{-1} = 516.95 \ ms^{-1}$

02. Calculate the root mean square velocity of CO_2 molecule at 1000°C. **[IUT'19-20]**

(a) 84985 m sec^{-1} (b) 849.85 m sec^{-1} (c) 753.23 m sec^{-1} (d) 753.23 m sec^{-1}

Solution: (b); 849.85 ms^{-1}; $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times1273}{44\times10^{-3}}} = 849.85 \ ms^{-1}$

03. একটি গ্যাসের আণবিক ভর 32 হলে কত তাপমাত্রাতে উক্ত গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ প্রতি সেকেন্ডে 50550cm হবে? **[KUET'14-15]**

(a) 327.76°C (b) 54.76°C (c) 273°C (d) 52.76°C (e) 27.38°C

সমাধান: (b); $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow 505.5 = \sqrt{\frac{3\times8.31\times T}{32\times10^{-3}}} \Rightarrow T = 327.76\ K = 54.76°C$

04. কত তাপমাত্রায় Cl_2 এর r.m.s বেগ $-91.43°C$ তাপমাত্রায় CO_2 এর r.m.s বেগের সমান হবে? **[RUET'14-15]**

(a) 29.99°C (b) 19.00°C (c) 19.09°C (d) 29.09°C (e) None

সমাধান: (e); $\frac{T_1}{M_1} = \frac{T_2}{M_2}; T_1 = 19.98°C$

05. নিম্নের কোন সমীকরণটি গ্যাসের গতি তত্ত্বের সমীকরণ থেকে উদ্ভূত? **[Ans: d] [BUET'13-14]**

(a) $C = \sqrt{\frac{3R}{M}}$ (b) $PV = \frac{2}{3}KT$ (c) $V = \sqrt{\frac{8R}{KM}}$ (d) $P = \frac{1}{3}mnC^2$

06. 15°C তাপমাত্রায় 1.0 মোল O_2 গ্যাসের গতিশক্তি 3.6×10^3 J হলে 'R' এর মান কত হবে? **[KUET'13-14]**

(a) 8.314 J (b) 8.791 J (c) 160.00 J (d) 8.333 J (e) 8.316 J

সমাধান: (d); $E_k = \frac{3}{2}nRT; R = 8.333\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$

07. 27°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ 1304 cms^{-1}. গ্যাসটি হল- **[BUET'12-13]**

(a) O_2 (b) CO_2 (c) NH_3 (d) SO_2

সমাধান: (b); $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C^2 = \frac{3RT}{M};\ M = \frac{3RT}{C^2} = \frac{3\times8.316\times10^7\times300}{(1304)^2} = 44.015 \times 10^3\ gm/mole$

There is no correct answer, but it is close to option (b).

08. What is the temperature in Celsius scale at which the root mean square velocity of Cl_2 is equal to that SO_2 gas at NTP? **[IUT'10-11]**

(a) 39.86° (b) 29.86° (c) 40.86° (d) 50.86°

Solution: (b); $\bar{C} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \Rightarrow \bar{C}_{Cl_2} = \bar{C}_{SO_2} \Rightarrow \sqrt{\frac{T+273}{35.5\times2}} = \sqrt{\frac{273}{64}} \Rightarrow T = 29.86°C$

Written

09. According to the kinetic theory of the gas. **[Ans: a] [IUT'21-22]**

(i). RMS speed, $c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ (ii). Average speed, $\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$ (iii). Most probable speed, $\alpha = \sqrt{\frac{2RT}{3M}}$

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

10. (a) NTP তে O_2 গ্যাসের ঘনত্ব 1.429 গ্রাম প্রতি লিটার। O_2 গ্যাস অণুর বর্গমূল গড় বর্গ বেগ SI এককে হিসাব কর। **[RUET'18-19]**

সমাধান: (a); $C = \sqrt{\frac{3P}{d}} = \sqrt{\frac{3\times1.01325\times10^5}{1.429}}$ $\left[\frac{1.429g}{L} = 1.429\ kgm^{-3}\right]$ $C = 461.214\ ms^{-1}$

$[g = 10^{-3}\ kg, 1L = 10^{-3}\ m]$

11. 27°C তাপমাত্রায় অক্সিজেনের অণুর বর্গমূলের গড় বর্গবেগ কত? **[BUTEX'11-12]**

সমাধান: $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{32\times10^{-3}}} ms^{-1} = 483.56\ ms^{-1}$

12. 25°C তাপমাত্রায় 1gm কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের অণুসমূহের গতিশক্তি নির্ণয় কর। **[RUET'07-08, 06-07, CUET'09-10]**

সমাধান: K.E. $= \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{1}{44} \times 8.316 \times 298 = 84.48\ J$ **(Ans.)**

অণুসমূহের গতিশক্তি বলতে রৈখিক গতিশক্তি বোঝায় তাই স্বাধীনতার মাত্রা আসবে না।

13. কত তাপমাত্রায় CO_2 এর বর্গমূল গড় বর্গবেগ, 20°C তাপমাত্রায় Cl_2 এর বর্গমূল গড় বর্গবেগের সমান হবে? **[RUET'08-09]**

সমাধান: $\frac{\bar{C}_{CO_2}}{\bar{C}_{Cl_2}} = \sqrt{\frac{T_{CO_2} \times M_{Cl_2}}{T_{Cl_2} \times M_{CO_2}}} \Rightarrow \frac{T_{CO_2} \times 71}{293 \times 44} = 1 \mid T_{Cl_2} = 293\ K$

$\Rightarrow T_{CO_2} = 181.577\ K$ **(Ans.)**

14. (a) দেখাও যে গ্যাস অণুসমূহের বর্গমূল গড় বর্গ বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক এবং গ্যাসের আণবিক ভরের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। **[RUET'05-06]**

সমাধান: আমরা জানি, $PV = \frac{1}{3}mnc^2 \Rightarrow C^2 = \frac{3PV}{mn} \Rightarrow C = \sqrt{\frac{3PV}{M}} \Rightarrow C = \frac{\sqrt{3RT}}{\sqrt{M}} \Rightarrow C \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ এবং $C \propto \sqrt{T}$

∵1 mole আদর্শ গ্যাসের জন্য $PV = RT$ এবং $mn = M =$ আণবিক ভর

(b) কত তাপমাত্রায় CO_2 এর RMS বেগ 20°C তাপমাত্রার Cl_2 এর RMS বেগের সমান হবে।

সমাধান: $C_{CO_2} = C_{Cl_2} \Rightarrow \sqrt{\frac{3RT_{CO_2}}{M_{CO_2}}} = \sqrt{\frac{3RT_{Cl_2}}{M_{Cl_2}}}$ $\therefore T_{CO_2} = \frac{(273+20)\times 44}{71} = 181.5\ K$

15. সেলসিয়াস স্কেলের কত তাপমাত্রায় Cl_2 গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ NTP তে SO_2 গ্যাসের বর্গমুল গড় বর্গবেগের সমান হবে?

সমাধান: $C_{SO_2} = C_{Cl_2}$ $\therefore \sqrt{\frac{3RT_1}{M_{SO_2}}} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_{Cl_2}}}$ or, $\sqrt{\frac{T_1}{M_{SO_2}}} = \sqrt{\frac{T_2}{M_{Cl_2}}}$ **[BUET'04-05]**

or, $T_2 = \frac{T_1 M_{Cl_2}}{M_{SO_2}} = \frac{273}{64} \times 71 = 302.86\ K = 29.86°C$ **(Ans.)**

16. 27°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ প্রতি সেকেন্ডে $4123.2\ cms^{-1}$ হলে গ্যাসটির নাম এবং আণবিক সংকেত নিম্নের কোনটি হবে? **[BUET'00-01]**

(i) Propane, C_3H_8 (ii) Nitric Oxide, NO (iii) Carbon dioxide, CO_2 (iv) Ammonia, NH_3

সমাধান: (সঠিক উত্তর নাই); No one is the ans. Because: $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow M = 4.3$

$\therefore M = \frac{3RT}{C^2} = \frac{3\times 8.316\times 300}{41.232^2} = 4.3\ kg\ mol^{-1}$

Question Type-07: আদর্শ ও বাস্তব গ্যাস সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Concept:**

বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে, $PV = ZnRT$

এখানে, $Z =$ সংকোচনশীলতা গুণাংক বা সংনম্যতা গুণাংক। $\therefore Z = \frac{PV}{nRT}$

$Z = \frac{V_{real}}{V_{Ideal}}$

- আদর্শ গ্যাসের জন্য $Z = 1$ $\therefore$ বিচ্যুতি $= Z - 1$
- বিচ্যুতি ধনাত্মক ($Z > 1$) অথবা ঋণাত্মক ($Z < 1$) হতে পারে।
  - (i) $Z < 1$ হলে, আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের প্রাধান্যের জন্য গ্যাসটি অধিক পেষণযোগ্য হয়। যেমন: CO_2, CH_4, O_2, N_2 ইত্যাদি।
  - (ii) $Z > 1$ হলে, বাস্তব গ্যাসের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল কম থাকায়; আণবিক আয়তনের প্রধান্য বশত গ্যাসটি কম পেষণযোগ্য হয়। যেমন: H_2, He।
  - (iii) $Z = 1$ হলে, গ্যাসটি আদর্শ গ্যাস।

- ভ্যানডার ওয়ালস সমীকরণ: $\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$

  a এর একক $atm\ L^2/mol^2$; b এর একক L/mol

- বাস্তব গ্যাসসমূহ আদর্শ আচরণ প্রদর্শন করার শর্ত:

  আদর্শ আচরণ প্রদর্শনের জন্য গ্যাসের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন-

  (i) ন্যূনতম আন্তঃকণা আকর্ষণ বল (ii) সর্বোচ্চ আন্তঃকণা দূরত্ব (iii) উচ্চ গতিশক্তি

  এ প্রেক্ষাপট বিবেচনায়- (i) নিম্ন চাপ ও (ii) উচ্চ তাপমাত্রায় বাস্তব গ্যাস আদর্শভাবে আচরণ করে।

MCQ

01. 250 mL আয়তনের 1 mole একটি বাস্তব গ্যাসের 300 K তাপমাত্রায় চাপ কত হবে তা ভ্যান্ডারওয়ালস সমীকরণের সাহায্যে নির্ণয় কর। [$a = 2.253\ atm.L^2.mol^{-2}$ এবং $b = 0.0428\ L.mol^{-1}$] **[KUET'17-18]**

(a) 130.6 atm (b) 53.5 atm
(c) 25.7 atm (d) 82.8 atm (e) 96.9 atm

সমাধান: (d); $\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad \therefore P = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{n^2a}{V^2} = 82.82\ atm$

02. 35.5gm ক্লোরিন গ্যাসের জন্য ভ্যানডার ওয়ালস সমীকরণ কোনটি? **[KUET'14-15]**

(a) $\left(P + \frac{a}{2V^2}\right)\left(V - \frac{b}{2}\right) = RT$ (b) $\left(2P + \frac{a}{2V^2}\right)(2V - b) = RT$
(c) $\left(P - \frac{a}{V^2}\right)(2V - b) = RT$ (d) $\left(P + \frac{a}{4V^2}\right)\left(V - \frac{b}{2}\right) = RT$
(e) $\left(P + \frac{a}{2V^2}\right)(V - 2b) = 2RT$

সমাধান: **(b);** [35.5 gm Cl_2 এর জন্য $n = \frac{1}{2}$]

$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = \frac{1}{2}RT \Rightarrow \left(P + \frac{a}{4V^2}\right)\left(V - \frac{b}{2}\right) = \frac{1}{2}RT \Rightarrow \left(2P + \frac{a}{2vL}\right)(2V - b) = RT$

03. কত ডিগ্রী তাপমাত্রায় 100k Pa চাপে 2.24 dm^3 একটি পাত্রে 14.0 gm N_2 গ্যাসের সংকোচনশীলতা গুণাঙ্ক 0.10 হবে? **[KUET'14-15]**

(a) −3.64°C (b) 265.72°C
(c) 269.36°C (d) 538.7°C (e) −273 K

সমাধান: **(b);** $Z = \frac{PV}{nRT} \Rightarrow 0.1 = \frac{\frac{100}{101.325} \times 2.24}{0.5 \times 0.0821 \times T} \Rightarrow T = 538.72\ K = 265.72°C$

04. ভ্যানডার ওয়ালস্ সমীকরণে ধ্রুবক 'a' যার সাথে সম্পর্কযুক্ত- **[Ans: a] [BUET'12-13]**

(a) আন্তঃআণবিক আকর্ষণ (b) আন্তঃআণবিক বিকর্ষণ
(c) অণুগুলোর প্রকৃত আয়তন (d) b ও c উভয়

Written

05. 32 g অক্সিজেন গ্যাসের জন্য ভ্যানডার ওয়াল-এর সমীকরণটি লিখ। উক্ত সমীকরণ a ও b এর অর্থ লিখ। **[BUET'06-07]**

সমাধান: 32 g অক্সিজেন = 1 mol অক্সিজেন $\therefore n = 1; \left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$, যেখানে a ও b ধ্রুবক।

Question Type-08: এসিড ক্ষারক মতবাদ

১ Concept:

মতবাদ	এসিড	ক্ষারক
অ্যারহেনিয়াস	জলীয় দ্রবণে H^+ দান করে	জলীয় দ্রবণে OH^- দান করে
ব্রনস্টেড ও লাউরি	H^+ দান করে	H^+ গ্রহণ করে
লুইস	ইলেকট্রনজোড় গ্রহণ করে	ইলেকট্রনজোড় দান করে

- ব্রনস্টেড লাউরির এসিডের আপেক্ষিক তীব্রতা এবং স্ব-স্ব-অনুবন্ধী ক্ষারকের তীব্রতার ছক:

শক্তিশালী এসিড	অনুবন্ধী ক্ষারক	দুর্বল ক্ষারক
$HClO_4$	ClO_4^-	
H_2SO_4	HSO_4^-	
HI	I^-	
HBr	Br^-	
HCl	Cl^-	
HNO_3	NO_3^-	
H_3O^+	H_2O	
HSO_4^-	SO_4^{2-}	
H_2SO_3	HSO_3^-	
H_3PO_4	$H_2PO_4^-$	
HNO_2	NO_2^-	
HF	F^-	
CH_3-COOH	CH_3COO^-	
H_2CO_3	HCO_3^-	
H_2S	HS^-	
NH_4^+	NH_3	
HCN	CN^-	
HCO_3^-	CO_3^{2-}	
HS^-	S^{2-}	
H_2O	OH^-	
NH_3	NH_2^-	
OH^-	O^{2-}	

দুর্বল এসিড ↑ ↓ শক্তিশালী ক্ষারক

- ➢ এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a যত বেশি হয়, এসিডটি তত শক্তিশালী হয়। তখন এসিডের pK_a ছোট হয়।
- ➢ এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a যত কম হয়, এসিডটি তত দুর্বল হয়। তখন এসিডের pK_a বড় হয়।

MCQ

01. In which reaction is the underlined substance acting as a base? **[IUT'21-22]**

(a) $HNO_3 + \underline{H_2SO_4} \longrightarrow H_2NO_3^+ + HSO_4^-$ (b) $HSiO_3^- + \underline{HCN} \longrightarrow CN^- + H_2O + SiO_2$

(c) $HNO_2 + \underline{HCO_3^-} \longrightarrow H_2O + CO_2 + NO_2^-$ (d) $C_6H_5O^- + \underline{CH_2ClCO_2H} \longrightarrow C_6H_5OH + CH_2ClCO_2^-$

Solution: (c); $HNO_2 + \underline{HCO_3^-} \rightarrow NO_2^- + H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + NO_2^-$

02. নিম্নের কোন যৌগটি লুইস এসিড নয়? **[Ans: c] [BUTEX'14-15]**

(a) BF_3 (b) $AlCl_3$ (c) $BaCl_2$ (d) $BeCl_2$

03. যে প্রশমন বিক্রিয়াটিতে আরহেনিয়াসের সূত্র অনুসৃত হয়েছে তা হল- **[BUET'13-14]**

(a) $NH_3(g) + HCl(g) = NH_4Cl(g)$ (b) $CaO(s) + CO_2(g) = CaCO_3(s)$

(c) $NH_4OH(aq) + HCl(aq) = NH_4Cl(aq) + H_2O(l)$ (d) $FeO(s) + HCl(aq) = FeCl_2(aq) + H_2O(l)$

সমাধান: (c); কারণ জলীয় দ্রবণে OH^- এবং H^+ আয়ন বিদ্যমান

04. কোন জোড়া এসিডের তীব্রতার ক্রম ভুল? **[Ans: e] [KUET'13-14]**

(a) $CH_3COOH > CH_3CH_2COOH$ (b) $H_2SO_3 > H_2CO_3$

(c) $ClCH_2COOH > CH_3COOH$ (d) $HClO_4 > HNO_3$ (e) $HF > HCl$

সমাধান: (e); $HF > HCl$ ভুল কারণ হাইড্রাসিডের ক্ষেত্রে অ্যানায়নের আকার বড় হলে এসিডের তীব্রতা বেশি হয়।

05. নিম্নগুলোর মধ্য থেকে অম্ল শনাক্ত কর। **[Ans: b] [RUET'13-14]**

(a) $[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ (b) $[Al(H_2O)_6]^{3+}$

(c) $[Fe(OH)_2(H_2O)_4]^+$ (d) $[Cu(OH)(H_2O)_3]^+$ (e) None

06. A solution of $CuSO_4$ is- **[Ans: a][IUT'08-09]**

(a) acidic (b) alkaline (c) neutral (d) amphoteric

Question Type-09: পানির বিশুদ্ধতার মানদন্ড: DO, BOD, COD সংক্রান্ত সমস্যা ও এসিড বৃষ্টি

➲ **Concept:**

মানদণ্ড	WHO অনুমোদিত সর্বোচ্চ মাত্রা
pH	6.5 – 8.5
DO	5.0 – 6.0 ppm
BOD	6.0 ppm (বা, mgL^{-1})
COD	10.0 ppm (বা, mgL^{-1})
TDS	500 ppm (বা, mgL^{-1})
খরতা: Ca^{2+}	100 ppm (বা, mgL^{-1})
Mg^{2+}	150 ppm (বা, mgL^{-1})
NaCl	500 ppm (বা, mgL^{-1})

$DO = \frac{V \times 8 \times 1000 \times S}{y}$ এখানে, V = রিফ্লাক্সকৃত পানির নমুনাকে টাইট্রেশনের জন্য প্রয়োজনীয় বিজারক দ্রবণের আয়তন

S = বিজারক দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

y = পানির নমুনার আয়তন

➢ $BOD/COD = DO_i - DO_f = \frac{(V_2 - V_1) \times 8 \times 1000 \times S}{y}$

এখানে, DO_i = নমুনা দ্রবণের প্রাথমিক DO

DO_f = নমুনা দ্রবণের চূড়ান্ত DO

V_1 = রিফ্লাক্সকৃত পানির নমুনাকে টাইট্রেশনের জন্য প্রয়োজনীয় বিজারক দ্রবণের আয়তন

V_2 = পানির নমুনা ছাড়া বাকি মিশ্রণকে (blank) টাইট্রেশনের জন্য প্রয়োজনীয় বিজারক দ্রবণের আয়তন

S = বিজারক দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা

y = পানির নমুনার আয়তন

➢ DO, BOD, COD এর একক ppm অথবা mgL^{-1}

➢ **এসিড বৃষ্টির সময় সংঘটিত বিক্রিয়াঃ**

$$\begin{cases} 2\,SO_2 + O_2 \xrightarrow{h\nu} 2\,SO_3; SO_2 + O_3 \rightarrow SO_3 + O_2; SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4; \\ SO_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4;\ \ 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4; \\ SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3; \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 + O_2 \xrightarrow[3000°C]{\text{বিদ্যুৎস্ফরণ}} 2NO;\ \ 2NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2; 4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4HNO_3; \\ NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2; NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2;\ \ NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5; \\ N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3; NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3; \end{cases}$$

$$\{CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3;\ \ HCl(g) + H_2O \rightarrow HCl\ (aq)$$

MCQ

01. বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা অনুমোদিত পানির গ্রহণযোগ্য মানদন্ড- pH, DO, BOD, COD, TDS এর সর্বোচ্চ মাত্রা কোনটি?

[Ans: b][CKRUET'20-21]

(a) 5.0 – 6.0, 6.5 – 8.5 ppm, 6.0 ppm, 500 ppm, 10.0 ppm
(b) 6.5 – 8.5, 5.0 – 6.0 ppm, 6.0 ppm, 10.0 ppm, 500 ppm
(c) 6.5 – 8.5, 5.0 – 6.0 ppm, 10.0 ppm, 6.0 ppm, 500 ppm
(d) 5.0 – 6.0, 6.5 – 8.5 ppm, 6.0 ppm, 10.0 ppm, 500 ppm
(e) None of them

02. একটি ড্রেন থেকে 1000 mL ময়লা পানি সংগ্রহ করে তার COD নির্ণয়ের জন্য DO পরিমাপ করতে গিয়ে দেখা গেল 50 mL নমুনা পানির জন্য 0.015 N $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের 10 mL লেগেছে। ঐ নমুনা পানিতে H_2SO_4 ও $K_2Cr_2O_7$ যোগ করার 3 ঘণ্টা পর পুনরায় DO নির্ণয় করতে গিয়ে দেখা গেল এর 50 mL পানির জন্য 0.15 N $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের 3.5 mL লেগেছে। ঐ নমুনা পানির COD গণনা কর। **[KUET'18-19]**

(a) 15.6 ppm (b) 17.6 ppm (c) 19.6 ppm (d) 21.6 ppm (e) 23.6 ppm

সমাধান: (a); $COD = \frac{10\times0.015\times8-0.015\times3.5\times8}{50}\times1000 = 15.6\text{ ppm}\ [e_{Na_2S_2O_3}=1]$

03. Temporary hardness of water is caused due to the presence of which compounds in water? **[Ans: c][IUT'17-18]**

(a) $CaCO_3$ (b) $CaCl_2$ and $MgCl_2$ (c) $Ca(HCO_3)_2$ and $Mg(HCO_3)_2$ (d) Na_2CO_3

Written

04. উইঙ্কলার আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেন নির্ণয়ে ঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ উল্লেখ কর।

সমাধান: $MnSO_4 + 2KOH \rightarrow Mn(OH)_2 + K_2SO_4$ **[RUET'18-19]**

$2Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2MnO(OH)_2$; $MnO(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Mn(SO_4)_2 + 3H_2O$

$Mn(SO_4)_2 + 2KI \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + I_2$; $2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$

05. COD এর মান BOD এর মানের চেয়ে বড় হয় কেন? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: কোন পানির নমুনায় BOD অপেক্ষা COD এর মান বেশি। কারণ BOD শুধু পানিতে অবস্থিত জৈব অপদ্রব্য জারণের জন্য ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ এবং COD এর মান কোন পানির নমুনায় উপস্থিত জৈব অজৈব উভয় ধরনের মোট পদার্থ জারণের প্রয়োজনীয় O_2 এর পরিমাণ প্রকাশ করে।

06. Ca^{2+} আয়নকে $CaCO_3$ হিসাবে সম্পূর্ণরূপে অধঃক্ষিপ্ত করতে 200 mL আয়তনের একটি পানির নমুনায় 0.025 M ঘনমাত্রার 5.0 mL Na_2CO_3 দ্রবণ প্রয়োজন হল। পানির নমুনাটির খরতা ppm- এ হিসাব কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: $Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$

$CO_3^{2-} + Ca^{2+} \longrightarrow CaCO_3$

বিক্রিয়া থেকে লেখা যায় $n_{Na_2CO_3} = n_{CO_3^{2-}} = n_{CaCO_3}$

সুতরাং, $n_{CaCO_3} = V_{Na_2CO_3} \times S_{Na_2CO_3} = 5\times10^{-3}\times0.025 = 1.25\times10^{-4}$ mole

সুতরাং পানির নমুনার ক্ষরতা, $S = \frac{n_{CaCO_3}}{V_{H_2O}} = \frac{1.25\times10^{-4}}{200\times10^{-3}} = 6.25\times10^{-4}\text{ M} = 10^3\times6.25\times10^{-4}\times100 = 62.5\text{ ppm}$

Note: ppm = 10^3 SM ব্যবহার করে

বিকল্প: $CaCO_3 \equiv Na_2CO_3$

$2\times0.025\times\frac{5}{1000} = 2\times\frac{W}{100} \Rightarrow W = 0.0125\text{ gm} = 12.5\text{ mg} \therefore 1000\text{ mL}$ এর জন্য, খরতা = 62.5 ppm (as $CaCO_3$)

07. পানির অ্যালকালিনিটির জন্য কোন কোন প্রজাতির রাসায়নিক দ্রব্য দায়ী? এর মাত্রা (অ্যালকালিনিটি) কিভাবে নির্ণয় করা হয়? **[BUET'05-06]**

সমাধান: পানির অ্যালকালিনিটির জন্য Ca- লবণ, Mg- লবণ ইত্যাদি দায়ী। এদের মধ্যে Ca - লবণ এর পরিমাণ অনেক বেশি। পানির নমুনা নিয়ে এর সাথে এসিডিয় মাধ্যমে নির্দেশক যোগ করে EDTA এর সাথে ট্রাইট্রেশন করে লবণের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়, যার পরিমাণ অ্যালকালিনিটির সমান।