Exercise-1

PART - I : SUBJECTIVE QUESTIONS

भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

Section (A) : Ideal gas equation & gas laws
खण्ड (A) : आदर्श गैस समीकरण एवं गैस नियम

Commit to memory :

Boyle's law :	$P_1V_1 = P_2V_2$	P_1 & P_2 are pressure of gas
Charles law :	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	V_1 & V_2 are Volume of gas
Gay-lussac's law :	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	T_1 & T_2 are Temperature of gas
Ideal Gas Equation :	$PV = nRT$	n = number of moles of gas

याद रखने योग्य तथ्य :

बॉयल नियम :	$P_1V_1 = P_2V_2$	P_1 व P_2 गैस का दाब हैं
चार्ल्स नियम :	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	V_1 व V_2 गैस का आयतन हैं
गै–लूसाक नियम :	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	T_1 व T_2 गैस का ताप हैं
आदर्श गैस समीकरण :	$PV = nRT$	n = गैस के मोलो की संख्या

A-1. A gas occupies 100.0 mL at 50°C and 1 atm pressure. The gas is cooled at constant pressure so that volume is reduced to 50.0 mL. What is the final temperature of the gas
50°C ताप और 1 atm दाब पर एक गैस द्वारा घेरा गया आयतन 100 mL है। नियत दाब पर गैस को ठण्डा किया जाता है जिससे उसका आयतन कम होकर 50.0 mL हो जाता है। गैस का अन्तिम ताप ज्ञात कीजिए।

Ans. – 111.5°C

Sol. Since P is constant, From Charles law, $\frac{100}{50} = \frac{50+273}{t+273} \Rightarrow t = -111.5°C.$

Sol. चूंकि P नियत, चार्ल्स का नियम से, $\frac{100}{50} = \frac{50+273}{t+273} \Rightarrow t = -111.5°C.$

A-2. A sample of gas at 27ºC and 1.00 atm pressure occupies 2.50 L. What temperature is required to adjust the pressure of that gas to 1.50 atm after it has been transferred to a 2.00 L container?
27ºC ताप पर तथा 1.00 atm दाब पर एक गैस का नमूना 2.50 लीटर आयतन रखता है। उस नमूने को 2 लीटर के पात्र में करके 1.50 atm के दाब को व्यवस्थित करने पर के लिए कितना तापमान करना होगा ?

Ans. Final temperature = 360, Increase in temperature is 60 K.

Ans. अंतिम तापमान = 360 K तापमान में वृद्वि = 60 K.

Sol. Using equation of state, $\frac{1\times 2.5}{300} = \frac{1.5\times 2.0}{T} \Rightarrow T = 360\ K$

Sol. अवस्था के समीकरण को प्रयुक्त करने पर, $\frac{1\times 2.5}{300} = \frac{1.5\times 2.0}{T} \Rightarrow T = 360\ K$

A-3. Assuming the same pressure in each case, calculate the mass of hydrogen required to inflate a balloon to a certain volume V at 127ºC if 8 g helium is required to inflate the balloon to half the volume, 0.50 V, at 27ºC.
प्रत्येक परिस्थिति में समान दाब मानते हुये 127ºC ताप पर एक गुब्बारे को निश्चित V आयतन तक भरने के लिए आवश्यक हाइड्रोजन के भार की गणना कीजिये, यदि 27ºC ताप पर गुब्बारे के आधे आयतन 0.50 V को भरने के लिए 8 ग्राम हीलियम आवश्यक है।

Ans. 6 g

Sol. Using equation of state, $\frac{\frac{w}{2}\times R\times 400}{V} = \frac{\frac{8}{4}\times R\times 300}{0.5V} = 6\ g$

Sol. अवस्था समीकरण का उपयोग करने पर, $\frac{\frac{w}{2}\times R\times 400}{V} = \frac{\frac{8}{4}\times R\times 300}{0.5V} = 6\ g$

A-4. A quantity of an ideal gas is collected in a graduated tube over the mercury in a barometer type arrangement. The volume of gas at 20ºC is 50 ml and the level of mercury is 100 mm above the outside of the mercury level. The atmospheric pressure is 750 mm. Volume of gas at STP is : (Take R = 0.083 lt. atm/K/mole)

एक अशांकित ट्यूब में दाब मापी प्रकार की व्यवस्था में एक आदर्श गैस की मात्रा को मर्करी के ऊपर निक्षेपित (एकत्रित) किया जाता है। 20ºC पर गैस का आयतन 50 ml है तथा मर्करी का स्तर बाह्य मर्करी स्तर से 100 mm ऊपर होता है। वायुमण्डलीय दाब 750 mm हैं तो STP पर गैस का आयतन क्या होगा। (R = 0.083 lt. atm/K/mole)

Ans. 40.3 mL

Sol. The number of moles of the gas = $\frac{\frac{750-100}{750}\times\frac{50}{1000}}{\frac{1}{12}\times(20+273)} = 0.0018$ mol.

Hence volume at STP = 22400 × .0018 = 40.3mL

Sol. गैस के मोलों की संख्या = $\frac{\frac{750-100}{750}\times\frac{50}{1000}}{\frac{1}{12}\times(20+273)} = 0.0018$ मोल

इसलिए STP पर आयतन = 22400 × .0018 = 40.3mL

A-5. A quantity of hydrogen is confined in a chamber of constant volume. When the chamber is immersed in a bath of melting ice, the pressure of the gas is 1000 torr. (a) What is the Celsius temperature when the pressure manometer indicates an absolute pressure of 400 torr? (b) What pressure will be indicated when the chamber in brought to 100ºC ?

निश्चित आयतन के पात्र में हाइड्रोजन की निश्चित मात्रा उपस्थित है। जब पात्र को गलित बर्फ वाले तापमान समायोजन पात्र, में रखा जाता है, तब गैस का दाब 1000 टोर है, (a) वह ताप ºC में क्या होगा जब दाबमापी 400 टोर का परमदाब दर्शाता है? (b) जब पात्र के ताप को 100ºC तक, ले जाते हैं, तब कितना दाब प्रदर्शित होगा ?

Ans. (a) t = – 163.8ºC, (b) P = 1.37×10^3 torr

Sol. (a) At ice point, the pressure is 1000 torr.

Using Gay-Lussac's law, $\frac{1000}{400} = \frac{273}{t+273} \Rightarrow t = -163.8^\circ C$

(b) Similarly, $\frac{1000}{P} = \frac{273}{100+273} \Rightarrow P = 1.37\times 10^3$ torr

Sol. (a) गलित बर्फ तापमान (273 k) पर, दाब 1000 टोर है।

गै–लूसाक नियम के अनुसार, $\frac{1000}{400} = \frac{273}{t+273} \Rightarrow t = -163.8^\circ C$

(b) उसी तरह, $\frac{1000}{P} = \frac{273}{100+273} \Rightarrow P = 1.37\times 10^3$ टोर

A-6. An open vessel at 27ºC is heated until $(3/5)^{th}$ of the air in it has been expelled. Assuming that the volume of the vessel remain s constant. Find out.

(a) The temperature at which vessel was heated.

(b) Volume of the air (measured at 300 K) escaped out if vessel is heated to 900 K.

(c) The temperature at which half of the air escapes out.

27ºC ताप पर एक खुले पात्र को तब तक गर्म किया जाता है, जब तक की इसकी वायु का (3/5)वां भाग निष्कासित न हो जाये, माना की पात्र का आयतन नियत बना रहता है, तब ज्ञात कीजिये–

(a) वह ताप जिस पर पात्र गर्म किया गया

(b) यदि पात्र को 900 K तक गर्म किया जाए, वायु (300 K पर मापित) का कितना भाग निष्कासित हो जाएगा।

(c) वह तापमान जिस पर, आधी वायु निष्कासित हो जाती है।

Ans. (a) 477ºC, (b) 2/3, (c) 327ºC

Sol. Since the vessel is open, the gas can escape out on heating. In this case we can imagine a imaginary boundary to trace the final volume of the gas.

(a) Now in the given situation, 3/5th of the gas (by amount) has escaped which means only 2/5th of the amount is occupying the complete volume of the open container.

And the Pressure is constant, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{2n/5}{n} = \frac{300}{T_2} \Rightarrow T_2 = 750\ K.$

(b) Similarly, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{300}{900} \Rightarrow$ 1/3rd of the gas remained in the container. Hence, 2/3rd of the gas escaped.

(c) Half of the gas will escape out by doubling the temperature. Hence, the final temperature = 600 K.

Sol. चूँकि पात्र खुला है, इसलिए गर्म करने पर गैस निष्कासित हो जाती है। इस परिस्थिति में गैस के अन्तिम आयतन को बताने के लिए एक काल्पनिक परिसीमा मानी जा सकती है।

(a) इस दी गई स्थिति में गैस का 3/5th भाग निष्कासित होता है, और 2/5th भाग (मात्रा में) सारा आयतन घेरता है।

$\because$ दाब नियत है, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{2n/5}{n} = \frac{300}{T_2} \Rightarrow T_2 = 750\ K.$

(b) इसी तरह से, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{300}{900} \Rightarrow$ 1/3rd गैस पात्र के अन्दर है इसलिए, 2/3rd गैस निष्कासित हो जाती है।

(c) तापमान दोगुना करने पर आधी गैस निष्कासित हो जाती है, इसलिए अंतिम ताप = 600 K है।

A-7. A gas cylinder contains 320 g oxygen gas at 24.6 atm pressure and 27ºC. What mass of oxygen would escape if first the cylinder were heated to 133ºC and then the valve were held open until the gas pressure was 1.00 atm, the temperature being maintained at 133ºC ? (R = 0.0821 L. atm/K/mole)

27ºC ताप तथा 24.6 atm दाब पर एक बेलनाकार पात्र 320 ग्राम ऑक्सीजन गैस रखता है। जब पात्र को 133ºC ताप तक गर्म किया जाए, तथा वाल्ब खोला जाये जब तक की गैस दाब 1.00 atm नही हो जाए, तब इस परिस्थिति में ऑक्सीजन का कितना भार निष्कासित हो जाएगा? ताप 133ºC पर व्यवस्थित रखा जाता है। (R = 0.0821 L. atm/K/mole)

Ans. 310.4 g escaped. (310.4 ग्राम निष्कासित)

Sol. $\frac{n_1T_1}{P_1} = \frac{n_2T_2}{P_2} \quad \therefore \quad \frac{10 \times 300}{24.6} = \frac{n_2 \times 400}{1}$

$\therefore$ $n_2 = 0.3$

$\therefore$ Mass of oxygen left = 0.3 × 32 = 9 g

$\therefore$ Mass of oxygen escaped = 320 – 9.6 = 310.4 g.

Sol. $\frac{n_1T_1}{P_1} = \frac{n_2T_2}{P_2} \quad \therefore \quad \frac{10 \times 300}{24.6} = \frac{n_2 \times 400}{1}$

$\therefore$ $n_2 = 0.3$

$\therefore$ बचा हुआ ऑक्सीजन का भार = 0.3 × 32 = 9 ग्राम

$\therefore$ ऑक्सीजन का निष्कासित भार = 320 – 9.6 = 310.4 ग्राम.

Section (B) : Daltons law of partial pressures
खण्ड (B) : डाल्टन का आंशिक दाब का नियम

Commit to memory :

Daltons law : $P_{Total} = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{(n_1 + n_2 + n_3)RT}{v}$

$P_1 = \frac{n_1RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_2RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_3RT}{v}$ P_1, P_2 & P_3 are partial pressure of gases

P_{Total} = Total pressure of Gaseous mixture

याद रखने योग्य तथ्य :

डॉल्टन का नियम : $P_{कुल} = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{(n_1 + n_2 + n_3)RT}{V}$

$P_1 = \frac{n_1RT}{V}$; $P_2 = \frac{n_2RT}{V}$; $P_2 = \frac{n_3RT}{V}$ P_1, P_2 व P_3 गैसों के आंशिक दाब हैं

$P_{कुल}$ = गैसीय मिश्रण का कुल दाब

B-1. A mixture of gases at 760 torr contains 55.0% nitrogen, 25.0% oxygen and 20.0% carbon dioxide by mole. What is the partial pressure of each gas in torr ?
एक गैस मिश्रण 760 टोर दाब पर मोल का 55.0% नाइट्रोजन, 25.0% ऑक्सीजन, 20.0% कार्बन डाइऑक्साइड रखता है। प्रत्येक गैस का टोर में आंशिक दाब क्या है ?

Ans. P_{N_2} = 418 torr, P_{O_2} = 190 torr, P_{CO_2} = 152 torr, total pressure = 760.

Ans. P_{N_2} = 418 टोर, P_{O_2} = 190 टोर, P_{CO_2} = 152 टोर, कुल दाब = 760.

Sol. Let total moles of gas mixture be 100.
माना कि गैसीय मिश्रण के कुल मोल 100 है।

$P_{N_2} = \left(\frac{n_{N_2}}{n_T}\right) \times P_T = \frac{55}{100} \times 760 = 418$ torr.

$P_{O_2} = \left(\frac{n_{O_2}}{n_T}\right) \times P_T = \frac{25}{100} \times 760 = 190$ torr.

P_{CO_2} = (760 – 418 – 190) = 152 torr.

B-2. What will be pressure exerted by a mixture of 3.2 g of methane and 4.4 g of carbon dioxide contained in a 9 dm^3 flask at 27°C ?
यदि 27°C पर 9 dm^3 धारिता वाले फ्लास्क में 3.2 ग्राम मेथेन तथा 4.4 ग्राम CO_2 का मिश्रण हो तो इसका दाब क्या होगा?

Ans. 8.32×10^4 Pa.

Sol. Molar mass of methane (CH_4) = $12 + 4 \times 1 = 16$ g mol^{-1}
Mass of carbon dioxide (CO_2) = $12 + 2 \times 16 = 44$ g mol^{-1}

Moles of $CH_4 = \frac{3.2}{16} = 0.2$; Moles of $CO_2 = \frac{4.4}{44} = 0.1$

$pCH_4 = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times R \times T}{V} = \frac{0.2 \times 8.314 \times 300}{9 \times 10^{-3}}$

$= 0.554 \times 10^5\ Nm^{-2} = 5.54\ 10^4$ Pa

$pCO_2 = \frac{nRT}{V} = \frac{0.1\ mol \times 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1} \times 300K}{9 \times 10^{-3} m^3} = 2.77 \times 10^4$ Pa

Total pressure of mixture = $pCH_4 + pCO_2 = (5.54 + 2.77)10^4 + Pa = 8.32 \times 10^4$ Pa.

Sol. मेथेन के मोलर द्रव्यमान (CH_4) = $12 + 4 \times 1 = 16$ ग्राम $मोल^{-1}$
कार्बन डाईऑक्साइड के मोलर द्रव्यमान (CO_2) = $12 + 2 \times 16 = 44$ ग्राम $मोल^{-1}$

CH_4 के मोल = $\frac{3.2}{16} = 0.2$; CO_2 के मोल = $\frac{4.4}{44} = 0.1$

$pCH_4 = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times R \times T}{V} = \frac{0.2 \times 8.314 \times 300}{9 \times 10^{-3}}$

$= 0.554 \times 10^5\ Nm^{-2} = 5.54\ 10^4$ Pa

$pCO_2 = \frac{nRT}{V} = \frac{0.1\ mol \times 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1} \times 300K}{9 \times 10^{-3} m^3} = 2.77 \times 10^4$ Pa

मिश्रण का कुल दाब = $pCH_4 + pCO_2 = (5.54 + 2.77)10^4 + Pa = 8.32 \times 10^4$ Pa.

B-3. Oxygen and cyclopropane at partial pressures of 570 torr and 170 torr respectively are mixed in a gas cylinder. What is the ratio of the number of moles of cyclopropane to the number of moles of oxygen?
ऑक्सीजन तथा साइक्लो प्रोपेन को आंशिक दाब क्रमशः 570 टोर तथा 170 टोर पर एक गैस सिलेण्डर में मिश्रित किया जाता है, साइक्लो प्रोपेन तथा ऑक्सीजन के मोलों की संख्या का अनुपात क्या होगा ?

Ans. $\frac{170}{570} = 0.30$

Sol. $\frac{n_{O_2}}{n_{cyclopropane}} = \frac{P_{O_2}}{P_{cyclopropane}}$

B-4. At the top of a mountain the thermometer reads –23ºC and the barometer reads 700 mm Hg. At the bottom of the mountain the temperature is 27ºC and the pressure is 750 mm Hg. Compare the density of the air at the top with that at the bottom.
एक पहाड़ के शीर्ष पर, तापमापी का पाठ्यांक –23ºC है तथा दाबमापी का पाठ्यांक 700 mm Hg है। पहाड़ के तल पर ताप 27ºC तथा दाब 750 mm Hg है। पहाड़ के शीर्ष पर वायु तथा तल पर वायु के घनत्व की तुलना कीजिए।

Ans. 1.12 : 1

Sol. $d = \frac{PM}{RT}$

B-5. A container holds 22.4 litre of a gas at 1 atmospheric pressure and at 0ºC. The gas consists of a mixture of argon, oxygen and sulphur dioxide in which :
(a) Partial pressure of SO_2 = (Partial pressure O_2) + (Partial pressure of Ar)
(b) Partial pressure of O_2 = 2 × partial pressure of Ar
Calculate the density of the gas mixture under these conditions.
0ºC ताप व 1 वायुमण्डलीय दाब पर एक पात्र 22.4 लीटर गैस रखता है। पात्र में आर्गन, ऑक्सीजन तथा सफल्रडाइऑक्साइड गैसो का मिश्रण रखा जाता है। जिसमें,
(a) SO_2 का आंशिक दाब = O_2 का आंशिक दाब + Ar का आंशिक दाब
(b) O_2 का आंशिक दाब = 2 × Ar का आंशिक दाब
इन परिस्थितियों में गैस मिश्रण के घनत्व की गणना कीजिये ?

Ans. 2.201 g/L

Sol. Let moles of Ar = x
Moles of O_2 = y
Moles of SO_2 = 1 – (x + y)

Total moles of mixture = $\frac{1\times 22.4}{0.08\times 273}$

$1 - (x + y) = y + x \Rightarrow 1 = 2x + 2y$

$y = 2 \times x$ $\qquad 1 = 2x + 4x$

$x = \frac{1}{6}$

$y = \frac{1}{3}$

$$M_{mix} = \frac{\frac{1}{6}\times 40 + \frac{1}{3}\times 32 + \frac{1}{2}\times 64}{\frac{1}{6}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}} = 49.33$$

$$f = \frac{\rho M_{mix}}{RT} = \frac{1\times 49.33}{0.0821\times 273} = 2.2 \text{ g/L}$$

हल. माना Ar के माल = x
O_2 के मोल = y
SO_2 के मोल = 1 – (x + y)
कुल मोलों की संख्या = $\frac{1\times 22.4}{0.08\times 273}$

$1 - (x + y) = y + x \Rightarrow 1 = 2x + 2y$

$y = 2 \times x$ $\qquad 1 = 2x + 4x$

$x = \frac{1}{6}$

$y = \frac{1}{3}$

$$M_{mix} = \frac{\frac{1}{6}\times 40 + \frac{1}{3}\times 32 + \frac{1}{2}\times 64}{\frac{1}{6}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}} = 49.33$$

$$f = \frac{\rho M_{mix}}{RT} = \frac{1\times 49.33}{0.0821\times 273} = 2.2 \text{ g/L}$$

B-6. A mixture of nitrogen and water vapours is admitted to a flask which contains a solid drying agent. Immediately after admission, the pressure of the flask is 760 mm. After some hours the pressure reached a steady value of 745 mm.
(a) Calculate the composition, in mol and per cent of original mixture.
(b) If the experiment is done at 20ºC and the drying agent increases in weight by 0.15 g, what is the volume of the flask ? (The volume occupied by the drying agent may be ignored) ?
नाइट्रोजन तथा जल वाष्प का एक मिश्रण, एक फ्लास्क में रखा जाता है, जिसमें एक ठोस निर्जलीकारक पदार्थ रखा है। मिश्रण लेने के तुरन्त पश्चात् फ्लास्क का दाब 760 mm है, तथा कुछ घण्टों पश्चात् फ्लास्क का दाब 745 mm पहुँच जाता है।
(a) मोल में, तथा प्रतिशत में, वास्तविक मिश्रण के संघठन की गणना कीजिये ?
(b) यदि प्रयोग 20ºC ताप पर, किया जाए तथा निर्जलीकारक पदार्थ के भार में 0.15 ग्राम की वृद्धि कर हो जाये तब, फ्लास्क का आयतन क्या है ? (निर्जलीकारक पदार्थ के द्वारा ग्रहण किया गया आयतन नगण्य लिया जाता है)।

Ans. (a) 1.98% (b) 10.156 litres

Sol. (a) By Dalton's partial pressure

$$P_{N_2} + P_{H_2O} = 760 \text{ mm}$$

From given data $P_{N_2} = 745$ mm

So $P_{H_2O} = 760 - 745 = 15$ mm

% Mole of N_2 = % of pressure of $N_2 = \frac{745}{760} \times 100 = 98.02$

$\therefore$ Mole % of $H_2O = 100 - 98.02 =$ **1.98%** **Ans.**

(b) Increase weight of drying agent due to absorption of water (H_2O).

Hence, Wt. of $H_2O = 0.15$ g

$\therefore$ Mole of $H_2O = \frac{0.15}{18}$

Pressure of $H_2O(P_{N_2}) = 15 \text{ mm} = \frac{15}{760}$ atm

From gas equation PV = nRT

$$\frac{15}{760} \times V = \frac{0.15}{18} \times 0.0821 \times (273 + 20)$$

V = **10.156 litres** **Ans.**

Sol. (a) डाल्टन का आंशिक दाब के अनुसार

$$P_{N_2} + P_{H_2O} = 760 \text{ mm}$$

दिया गया है, $P_{N_2} = 745$ mm

इसलिए $P_{H_2O} = 760 - 745 = 15$ mm

N_2 की मोल % = N_2 की दाब % $= \frac{745}{760} \times 100 = 98.02$

$\therefore$ H_2O की मोल % = 100 – 98.02 = **1.98%** **Ans.**

(b) निर्जलीकारक का वजन पानी को अवशोषित करने के कारण बढता है।

इसलिए, जल का भार $H_2O = 0.15$ g

$\therefore$ जल के मोल $H_2O = \frac{0.15}{18}$

जल का दाब $(P_{N_2}) = 15 \text{ mm} = \frac{15}{760}$ atm

आदर्श गैस समीकरण से PV = nRT

$$\frac{15}{760} \times V = \frac{0.15}{18} \times 0.0821 \times (273 + 20)$$

V = **10.156 litres** **Ans.**

Section (C) : Mixing of Gases
खण्ड (C) : गैसों का मिश्रण

Commit to memory :

On mixing of gases $n_{final} = n_1 + n_2 + n_3 + ...$

याद रखने योग्य तथ्य :

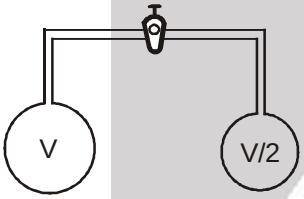
गैसों को मिलाने पर $n_{final} = n_1 + n_2 + n_3 + ...$

C-1. A volume V of a gas at a temperature T_1 and a pressure p is enclosed in a sphere. It is connected to another sphere of volume $\frac{V}{2}$ by a tube and stopcock. The second sphere is initially evacuated and the stopcock is closed. If the stopcock is opened the temperature of the gas in the second sphere becomes T_2. The first sphere is maintained at a temperature T_1. What is the final pressure p_1 within the apparatus?

एक गोले में ताप T_1 और दाब P पर एक गैस का आयतन V है। यह दूसरे गोले से जिसका में आयतन $\frac{V}{2}$ है, एक नलिका और स्टोपकॉक के द्वारा जुड़ा हुआ है। दूसरा गोला प्रारम्भ से ही निर्वातित है और स्टॉपकॉक (अवरोधक) से बन्द है। यदि अवरोधक को खोलते है; दूसरे गोले में गैस का ताप T_2 हो जाता है। पहले गोले को ताप T_1 पर रखा जाता है। उपकरण में अन्तिम दाब p_1 क्या होगा।

Ans. $\frac{2pT_2}{2T_2 + T_1}$

Sol.



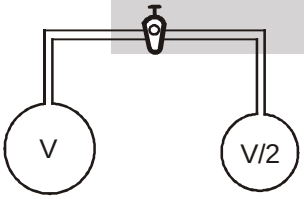
Let the total number of molecules of the gas be n, of which n_1 are in the larger sphere and n_2 in the smaller sphere after the stopcock is opened

$n = n_1 + n_2$ and $pV = nRT$

$$\frac{pV}{RT_1} = \frac{p'V}{RT_1} + \frac{p'V}{2T_2R}$$

$$p' = \frac{2pT_2}{2T_2 + T_1}$$

Sol.



माना कुल अणुओं की संख्या n, है। उनमें से n_1 बडे गोले में है और n_2 छोटे गोले में है (स्टॉपकॉक खोलने के बाद)

$n = n_1 + n_2$ और $pV = nRT$

$$\frac{pV}{RT_1} = \frac{p'V}{RT_1} + \frac{p'V}{2T_2R}$$

$$p' = \frac{2pT_2}{2T_2 + T_1}$$

C-2. If a 2 litre flask of N_2 at 20°C and 70 cm P is connected with a 3 litre of another flask of O_2 at the same temperature and 100 cm P. What will be the final pressure after the gases have throughly mixed at the same temperature as before? Also calculate the mole % of each gas in the resulting mixture. The volume of stopcock may be neglected.
यदि 20ºC व 70 cm P पर N_2 युक्त 2 लीटर क्षमता का पात्र समान ताप व 100 cm P पर O_2 युक्त 3 लीटर क्षमता के अन्य पात्र से जुड़ा हुआ है। तब समान ताप पर मिश्रित होने के पश्चात् गैसों का अन्तिम दाब ज्ञात कीजिए? परिणामी मिश्रण में प्रत्येक गैस का मोल % भी ज्ञात कीजिए? स्टॉपकोक का आयतन नगण्य मानते है।

Ans. P_T = 1.16 atm, 68.18% O_2, 31.82% N_2

C-3. Two flask of equal volume have been joined by a narrow tube of negligible volume. Initially both flasks are at 300 K containing 0.60 mole of O_2 gas at 0.5 atm pressure. One of the flask is then placed in a thermostat at 600 K. Calculate final pressure and the number of O_2 gas in each flask.
बराबर आयतन के दो फ्लास्क नगण्य आयतन की एक संकरी नलिका से जुडे हुये है। 300 K व 0.5 atm दाब पर दोनों फ्लास्कों में O_2 के 0.60 मोल उपस्थित है। एक फ्लॉस्क को 600 K पर तापस्थायी पात्र (thermostat) में रखते है। अन्तिम दाब तथा प्रत्येक फ्लॉस्क में O_2 गैस की संख्या ज्ञात कीजिए?

Ans. 0.66 atm, n_{O_2} = 0.4 (300 K), n_{O_2} = 0.2 (600 K)

Section (D) : Graham's law of diffusion
खण्ड (D) : ग्राहम का विसरण का नियम

Commit to memory :

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \sqrt{\frac{V.D_2}{V.D_1}}$ V.D is vapour density

Rate $\propto \frac{P}{\sqrt{TM}} A$

r = volume flow rate = $\frac{dV_{out}}{dt}$

P – Pressure,

r = moles flow rate = $\frac{dn_{out}}{dt}$

A – area of hole,

r = distance travelled by gaseous molecules per unit time = $\frac{dx}{dt}$

T – Temp. , M – mol. wt.

r = pressure change rate = $\frac{dp}{dt}$

याद रखने योग्य तथ्य :

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \sqrt{\frac{V.D_2}{V.D_1}}$ V.D वाष्प घनत्व है

दर $\propto \frac{P}{\sqrt{TM}} A$

r = आयतन प्रवाह दर = $\frac{dV_{out}}{dt}$

P – दाब,

r = मोल प्रवाह दर = $\frac{dn_{out}}{dt}$

A – छिद्र का क्षेत्रफल,

r = प्रति इकाई समय में गैसीय अणुओं द्वारा तय की गयी दूरी = $\frac{dx}{dt}$

T – ताप , M – अणुभार

r = दाब परिवर्तन दर = $\frac{dp}{dt}$

D-1. The rates of diffusion of two gases A and B are in the ratio 1 : 4. If the ratio of their masses present in the mixture is 2 : 3. The ratio of their mole fraction is : ($9^{1/3}$ = 2.08)
दो गैस A तथा B के विसरण की दर 1 : 4 है। यदि मिश्रण में इनके भार का अनुपात 2 : 3 उपस्थित है तो इनके मोल भिन्न का अनुपात क्या होगा ? ($9^{1/3}$ = 2.08)

Ans. 0.347

Sol. $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{4} = \frac{P_A}{P_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \frac{n_A}{n_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{n_A}{n_B}\sqrt{\frac{m_A}{m_A}\times\frac{m_B}{m_B}\times\frac{3}{2}}$.

$\Rightarrow \quad \frac{1}{4} = \frac{n_A}{n_B}\sqrt{\frac{n_A}{n_B}.\frac{3}{2}} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{n_A}{n_B}\right)^3 = \frac{1}{24} \quad \therefore \quad \frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{2\sqrt[3]{3}} = \frac{9^{1/3}}{6} = 0.347$ **Ans.**

D-2. For 10 minute each, at 0ºC, from two identical holes nitrogen and an unknown gas are leaked into a common vessel of 4 litre capacity. The resulting pressure is 2.8 atm and the mixture contains 0.4 mole of nitrogen. What is the molar mass of unknown gas? (Use R = 0.082 L-atm/mol-K)
0ºC पर दो एक समान छिद्रों से नाइट्रोजन व एक अज्ञात गैस, 4 लीटर क्षमता के एक ही पात्र में प्रत्येक गैस 10 मिनट के लिए निःसरित होती है, परिणामी दाब 2.8 atm है तथा मिश्रण मे 0.4 मोल नाइट्रोजन उपस्थित है। अज्ञात गैस का मोलर द्रव्यमान क्या है ? (R = 0.082 L-atm/mol-K प्रयोग करें।)

Ans. 448 g mol^{-1}

Sol. $\frac{n_{N_2}}{n_x} = \sqrt{\frac{m_x}{M_{N_2}}}$ .....(i) $\qquad P_T V_T = n_T RT$ .....(ii)

Here $n_T = \frac{2.8 \times 4}{0.0821 \times 273} = 0.5$ and $n_x + n_{N_2} = 0.5 \Rightarrow n_x = 0.1$

From (1) $\frac{0.4}{0.1} = \sqrt{\frac{M_x}{28}} \Rightarrow M_x = 448.$

Sol. $\frac{n_{N_2}}{n_x} = \sqrt{\frac{m_x}{M_{N_2}}}$ .....(i) $\qquad P_T V_T = n_T RT$ .....(ii)

यहाँ $n_T = \frac{2.8 \times 4}{0.0821 \times 273} = 0.5$ तथा $n_x + n_{N_2} = 0.5 \Rightarrow n_x = 0.1$

(1) से $\frac{0.4}{0.1} = \sqrt{\frac{M_x}{28}} \Rightarrow M_x = 448.$

D-3. The pressure in a vessel that contained pure oxygen dropped from 2000 torr to 1500 torr in 40 min as the oxygen leaked through a small hole into a vacuum. When the same vessel was filled with another gas, the pressure dropped from 2000 torr to 1500 torr in 80 min. What is the molecular weight of the second gas ?
एक पात्र में भरी शुद्ध आक्सीजन जब एक छिद्र द्वारा निर्वात में विसरित होती है तब 40 मिनट में दाब 2000 टोर से 1500 टोर तक गिर जाता है। जब यही पात्र अन्य गैस से भरा जाता है तब 2000 टोर से 1500 टोर तक दाब में कमी 80 मिनट मे आती है, तब दूसरी गैस का अणुभार क्या है ?

Ans. M = 128 g/mol

Sol. Change in pressure = 2000-1500 = 500 torr; time-taken = 40 min

$\text{rate}_1 = \frac{500}{40}$ torr/min; similarly $\text{rate}_2 = \frac{500}{80}$ torr/min

$\frac{\text{rate}_1}{\text{rate}_2} = \sqrt{\frac{M}{32}}$

Sol. दाब में परिवर्तन = 2000-1500 = 500 torr; time-taken = 40 मिनट व 80 मिनट

दर$_1 = \frac{500}{40}$ टोर/min; similarly दर$_2 = \frac{500}{80}$ टोर/min ;

$\frac{\text{दर}_1}{\text{दर}_2} = \sqrt{\frac{M}{32}}$

D-4. A gaseous mixture contains oxygen and another unknown gas in the molar ratio of 4 : 1 diffuses through a porous plug in 245 seconds. Under similar conditions same volume of oxygen takes 220 sec to diffuse. Find the molecular mass of the unknown gas.
एक गैसीय मिश्रण में उपस्थित ऑक्सीजन तथा अज्ञात गैस का मोलर अनुपात 4 : 1 है जो कि सरन्ध्र कार्क से 245 सैकण्ड में विसरित होता है। समान परिस्थितियों में समान आयतन की ऑक्सीजन को विसरित होने में 220 सैकण्ड समय लगता है, तो अज्ञात गैस का आण्विक द्रव्यमान ज्ञात करो।

Ans. 133

Sol. $\frac{r_{mix}}{r_{O_2}} = \frac{V}{V} \times \frac{220}{245} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{mix}}}$ $\qquad M_{mix} = 39.6$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\sqrt{M_{mix}}} = \frac{X_{gas}}{\sqrt{M_{gas}}} + \frac{X_{O_2}}{\sqrt{M_{O_2}}}.$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\sqrt{39.6}} = \frac{1/5}{\sqrt{M_{gas}}} + \frac{4/5}{\sqrt{32}}.$$

$M_{gas} = 133$

Section (E) : Kinetic theory of gases
खण्ड (E) : गैसों की गतिक अवधारणा

Commit to memory :

$PV = \frac{1}{3} mN \overline{U^2}$ Kinetic equation of gases

$U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ M = molar mass

$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$U_{MPS} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ T = Temperature

याद रखने योग्य तथ्य :

$PV = \frac{1}{3} mN \overline{U^2}$ गैसों का गतिज समीकरण

$U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ M = मोलर भार

$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$U_{MPS} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ T = ताप

E-1. Suppose a gas sample in all have 6×10^{23} molecules. Each 1/3rd of the molecules have rms speed 10^4 cm/sec, 2×10^4 cm/sec and 3×10^4 cm/sec. Calculate the rms speed of gas molecules in sample.
माना कि एक गैस का एक प्रादर्श 6×10^{23} अणु युक्त है। प्रत्येक 1/3 भाग अणुओं की वर्ग माध्यमूल गति क्रमशः 10^4 cm/sec, 2×10^4 cm/sec तथा 3×10^4 cm/sec हैं, तब नमूने में गैस के अणु की वर्ग माध्यमूल गति (rms) की गणना कीजिए।

Ans. 2.16×10^4 cm/sec.

Sol. $u_{rms} = \sqrt{\frac{\sum n_1 u_1^2}{\sum n}} = \sqrt{\frac{u_1^2 \times n_1 + u_2^2 \times n_2 + u_3^2 \times n_3}{n_1 + n_2 + n_3}}$

$\therefore u_{rms} = 6\sqrt{\frac{2 \times 10^{23} \times (10^4)^2 + 2 \times 10^{23} \times (2 \times 10^4)^2 + 2 \times 10^{23} \times (3 \times 10^4)^2}{6 \times 10^{23}}} = 2.16 \times 10^4$ cm/sec

E-2. The root mean square speed of gas molecules at a temperature 27 K and pressure 1.5 bar is 1×10^4 cm/sec. If both temperature and pressure are raised three times, calculate the new rms speed of gas molecules.
27 K ताप और 1.5 बार दाब पर एक गैसीय अणु की वर्ग माध्य मूल गति (rms) 1×10^4 cm/sec है। यदि ताप और दाब दोनों को 3 गुना बढ़ा दिया जाये तब गैसीय अणु की नयी वर्ग माध्य मूल गति (rms) की गणना कीजिए।

Ans. 1.73×10^4 cm/sec

Sol. $PV = \frac{1}{3} mnu^2$

$u \propto \sqrt{PV}$

P, T are made 3 times; so u will becomes $\sqrt{3} \times 10^4$

हल. $PV = \frac{1}{3} mnu^2$

$u \propto \sqrt{PV}$

दाब व ताप तिगुने कर दिए गए है; इसलिए u, $\sqrt{3} \times 10^4$ गुना हो जाएगा।

E-3. At what temperature would the most probable speed of CO_2 molecules be twice that at 127ºC.
किस ताप पर, CO_2 अणुओं का अधिकतम प्रायिक वेग 127ºC ताप पर अधिकतम प्रायिक वेग का दुगना हो जाएगा।

Ans. 1327ºC

Sol. $U_{MPS} \propto \sqrt{T} \quad \Rightarrow \quad \frac{(U_{MPS})_2}{(U_{MPS})_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{1} = \sqrt{\frac{T_2}{400}}$

$T_2 = 1600$ K = 1327ºC.

E-4. At what temperature will hydrogen molecules have the same root mean square speed as nitrogen molecules have at 35ºC ?
किस ताप पर, हाइड्रोजन के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग, 35ºC पर नाइट्रोजन के अणुओं के वर्ग माध्य मूल वेग के समान होगा ?

Ans. T = 22.0 K

Sol. $U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{T_1}} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{3R \times 308}{28}} = \sqrt{\frac{3RT}{2}} \quad \Rightarrow \quad T = 22$ K.

Section (F) : Eudiometry
खण्ड (F) : गैस आयतनमिति

Commit to memory :
Some Common Facts :

- If a hydrocarbon is burnt, gases liberated will be CO_2 & H_2O. [H_2O is seperated out by cooling the mixture & CO_2 by absorption by aqueous KOH]
- If organic compound contains S or P, then these are converted into SO_2 & P_4O_{10} by burning the organic compound.
- If nitrogen is present, then it is converted into N_2.
  [The only exception: if organic compound contains – NO_2 group then NO_2 is liberated]
- If mixture contains N_2 gas & this is exploded with O_2 gas, do not assume any oxide formation unless specified.
- Ozone is absorbed in turpentine oil and oxygen in alkaline pyragallol.

याद रखने योग्य तथ्य :
कुछ समान्य तथ्य :

- यदि एक हाइड्रोकार्बन का दहन होता है, तो CO_2 व H_2O बनते है। [H_2O को मिश्रण को ठण्डा करके तथा CO_2 को जलीय KOH द्वारा अवशोषित करके हटाते है]
- यदि कार्बनिक यौगिक में S या P होते है, तो दहन से ये SO_2 व P_4O_{10} में परिवर्तित हो जाते है।
- यदि नाइट्रोजन उपस्थित है तो N_2 में बदलती है।
  [एक मात्र अपवाद: यदि कार्बनिक यौगिक में – NO_2 समूह उपस्थित है तो NO_2 उत्सर्जित होती है]
- यदि मिश्रण में N_2 गैस उपस्थित है तथा मिश्रण का O_2 के साथ दहन करते है तो किसी ऑक्साइड के बनने को न माने जब तक कि प्रश्न में न दिया हो।
- ओजोन तारपीन के तेल में तथा ऑक्सीजन क्षारीय पायरेगेलोल में अवशोषित होती है।

F-1. 1 litre of a mixture of CO and CO_2 is taken. This mixture is passed through a tube containing red hot charcoal. The volume now becomes 1.6 litres. The volumes are measured under the same conditions. Find the composition of the mixture by volume.
CO तथा CO_2 के एक मिश्रण का 1 लीटर लिया गया। इस मिश्रण को लाल तृप्त चारकोल की उपस्थिति में एक नलिका से गुजारा जाता है, अब आयतन 1.6 लीटर होता है। यदि आयतन समान परिस्थितियों में मापा जाए, तब आयतन से मिश्रण का संगठन ज्ञात करो।

Ans. $CO_2 = 0.6$ lt, CO = 0.4 lt

Sol. $CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

At t = 0	x L	(1 – x) L
At = t	0	2x L

$1 - x + 2x = 1.6$
$1 + x = 1.6$
$x = 0.6$ L
$1 - x = 0.4$ L

F-2. 40 ml of ammonia gas, taken in an eudiometer tube, was subjected to sparks till the volume did not further change. The volume was found to increase by 40 ml. 40 ml of oxygen gas then mixed and the mixture was further exploded. The gases remained were 30 ml. Deduce the formula of ammonia. (Ammonia contain N and H only).
एक गैस अनुमापन नलिका में अमोनिया के 40 ml लिये गये तथा इसमें विद्युत आर्क तब तक लगाया गया जब तक कि आयतन में आगे परिवर्तन न हो, अन्ततः परिणामी आयतन 40 ml अधिक पाया गया फिर इसमें 40 ml ऑक्सीजन गैस मिलाकर मिश्रण को पुनः विस्फोटित किया गया तब शेष बची गैसों का आयतन 30 ml पाया गया तब अमोनिया के सूत्र का परिकलन कीजिए। (अमोनिया में केवल N तथा H हैं।).

Ans. NH_3

F-3. When 100 ml of a $O_2 - O_3$ mixture was passed through turpentine, there was reduction of volume by 20 ml. If 100 ml of such a mixture is heated, what will be the increase in volume? **[Hint:** O_3 is absorbed by turpentine**]**
जब O_2 तथा O_3 के 100mL मिश्रण को टरपेन्टाइन से गुजारा जाता है, तब आयतन में 20 ml की कमी होती है। यदि इसी मिश्रण के 100 ml को गर्म किया जाए, तब आयतन में कितनी वृद्धि होगी ? (**संकेत :** टरपेन्टाइन द्वारा O_3 अवशोषित कर ली जाती हैं)

Ans. **10 ml**

Sol. In the mix., volume of O_3 = 20 ml, Volume of O_2 = 80 ml
on heating $2O_3 \longrightarrow 3O_2$
20 ml O_3 will give $\frac{3}{2} \times 20 = 30$ ml O_2
total volume = 80 + 30 = 110 ml
Increase in volume = 110 – 100 = 10 ml.

हल. मिश्रण में O_3 का आयतन = 20 ml, O_2 का आयतन = 80 ml
गर्म करने पर $2O_3 \longrightarrow 3O_2$
20 ml O_3 देगा = $\frac{3}{2} \times 20 = 30$ ml O_2
कुल आयतन = 80 + 30 = 110 ml
आयतन में वृद्धि = 110 – 100 = 10 ml.

F-4. 60 ml of a mixture of nitrous oxide (N_2O) and nitric oxide (NO) was exploded with excess of hydrogen. If 38 ml of N_2 was formed, calculate the volume of each gas in the mixture.
नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O) तथा नाइट्रिक ऑक्साइड (NO) के 60 ml मिश्रण को हाइड्रोजन के आधिक्य में विस्फोटित किया जाता है। यदि 38 ml N_2 बनती है। तब, मिश्रण में प्रत्येक गैस का आयतन परिकलित कीजिए ?

Ans. NO = 44 ml ; N_2O = 16 ml

Sol. Let the volume of NO and N_2O be a and b ml respectively
माना कि NO तथा N_2O के आयतन क्रमशः a तथा b ml है।
$N_2O + NO + H_2 \longrightarrow N_2$
b   a
a + b = 60 .... (i)
a/2 + b = 38 .... (ii)
a = 44 ml.
b = 16 ml.

F-5. A mixture of formic acid and oxalic acid is heated with concentrated H_2SO_4. The gases produced are collected and on its treatment with KOH solution the volume of the gas decreased by one-sixth. Calculate the molar ratio of the two acids in the original mixture. [**Hint :** H_2SO_4 is a dehydrating agent. HCOOH produces H_2O and CO; $H_2C_2O_4$ produces H_2O, CO_2 and CO]
फॉर्मिक अम्ल तथा ऑक्जेलिक अम्ल के एक मिश्रण को सांद्र H_2SO_4 के साथ गर्म किया जाता हैं। उत्पन्न गैस को एकत्रित किया जाता है तथा KOH विलयन के साथ उपचारित कराने पर गैस का आयतन $1/6^{th}$ भाग से कम हो जाता है। वास्तविक मिश्रण मे दोनो अम्लो के मोलर अनुपात की गणना किजिये? [**संकेत :** H_2SO_4 एक निर्जलीकारक है, HCOOH, H_2O तथा CO उत्पन्न करता है तथा $H_2C_2O_4$, H_2O, CO_2 तथा CO उत्पन्न करता है]

Ans. 4 : 1

Sol. $HCOOH \longrightarrow H_2O + CO$
a mole   0   0

	a	a	
$H_2C_2O_4 \longrightarrow$	H_2O	+ CO +	CO_2
b mole	0	0	0
	b	b	b

H_2O absorb by H_2SO_4 and CO_2 absorbed by KOH

volume of CO_2 / total volume = b/a + 2b = 1/6

a/b = 4/1

the molar ratio of HCOOH and $H_2C_2O_4$ is 4 : 1.

हल.

HCOOH $\longrightarrow$	H_2O	+ CO
a mole	0	0
	a	a

$H_2C_2O_4 \longrightarrow$	H_2O	+ CO +	CO_2
b mole	0	0	0
	b	b	b

H_2O, H_2SO_4 द्वारा तथा CO_2, KOH द्वारा अवशोषित होता है।

CO_2 का आयतन /कुल आयतन = b/a + 2b = 1/6

a/b = 4/1

HCOOH तथा $H_2C_2O_4$ का मोलर अनुपात 4 : 1 हैं।

F-6. A sample of a gaseous hydrocarbon occupying 1.12 litres at NTP when completely burnt in air produced 2.2 g of CO_2 and 1.8 g of H_2O. Calculate the weight of the compound taken and the volume of O_2 at NTP required for its burning. Find the molecular formula of the hydrocarbon.

NTP पर एक गैसीय हाइड्रोकार्बन का नमूना 1.12 लीटर स्थान ग्रहण करता है जब इसे वायु में पूर्णतः जलाते हैं तो यह CO_2 के 2.2 ग्राम और H_2O के 1.8 ग्राम का उत्पादन करता है। लिये गये यौगिक के भार की गणना करो और NTP पर इसे जलाने के लिये आवश्यक O_2 के आयतन की गणना करो। हाइड्रोकार्बन का अणुसूत्र ज्ञात करो।

Ans. 0.8 g, O_2 = 2.24 Ltr, CH_4.

Sol. Balanced chemical equation: $C_xH_y + (x + y/4)O_2 \longrightarrow xCO_2 + y/2\ H_2O$

22.4 Lt of C_xH_y gives = 44a gram CO_2

1.12 Lt of C_xH_y gives = 44a × 1.12 / 22.4 gram CO_2

44 a × 1.12 / 22.4 = 2.2 $\Rightarrow$ a = 1

22.4 Lt of C_xH_y gives = 18 × b/2 gram H_2O

1.8 Lt of C_xH_y gives = 18 × b/2 × 1.12 / 22.4 gram H_2O

18 b/2 × 1.12 / 22.4 = 1.8 $\Rightarrow$ b = 4

$\therefore$ Hydrocarbon is CH_4

wt of 1.12 Lt CH_4 at NTP = 16 × 1.12 / 22.4 = 0.8 gram

mole of O_2 used in the 22.4 Lt. hydrocarbon combustion = a + b/4 = 2 mole

mole of O_2 used in the 1.12 Lt. hydrocarbon combustion = 2 × 1.12 / 22.4 = 0.1

volume of O_2 used in the 1.12 Lt. hydrocarbon combustion = 0.1 × 22.4 = 2.24 Lt.

हल. संतुलित रासायनिक अभिक्रिया : $C_xH_y + (x + y/4)O_2 \longrightarrow xCO_2 + y/2\ H_2O$

22.4 लीटर C_xH_y देता है = 44a ग्राम CO_2

1.12 लीटर C_xH_y देता है = 44a × 1.12 / 22.4 ग्राम CO_2

44 a × 1.12 / 22.4 = 2.2 $\Rightarrow$ a = 1

22.4 लीटर C_xH_y देता है = 18 × b/2 ग्राम H_2O

1.8 लीटर C_xH_y देता है = 18 × b/2 × 1.12 / 22.4 ग्राम H_2O

18 b/2 × 1.12 / 22.4 = 1.8 $\Rightarrow$ b = 4

$\therefore$ अतः हाइड्रोकार्बन CH_4 है।

Wt. of 1.12 Lt CH_4 at NTP = 16 × 1.12 / 22.4 = 0.8 ग्राम

22.4 लीटर हाइड्रोकार्बन के दहन में प्रयुक्त O_2 के मोल = a + b/4 = 2 मोल

1.12 लीटर हाइड्रोकार्बन के दहन में प्रयुक्त O_2 के मोल = 2 × 1.12 / 22.4 = 0.1

1.12 लीटर हाइड्रोकार्बन के दहन में प्रयुक्त O_2 का आयतन = 0.1 × 22.4 = 2.24 Lt.

PART - II : ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE

भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

Section (A) : Ideal gas equation & gas laws
खण्ड (A) : आदर्श गैस समीकरण एवं गैस नियम

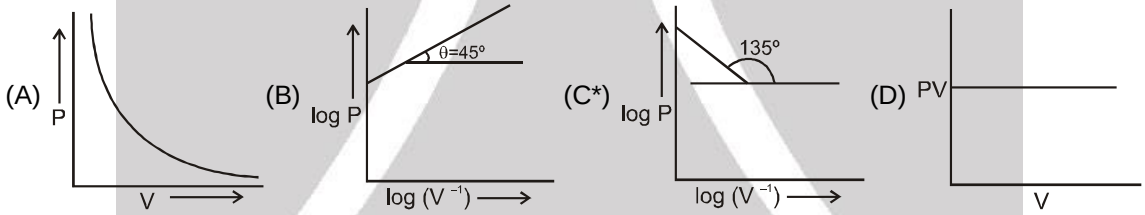
Commit to memory :

Boyle's law :	$P_1V_1 = P_2V_2$	P_1 & P_2 are pressure of gas
Charles law :	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	V_1 & V_2 are Volume of gas
Gay-lussac's law :	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	T_1 & T_2 are Temperature of gas
Ideal Gas Equation :	PV = nRT	n = number of moles of gas

याद रखने योग्य तथ्य :

बॉयल नियम :	$P_1V_1 = P_2V_2$	P_1 व P_2 गैस का दाब हैं
चार्ल्स नियम :	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	V_1 व V_2 गैस का आयतन हैं
गै–लूसाक नियम :	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	T_1 व T_2 गैस का ताप हैं
आदर्श गैस समीकरण :	PV = nRT	n = गैस के मोलो की संख्या

A-1. Which of the following curve does not represent Boyle's law?
निम्न में से कौन सा वक्र वॉयल के नियम को दर्शाता है।



Sol. At constant temperature $p \propto 1/v$.
Sol. नियत ताप पर, $p \propto 1/v$.

A-2. The density of liquid gallium at 30ºC is 6.095 g/mL. Because of its wide liquid range (30 to 2400ºC), gallium could be used as a barometer fluid at high temperature. What height (in cm) of gallium will be supported on a day when the mercury barometer reads 740 torr? (The density of mercury is 13.6 g/mL).
30ºC पर द्रव गैलीयम का घनत्व 6.095 g/mL है क्योंकि इसकी विस्तृत द्रव सीमा (30 से 2400ºC) है, गैलीयम का उपयोग उच्च ताप पर ब्रोमोमीटर में किया जा सवता है। गैलीयम स्तम्भ की लम्बाई क्या होगी (cm में) जब पारा युक्त बेरोमीटर के स्तम्भ की लम्बाई 740 cm है ? (पारा का घनत्व = 13.6 g/mL)

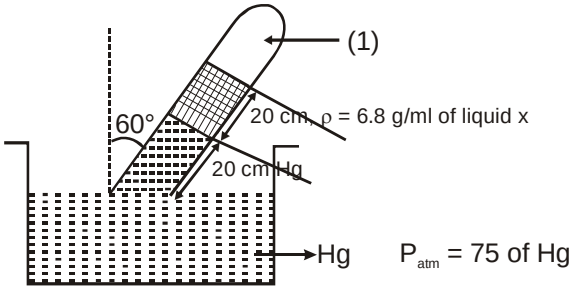
(A) 322 (B) 285 (C*) 165 (D) 210

Sol. For barometer (बेरोमीटर के लिए)

$\rho_1\ell_1 = \rho_2\ell_2$

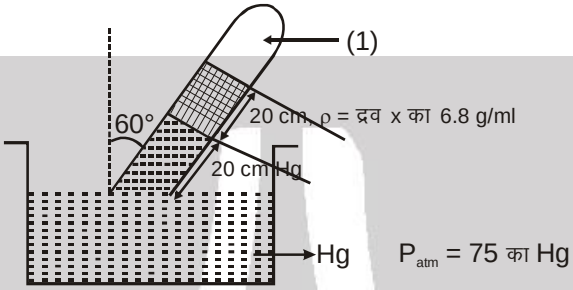
$\rho_2 = \frac{13.6 \times 740}{6.095}$ = 1651 mm ≈ 165 cm

A-3. Pressure of the gas in column (1) is :



(A*) 60 cm of Hg (B) 55 cm of Hg (C) 50 cm of Hg (D) 45 cm of Hg

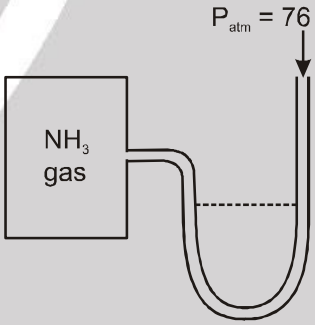
कॉलम (1) में गैस का दाब निम्न हैं :



(A*) Hg का 60 cm (B) Hg का 55 cm (C) Hg का 50 cm (D) Hg का 45 cm

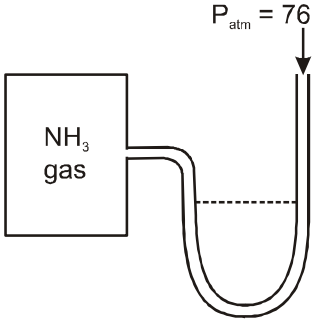
Sol. $P_{gas} = 75 - \frac{101}{2} - \frac{20 \times 6.8}{13.6} \times \frac{1}{2} = 60$ cm of Hg

A-4. A manometer attached to a flask contains with ammonia gas have no difference in mercury level initially as shown in diagram. After sparking into the flask, ammonia is partially dissociated as $2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ now it have difference of 6 cm in mercury level in two columns, what is partial pressure of $H_2(g)$ at equilibrium?



(A*) 9 cm Hg (B) 18 cm Hg (C) 27 cm Hg (D) None of these

चित्र में दर्शाये अनुसार अमोनिया गैस युक्त फ्लास्क से जुडे हुए मेनोमीटर में प्रारम्भ में मर्करी स्तर में कोई अन्तर नही है फ्लास्क में चिंगारी के पश्चात अमोनिया निम्न प्रकार से आंशिक रूप से वियोजित होती है, $2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ अब दोनो स्तम्भों में पारे के स्तर का अन्तर 6 cm है। साम्य अवस्था पर $H_2(g)$ का आंशिक दाब क्या होगा ?



(A*) 9 cm Hg (B) 18 cm Hg (C) 27 cm Hg (D) इनमें से कोई नहीं

Sol. $2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

Before sparking	76	0	0
After sparking at eqm	76 – 2x	x	3x

Increase in pressure 2x = 18; x = 9 cm Hg

Partial pressure of H_2 = 3 × 3 = 9 cm Hg

Sol. $2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

चिंगारी से पहले	76	0	0
साम्य पर चिंगारी के पश्चात्	76 – 2x	x	3x

दाब में वृद्धि 2x = 18; x = 9 cm Hg

H_2 का आंशिक दाब = 3 × 3 = 9 cm Hg

A-5. A gas is heated from 0°C to 100°C at 1.0 atm pressure. If the initial volume of the gas is 10.0 L, its final volume would be :

1.0 atm दाब पर 0°C से 100°C तक एक गैस को गर्म किया जाता है। यदि गैस का प्रारम्भिक आयतन 10.0 L, हो तो इसका अन्तिम आयतन निम्न होगा :

(A) 7.32 L (B) 10.00 L (C*) 13.66 L (D) 20.00 L

Sol. $\frac{10}{V_2} = \frac{273}{373}$

A-6. If the pressure of a gas contained in a closed vessel is increased by 0.4% when heated by 1ºC its initial temperature must be :

जब एक बन्द पात्र में उपस्थित गैस को 1ºC से गर्म किया जाता है तो गैस का दाब 0.4% से बढ़ जाता है तो इसका प्रारंभिक तापमान निम्न होना चाहिए।

(A*) 250 K (B) 250ºC (C) 25ºC (D) 25 K

Sol. $\frac{100}{100.4} = \frac{T}{T+1}$

A-7. A thin balloon filled with air at 47ºC has a volume of 3 litre. If on placing it in a cooled room its volume becomes 2.7 litre, the temperature of room is :

47ºC पर वायु से भरे एक पतले गुब्बारे का आयतन 3 लीटर हैं। यदि इसे एक ठंडे कमरे में रखा जाता हैं इसका आयतन 2.7 लीटर हो जाता है, कमरे का ताप निम्न है :

(A) 42ºC (B) 100ºC (C*) 15ºC (D) 200ºC

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

A-8. A balloon weighing 50 kg is filled with 685 kg of helium at 1 atm pressure and 25°C. What will be its pay load if it displaced 5108 kg of air ?

(A*) 4373 kg (B) 4423 kg (C) 5793 kg (D) none of these

50 kg भार का गुब्बारे में 1 atm दाब एवं 25°C ताप पर 685 kg हीलियम गैस भरी हुई है। यदि गुब्बारा 5108 kg वायु को विस्थापित करता है तब पेलोड क्या होगा ?

(A*) 4373 kg (B) 4423 kg (C) 5793 kg (D) इनमें से कोई नहीं

Sol. Mass of the filled balloon = 50 + 685 = 735 kg

Pay load = Mass of displaced air – Mass of balloon = 5108 – 735 = 4373 kg

भरे हुए गुब्बारे का द्रव्यमान = 50 + 685 = 735 kg

पेलोड = विस्थापित वायु का द्रव्यमान – गुब्बारे का द्रव्यमान = 5108 – 735 = 4373 kg

A-9. If a mixture containing 3 moles of hydrogen and 1 mole of nitrogen is converted completely into ammonia, the ratio of initial and final volume under the same temperature and pressure would be :

यदि एक मिश्रण में हाइड्रोजन के 3 मोल तथा नाइट्रोजन के 1 मोल को पूर्ण रूप से अमोनिया में बदल दिया जाता है, तो समान ताप तथा दाब पर प्रारंभिक तथा अन्तिम आयतन का अनुपात निम्न होगा :

(A) 3 : 1 (B) 1 : 3 (C*) 2 : 1 (D) 1 : 2

Sol.

	N_2	+	$3H_2$	$\longrightarrow$	$2NH_3$
Initial	1		3		
final	–		–		2

ratio = $\frac{4}{2} = \frac{2}{1}$.

हल : प्रारम्भिक $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

1 3

अन्तिम – – 2

अनुपात = $\frac{4}{2} = \frac{2}{1}$.

A-10. SO_2 at STP contained in a flask was replaced by O_2 under identical conditions of pressure, temperature and volume. Then the weight of O_2 will be _____ of SO_2.
(A*) half (B) one fourth (C) twice (D) four times.
दाब, ताप तथा आयतन की समान परिस्थितियों पर STP पर फ्लास्क में रखे SO_2 को O_2 द्वारा विस्थापित किया जाता है। ऑक्सीजन का भार, SO_2 का _____ है।
(A*) आधा (B) एक चौथाई (C) दुगुना (D) चार गुना

Sol. $n_1 = n_2$

A-11. Under what conditions will a pure sample of an ideal gas not only exhibit a pressure of 1 atm but also a concentration of 1 mol litre $^{-1}$. [R = 0.082 litre atm mol^{-1} K^{-1}]
(A) at S.T.P. (B) when V = 22.42 L
(C*) when T = 12 K (D) impossible under any condition
किन परिस्थितियों पर एक आदर्श गैस का शुद्ध नमूना न केवल 1 atm का दाब प्रदर्शित करता है बल्कि 1 mol litre $^{-1}$ की सान्द्रता भी प्रदर्शित करता है। [R = 0.082 litre atm mol^{-1} K^{-1}]
(A) S.T.P. पर (B) जब V = 22.42 L (C*) जब T = 12 K (D) किसी भी परिस्थिती पर असंभव

Sol. P = CRT ; $T = \frac{P}{RC} = \frac{1\times12}{1\times1} = 12$ K.

A-12. An amount of 1.00 g of a gaseous compound of boron and hydrogen occupies 0.820 liter at 1.00 atm and at 3ºC. The compound is (R = 0.0820 liter atm $mole^{-1}$ K^{-1}; at. wt: H = 1.0, B = 10.8)
1 atm तथा 3ºC पर बोरोन तथा हाइड्रोजन के गैसीय यौगिक के 1.00 ग्राम की मात्रा 0.820 लीटर आयतन को घेरती हैं। यौगिक निम्न हैं– (R = 0.0820 liter atm $mole^{-1}$ K^{-1}; परमाणु भार H = 1.0, B = 10.8)
(A) BH_3 (B) B_4H_{10} (C*) B_2H_6 (D) B_3H_{12}

Sol. PV = nRT

$PV = \frac{1}{M}RT$

A-13. A 0.5 dm^3 flask contains gas A and 1 dm^3 flask contains gas B at the same temperature. If density of A = 3 g/dm^3 and that of B = 1.5 g/dm^3 and the molar mass of A = 1/2 of B, the ratio of pressure exerted by gases is :
समान ताप पर 0.5 dm^3 फ्लास्क जो, गैस A युक्त है तथा 1 dm^3 फ्लास्क, गैस B युक्त है। यदि A का घनत्व 3 g/dm^3 तथा B का घनत्व 1.5 g/dm^3 है तथा A का मोलर द्रव्यमान, B का 1/2 होता है। गैसों के द्वारा लगाये गये दाब का अनुपात निम्न है:
(A) $\frac{P_A}{P_B} = 2$ (B) $\frac{P_A}{P_B} = 1$ (C*) $\frac{P_A}{P_B} = 4$ (D) $\frac{P_A}{P_B} = 3$

Sol. $P_A = \frac{3RT}{M_A}$; $P_B = \frac{1.5\ RT}{M_B}$

$\frac{P_A}{P_B} = \frac{2M_B}{M_A} = \frac{2\times2M_A}{M_A} = 4$.

A-14. A and B are two identical vessels. A contains 15 g ethane at 1atm and 298 K. The vessel B contains 75 g of a gas X_2 at same temperature and pressure. The vapour density of X_2 is :
A तथा B दो मानक पात्र हैं। 1 atm तथा 298 K पर A, 15 ग्राम ऐथेन से युक्त है। समान ताप तथा दाब पर पात्र B गैस X_2 के 75 ग्राम से युक्त हैं। X_2 का वाष्प घनत्व निम्न हैं :
(A*) 75 (B) 150 (C) 37.5 (D) 45

Sol. $\frac{15}{30} = \frac{75}{M_B}$

$M_B = 150.$ $(V.D.)_B = \frac{150}{2} = 75.$

A-15. The density of neon will be highest at :
नियॉन का घनत्व निम्न पर उच्चतम होगा :
(A) STP (B*) 0°C, 2 atm (C) 273°C. 1 atm (D) 273°C. 2 atm

Sol. $\rho \propto \frac{P}{T}$.

A-16. A small bubble rises from the bottom of a lake, where the temperature and pressure are 8°C and 6.0 atm,to the water's surface,where the temperature is 25°C and pressure is 1.0 atm. Calculate the final volume of the bubble if its initial volume was 2 mL.
तालाब के तल से जहाँ का ताप एवं दाब 8°C व 6.0 atm है से एक छोटा बुलबुला उत्पन्न होकर, तालाब के पृष्ठ की ओर उठता है जहाँ ताप एवं दाब 25°C व 1.0 atm है। यदि बुलबुले का प्रारम्भिक आयतन 2 mL है तो उसका अन्तिम आयतन ज्ञात कीजिए।
(A) 14 mL (B*) 12.72 mL (C) 11.31 mL (D) 15 mL

Sol. The moles of the gas in the bubble remains constant, so that $n_1 = n_2$. To calculate the final volume, V_2,
$\frac{6 \times 2}{281} = \frac{1 \times V_2}{298} \Rightarrow V_2 = 12.72$ mL.
बुलबुले में गैस के मोलों की संख्या समान रहती है। इसलिए $n_1 = n_2$ अन्तिम आयतन V_2 ज्ञात करने के लिए
$\frac{6 \times 2}{281} = \frac{1 \times V_2}{298} \Rightarrow V_2 = 12.72$ mL.

Section (B) : Daltons law of partial pressures
खण्ड (B) : डाल्टन का आंशिक दाब का नियम

Commit to memory :

Daltons law : $P_{Total} = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{(n_1 + n_2 + n_3)RT}{v}$

$P_1 = \frac{n_1RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_2RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_3RT}{v}$ P_1, P_2 & P_3 are partial pressure of gases

P_{Total} = Total pressure of Gaseous mixture

याद रखने योग्य तथ्य :

डॉल्टन का नियम : $P_{कुल} = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{(n_1 + n_2 + n_3)RT}{v}$

$P_1 = \frac{n_1RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_2RT}{v}$; $P_2 = \frac{n_3RT}{v}$ P_1, P_2 व P_3 गैसों के आंशिक दाब हैं

$P_{कुल}$ = गैसीय मिश्रण का कुल दाब

B-1. Equal weights of ethane & hydrogen are mixed in an empty container at 25ºC, the fraction of the total pressure exerted by hydrogen is:
25ºC पर एक खाली पात्र में ऐथेन तथा हाइड्रोजन के समान भार को मिश्रित किया जाता है, हाइड्रोजन द्वारा लगाये गये कुल दाब का भिन्न (अंश) निम्न है :
(A) 1: 2 (B) 1: 1 (C) 1: 16 (D*) 15: 16

Sol. $\frac{p_{H_2}}{p_{C_2H_6}} = \frac{n_{H_2}}{n_{C_2H_6}} = \frac{30}{2} = \frac{15}{1}$.

B-2. A mixture of hydrogen and oxygen at one bar pressure contains 20% by weight of hydrogen. Partial pressure of hydrogen will be
1 बार (bar) दाब पर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का मिश्रण हाइड्रोजन के भार का 20% युक्त है तब हाइड्रोजन का आंशिक दाब क्या होगा :
(A) 0.2 bar (B) 0.4 bar (C) 0.6 bar (D*) 0.8 bar

Sol. (D) Weight of H_2 = 20 g in 100 g mixture; Weight of O_2 = 80 g

$\therefore$ Moles of $H_2 = \frac{20}{2} = 10$; $\therefore$ Moles of $O_2 = \frac{80}{32} = \frac{5}{2}$

$\therefore$ Total moles $= 10 + \frac{5}{2} = \frac{25}{2}$

$\therefore$ $P'_{H_2} = P_T \times$ mole fraction of $H_2 = 1 \times \frac{10}{25/2} = 0.8$ bar

Sol. (D) H_2 का भार = 20 ग्राम (100 ग्राम मिश्रण में) O_2 का भार = 80 g

$\therefore$ H_2 का मोल $= \frac{20}{2} = 10$; $\therefore$ O_2 के मोल $= \frac{80}{32} = \frac{5}{2}$

$\therefore$ कुल मोल $= 10 + \frac{5}{2} = \frac{25}{2}$

$\therefore$ $P'_{H_2} = P_T \times H_2$ का मोल भिन्न $= 1 \times \frac{10}{25/2} = 0.8$ bar

B-3. A compound exists in the gaseous phase both as monomer (A) and dimer (A_2). The atomic mass of A is 48 and molecular mass of A_2 is 96. In an experiment 96 g of the compound was confined in a vessel of volume 33.6 litre and heated to 273ºC. The pressure developed if the compound exists as dimer to the extent of 50% by weight under these conditions will be :

गैसीय अवस्था में एक यौगिक एकलक (A) तथा द्विलक (A_2) दोनों रूप में होता है। A का परमाण्वीय द्रव्यमान 48 है तथा A_2 का आण्विक द्रव्यमान 96 है। एक प्रयोग में यौगिक के 96 ग्राम को 33.6 लीटर आयतन के एक पात्र में रखा जाता है तथा 273ºC तक गर्म किया जाता है। यदि इन परिस्थितियों पर किसी यौगिक के लिए भार का 50 % द्विलक के रूप में अस्तित्व रखता है तब विकसित नया दाब होगा :

(A) 1 atm (B*) 2 atm (C) 1.5 atm (D) 4 atm

Sol. Since A and A_2 are two states in gaseous phase having their wt ratio 50% i.e. 1 : 1

moles of $A = \frac{96}{2} \times \frac{1}{48} = 1$; Moles of $A_2 = \frac{96}{2} \times \frac{1}{96} = \frac{1}{2}$

Total mole = 3/2

P = nRT/V.

हल. चूंकि A तथा A_2 गैसीय अवस्था में दो अवस्थाऐं हैं, जिनका भार अनुपात 50% अर्थात् 1 : 1 है।

A के मोल $= \frac{96}{2} \times \frac{1}{48} = 1$; A_2 के मोल $= \frac{96}{2} \times \frac{1}{96} = \frac{1}{2}$

कुल मोल = 3/2

P = nRT/V.

B-4. The total pressure of a mixture of oxygen and hydrogen is 1.0 atm. The mixture is ignited and the water is removed. The remaining gas is pure hydrogen and exerts a pressure of 0.40 atm when measured at the same values of T and V as the original mixture. What was the composition of the original mixture in mole percent ?

ऑक्सीजन एवं हाइड्रोजन के मिश्रण का कुल दाब 1.0 atm है। मिश्रण को प्रज्ज्वलित करने के पश्चात् उसमें से जल अलग कर लिया जाता है अब मात्र शुद्व हाइड्रोजन गैस शेष रह जाती है जो कि समान T व V पर 0.40 atm का दाब आरोपित करती है। वास्तविक मिश्रण का संघटन (मोल प्रतिशत में) क्या था?

(A*) $x_{O_2} = 0.2$; $x_{H_2} = 0.8$ (B) $x_{O_2} = 0.4$; $x_{H_2} = 0.6$

(C) $x_{O_2} = 0.6$; $x_{H_2} = 0.4$ (D) $x_{O_2} = 0.8$; $x_{H_2} = 0.2$

Sol. Let, Pressure of $H_2 = P_{H_2}$

Pressure of $O_2 = P_{O_2}$

given $P_{H_2} + P_{O_2} = 1$ atm .....(1)

	H_2	+	$\frac{1}{2}O_2$	$\longrightarrow$	H_2O
initially	P_{H_2}		P_{O_2}		0
final	$P_{H_2} - 2P_{O_2}$		0		–

Now $P_{H_2} - 2P_{O_2} = 0.4$ atm .....(2)

From eq.(1) & (2)

P_{H_2} = 0.8 atm & P_{O_2} = 0.2 atm

हल. माना कि H_2 का दाब = P_{H_2}

O_2 का दाब = P_{O_2}

दिया है $P_{H_2} + P_{O_2}$ = 1 atm .....(1)

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

प्रारम्भ में	P_{H_2}	P_{O_2}	0
अन्त में	$P_{H_2} - 2P_{O_2}$	0	–

अब $P_{H_2} - 2P_{O_2}$ = 0.4 atm .....(2)

eq.(1) व (2) से

P_{H_2} = 0.8 atm & P_{O_2} = 0.2 atm

Section (C) : Mixing of Gases
खण्ड (C) : गैसों का मिश्रण

Commit to memory :

On mixing of gases $n_{final} = n_1 + n_2 + n_3 + ...$

याद रखने योग्य तथ्य :

गैसों को मिलाने पर $n_{final} = n_1 + n_2 + n_3 + ...$

C-1. Two glass bulbs A and B are connected by a very small tube having a stop cock. Bulb A has a volume of 100 cm^3 and contained the gas, while bulb B was empty. On opening the stop cock, the pressure fell down to 40 %. The volume of the bulb B must be :

दो काँच के बल्बो A तथा B को एक पतली नली, जिसमें स्टॉप कॉर्क है, द्वारा जोडा गया है। बल्ब 'A' का आयतन 100 cm^3 तथा इसमें गैस भरी हुई है, जबकि बल्ब 'B' रिक्त है। स्टॉप कॉर्क को खोलने पर दाब गिरकर 40 % हो जाता है। बल्ब 'B' का आयतन होना चाहिए।

(A) 75 cm^3 (B) 125 cm^3 (C*) 150 cm^3 (D) 250 cm^3

Sol. $P_iV_i = P_fV_f$

$P \times 100 = 0.4\ P\ (100 + V)$

$\Rightarrow$ V = 150 ml

C-2. Two glass bulbs A (of 100 mL capacity), and B (of 150 mL capacity) containing same gas are connected by a small tube of negligible volume. At particular temperature the pressure in A was found to be 20 times more than that in bulb B. The stopcock is opened without changing the temperature. The pressure in A will :

(A) drop by 75% (B*) drop 57% (C) drop by 25% (D) will remain same

दो काँच के बल्ब ('A', 100 mL क्षमता) तथा ('B', 150 mL क्षमता) को नगण्य आयतन वाली एक पतली नली द्वारा जोड़ा जाता है। दोनो में समान गैस उपस्थित होने पर किसी दिये गये ताप पर 'A' का दाब 'B' के दाब से 20 गुना अधिक है। नियत ताप पर दोनो नलियो के मध्य स्टॉप कॉर्क खोला जाता है, तब 'A' में दाब का मान होगा :

(A) 75% की कमी (B*) 57% की कमी (C) 25% की कमी (D) समान रहेगा।

C-3. A 100 ml vessel containing $O_2(g)$ at 1.0 atm and 400 K is connected to a 300 ml vessel containing NO(g) at 1.5 atm and 400 K by means of a narrow tube of negligible volume where gases react to form NO_2 . Final pressure of mixture will be –

100 ml वाले एक पात्र को जिसमें 1.0 atm तथा 400 K पर $O_2(g)$ है को नगण्य आयतन वाली एक नलिका द्वारा 300 ml वाले एक पात्र जिसमें 1.5 atm तथा 400 K पर NO(g) है, के साथ जोडने पर गैसों की अभिक्रिया से $NO_2(g)$ बनती है। मिश्रण का परिणामी दाब होगा :

(A*) 1.125 atm (B) 0.125 atm (C) 1 atm (D) 1.5 atm

Sol. In combined system volume of all gases is 400 ml
Before any reaction occurs

partial pressure of $O_2 = \frac{1}{4} = 0.25$ atm

partial pressure of NO = $1.5 \times \frac{3}{4} = 1.125$ atm

	$2NO(g)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow$ $2NO_2(g)$
initial p	1.125	0.25	–
final p	0.625	–	0.5

$P_T = 0.625 + 0.5 = 1.125$ atm

हल पूर्ण संकाय में गैसों का आयतन 400 ml
अभिक्रिया के पूर्व

आंशिक दाब $O_2 = \frac{1}{4} = 0.25$ atm

आंशिक दाब NO = $1.5 \times \frac{3}{4} = 1.125$ atm

	$2NO(g)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow$ $2NO_2(g)$
प्रारम्भ में p	1.125	0.25	–
अन्त में p	0.625	–	0.5

$P_T = 0.625 + 0.5 = 1.125$ atm

Section (D) : Graham's law of diffusion
खण्ड (D) : ग्राहम का विसरण का नियम

Commit to memory :

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \sqrt{\frac{V.D_2}{V.D_1}}$ V.D is vapour density

Rate $\propto \frac{P}{\sqrt{TM}} A$

r = volume flow rate = $\frac{dV_{out}}{dt}$

P – Pressure,

r = moles flow rate = $\frac{dn_{out}}{dt}$

A – area of hole,

r = distance travelled by gaseous molecules per unit time = $\frac{dx}{dt}$

T – Temp. , M – mol. wt.

r = pressure change rate = $\frac{dp}{dt}$

याद रखने योग्य तथ्य :

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \sqrt{\frac{V.D_2}{V.D_1}}$ V.D वाष्प घनत्व है

दर $\propto \frac{P}{\sqrt{TM}} A$

r = आयतन प्रवाह दर = $\frac{dV_{out}}{dt}$

P – दाब,

r = मोल प्रवाह दर = $\frac{dn_{out}}{dt}$

A – छिद्र का क्षेत्रफल,

r = प्रति इकाई समय में गैसीय अणुओं द्वारा तय की गयी दूरी = $\frac{dx}{dt}$

T – ताप , M – अणुभार

r = दाब परिवर्तन दर = $\frac{dp}{dt}$

D-1. The rates of diffusion of SO_3, CO_2, PCl_3 and SO_2 are in the following order :
SO_3, CO_2, PCl_3 तथा SO_2 के विसरण की दर निम्न है :
(A) $PCl_3 > SO_3 > SO_2 > CO_2$ (B) $CO_2 > SO_2 > PCl_3 > SO_3$

(C) $SO_2 > SO_3 > PCl_3 > CO_2$ (D*) $CO_2 > SO_2 > SO_3 > PCl_3$

Sol. $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

D-2. 20 ℓ of SO_2 diffuses through a porous partition in 60 seconds. Volume of O_2 diffuse under similar conditions in 30 seconds will be :

(A) 12.14 ℓ (B*) 14.14 ℓ (C) 18.14 ℓ (D) 28.14 ℓ

SO_2 के 20 लीटर को 60 सैकण्ड में एक सरन्ध्र विभाजन में से विसरित किया जाता है, 30 सैकण्ड में समान परिस्थितियों में विसरित किए गये O_2 का आयतन निम्न होगा :

(A) 12.14 लीटर (B*) 14.14 लीटर (C) 18.14 लीटर (D) 28.14 लीटर

Sol. $\frac{20}{60} \times \frac{30}{V} = \sqrt{\frac{32}{64}}$.

D-3. See the figure-1 :

The valves of X and Y are opened simultaneously. The white fumes of NH_4Cl will first form at:

(A) A (B) B (C*) C (D) A, B and C simultaneously

आकृति-1 को देखिए :

X तथा Y का वाल्व एक साथ खोला जाता हैं। NH_4Cl के श्वेत धूम्र सर्वप्रथम निम्न में से किस बिन्दु पर बनेंगे :

(A) A (B) B (C*) C (D) A, B तथा C पर एक साथ

Sol. $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ So, NH_3 diffuses with faster rate.

हल : $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ अतः, NH_3 का विसरण तीव्र गति से होता है।

D-4. X ml of H_2 gas effuses through a hole in a container in 5 sec. The time taken for the effusion of the same volume of the gas specified below under identical conditions is :

एक पात्र में एक छिद्र में से H_2 गैस के X ml को 5 sec में निसरित किया जाता है। आदर्श परिस्थितियों के अन्तर्गत निर्धारित गैस के समान आयतन के निसरण के लिए लिया गया समय निम्न है :

(A) 10 sec. He (B*) 20 sec. O_2 (C) 25 sec. CO_2 (D) 55 sec. CO_2

Sol. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{t_2}{5} = \sqrt{\frac{M_2}{2}}$

D-5. Three identical footballs are respectively filled with nitrogen, hydrogen and helium at same pressure. If the leaking of the gas occurs with time from the filling hole, then the ratio of the rate of leaking of gases ($r_{N_2} : r_{H_2} : r_{He}$) from three footballs under identical conditions (in equal time interval) is :

तीन समान फुटबालों में क्रमशः नाइट्रोजन, हाइड्रोजन तथा हीलियम को समान दाब के साथ भरा जाता है। यदि गैसों का रिसाव एक साथ समान परिस्थतियों में होता है, तो तीनों फुटबालों (समान समय अन्तराल में) से गैसों ($r_{N_2} : r_{H_2} : r_{He}$) के रिसाव की दर का अनुपात निम्न हैं :

(A*) $\left(1 : \sqrt{14} : \sqrt{7}\right)$ (B) $\left(\sqrt{14} : \sqrt{7} : 1\right)$ (C) $\left(\sqrt{7} : 1 : \sqrt{14}\right)$ (D) $\left(1 : \sqrt{7} : \sqrt{14}\right)$

Sol. $r \propto \sqrt{\frac{1}{M}}$.

Section (E) : Kinetic theory of gases

खण्ड (E) : गैसों की गतिक अवधारणा

Commit to memory :

$PV = \frac{1}{3} mN \overline{U^2}$ Kinetic equation of gases $U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ M = molar mass

$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$ $U_{MPS} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ T = Temperature

याद रखने योग्य तथ्य :

$PV = \frac{1}{3} mN \overline{U^2}$ गैसों का गतिज समीकरण $U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ M = मोलर भार

$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$ $U_{MPS} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ T = ताप

E-1. Temperature at which r.m.s. speed of O_2 is equal to that of neon at 300 K is :
वह तापमान, जिस पर O_2 का r.m.s. वेग, 300 K पर नियॉन के r.m.s. वेग के बराबर होगा :
(A) 280 K (B*) 480 K (C) 680 K (D) 180 K

Sol. $\frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{T_1 \times M_2}{T_2 M_1}}$

E-2. The R.M.S. speed of the molecules of a gas of density 4 kg m^{-3} and pressure 1.2×10^5 N m^{-2} is :
एक गैस का घनत्व 4 kg m^{-3} तथा दाब 1.2×10^5 N m^{-2} है तो गैस के अणुओं का R.M.S. वेग क्या है।
(A) 120 m s^{-1} (B*) 300 m s^{-1} (C) 600 m s^{-1} (D) 900 m s^{-1}

Sol. $V = \sqrt{\frac{3P}{d}}$

E-3. The mass of molecule A is twice that of molecule B. The root mean square velocity of molecule A is twice that of molecule B. If two containers of equal volume have same number of molecules, the ratio of pressure P_A/P_B will be :
अणु A का द्रव्यमान, अणु B के द्रव्यमान का दुगुना है। अणु A का वर्ग माध्यमूल वेग, अणु B की अपेक्षा दुगुना है। यदि समान आयतन के दो पात्रों में अणुओं की संख्या समान हो तो दाब P_A/P_B का अनुपात निम्न होगा :
(A*) 8 : 1 (B) 1 : 8 (C) 4 : 1 (D) 1 : 4

Sol. $m_A = 2\, m_B$
$u_A = 2\, u_B$
$n_A = n_B$
$v_A = v_B$

$$\frac{P_A V_A}{P_B V_B} = \frac{\frac{1}{3} m_A n_A u_A^2}{\frac{1}{3} m_B n_B u_B^2}$$

E-4. The kinetic energy of N molecules of O_2 is x joule at –123ºC. Another sample of O_2 at 27ºC has a kinetic energy of 2 x. The latter sample contains _____ molecules of O_2.
–123ºC पर O_2 के N अणुओं की गतिज ऊर्जा x जूल है। 27ºC पर O_2 के अन्य नमूने के लिए गतिज ऊर्जा 2 x है। बाद वाले प्रादर्श में उपस्थित O_2 के नमूने में अणुओं की संख्या _____ है।
(A*) N (B) N/2 (C) 2 N (D) 3 N

Sol. $$K.E._{O_2} = \frac{\frac{3}{2} \times \frac{N}{32} \times R \times 150}{\frac{3}{2} \times \frac{N'}{32} \times R \times 300} = \frac{x}{2x} \quad \Rightarrow \quad K.E._{O_2} = \frac{N \times 1}{N' \times 2} = \frac{1}{2}$$

$\boxed{N = N'}$ Therefore, (A) option is correct.

E-5. The average kinetic energy (in joules of) molecules in 8.0 g of methane at 27º C is :
27ºC पर मेथेन के 8.0 ग्राम में अणुओं की (जूल में) औसत गतिज ऊर्जा निम्न होगी :
(A) 6.21×10^{-20} J/molecule (B*) 6.21×10^{-21} J/molecule
(C) 6.21×10^{-22} J/molecule (D) 3.1×10^{-22} J/molecule

Sol. Average KE = $\frac{3}{2} \times \frac{8.314 \times 300}{6.023 \times 10^{23}} = 6.21 \times 10^{-21}$ J/molecule.

E-6. According to kinetic theory of gases, for a diatomic molecule :
(A) The pressure exerted by the gas is proportional to the mean velocity of the molecule.
(B) The pressure exerted by the gas is proportional to the r.m.s. velocity of the molecule.
(C) The r.m.s. velocity of the molecule is inversely proportional to the temperature.
(D*) The mean translational K.E. of the molecule is proportional to the absolute temperature.
एक द्विपरमाण्वीय अणु के लिए गैसों के गतिज सिद्धान्त के अनुसार :
(A) गैस के द्वारा लगाया गया दाब, अणु के माध्य वेग के समानुपाती होता है।
(B) गैस के द्वारा लगाया गया दाब, अणु के r.m.s. वेग के समानुपाती होता है।
(C) अणु का r.m.s. वेग, तापमान के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
(D*) अणु के लिए माध्य स्थानान्तरित गतिज ऊर्जा, परम ताप के समानुपाती होती है।

Sol. K.E. = $\frac{3}{2}$ nRT

E-7. The temperature of an ideal gas is increased from 120 K to 480 K. If at 120 K the root-mean-square velocity of the gas molecules is v, at 480 K it becomes :
एक आदर्श गैस का तापमान 120 K से 480 K तक बढ़ाया जाता है। यदि 120 K पर गैस अणु का वर्ग माध्य मूल वेग v हो तो 480 K पर यह क्या होगा।
(A) 4v (B*) 2v (C) v/2 (D) v/4

Sol. $v \propto \sqrt{T}$

E-8. The ratio between the r.m.s. velocity of H_2 at 50 K and that of O_2 at 800 K is:
50 K पर H_2 तथा 800 K पर O_2 के r.m.s. वेगों के बीच अनुपात निम्न है :
(A) 4 (B) 2 (C*) 1 (D) 1/4

Sol. $\frac{(V_{rms})_1}{(V_{rms})_2} = \sqrt{\frac{T_1M_2}{M_1T_2}}$

E-9. Which of the following expression correctly represents the relationship between the average kinetic energy of CO and N_2 molecules at the same temperature.
(A) $\bar{E}(CO) > \bar{E}(N_2)$ (B) $\bar{E}(CO) < \bar{E}(N_2)$ (C*) $\bar{E}(CO) = \bar{E}(N_2)$
(D) Cannot be predicted unless volumes of the gases are given
समान तापमान पर CO तथा N_2 अणु के बीच औसत गतिज ऊर्जा के सम्बन्ध को निम्न में से किस प्रकार, सही तरह से प्रदर्शित किया जाता है।
(A) $\bar{E}(CO) > \bar{E}(N_2)$ (B) $\bar{E}(CO) < \bar{E}(N_2)$ (C*) $\bar{E}(CO) = \bar{E}(N_2)$
(D) बताया नहीं जा सकता है, जब तक कि गैस का आयतन न दिया गया हो।

Sol. It is factual question. (यह तथ्य आधारित प्रश्न है।)

E-10. Helium atom is two times heavier than a hydrogen molecule. At 298 K, the average kinetic energy of a helium atom is
(A) two times that of a hydrogen molecules (B*) same as that of a hydrogen molecules
(C) four times that of a hydrogen molecules (D) half that of a hydrogen molecules
हीलियम परमाणु, एक हाइड्रोजन परमाणु की अपेक्षा दो गुना भारी हैं। 298 K पर, हीलियम परमाणु के लिए औसत गतिज ऊर्जा है :
(A) हाइड्रोजन अणु की अपेक्षा दुगुनी (B*) हाइड्रोजन अणु के समान
(C) हाइड्रोजन अणु की अपेक्षा चार गुनी (D) हाइड्रोजन अणु की अपेक्षा आधी

Sol. It is factual question
यह तथ्य आधारित प्रश्न है।

Section (F) : Eudiometry
खण्ड (F) : गैस आयतनमिति

Commit to memory :
Some Common Facts :

- If a hydrocarbon is burnt, gases liberated will be CO_2 & H_2O. [H_2O is seperated out by cooling the mixture & CO_2 by absorption by aqueous KOH]

- If organic compound contains S or P, then these are converted into SO_2 & P_4O_{10} by burning the organic compound.
- If nitrogen is present, then it is converted into N_2.
  [The only exception : if organic compound contains $-NO_2$ group then NO_2 is liberated]
- If mixture contains N_2 gas & this is exploded with O_2 gas, do not assume any oxide formation unless specified.
- Ozone is absorbed in turpentine oil and oxygen in alkaline pyragallol.

याद रखने योग्य तथ्य :

कुछ समान्य तथ्य :

- यदि एक हाइड्रोकार्बन का दहन होता है, तो CO_2 व H_2O बनते है। [H_2O को मिश्रण को ठण्डा करके तथा CO_2 को जलीय KOH द्वारा अवशोषित करके हटाते है]
- यदि कार्बनिक यौगिक में S या P होते है, तो दहन से ये SO_2 व P_4O_{10} में परिवर्तित हो जाते है।
- यदि नाइट्रोजन उपस्थित है तो N_2 में बदलती है।
  [एक मात्र अपवाद : यदि कार्बनिक यौगिक में $-NO_2$ समूह उपस्थित है तो NO_2 उत्सर्जित होती है]
- यदि मिश्रण में N_2 गैस उपस्थित है तथा मिश्रण का O_2 के साथ दहन करते है तो किसी ऑक्साइड के बनने को न माने जब तक कि प्रश्न में न दिया हो।
- ओजोन तारपीन के तेल में तथा ऑक्सीजन क्षारीय पायरेगेलोल में अवशोषित होती है।

F-1. The volume of CO_2 produced by the combustion of 40 ml of gaseous acetone in excess of oxygen is :
ऑक्सीजन के आधिक्य में गैसीय एसीटोन के 40 ml के दहन से उत्पन्न CO_2 का आयतन हैं :
(A) 40 ml (B) 80 ml (C) 60 ml (D*) 120 ml

Sol. $C_3H_6O \longrightarrow CO_2$
$3 \times nC_3H_6O = nCO_2$

F-2. 500 ml of a hydrocarbon gas burnt in excess of oxygen yields 2500 ml of CO_2 and 3 lts of water vapours. All volume being measured at the same temperature and pressure. The formula of the hydrocarbon is :
एक हाइड्रोकार्बन गैस के 500 ml को ऑक्सीजन के आधिक्य में जलाने पर CO_2 का 2500 ml तथा जलवाष्प दाब का 3 लीटर उत्पन्न होता हैं। सभी आयतन समान ताप व दाब पर मापे गये है तो हाइड्रोकार्बन का सूत्र हैं।
(A) C_5H_{10} (B*) C_5H_{12} (C) C_4H_{10} (D) C_4H_8

Sol. $C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
$x \times n_{C_xH_y} = n_{CO_2}$ (POAC on C) (C पर POAC)
$x \times 500 = 2500$ $(x = 5)$
$y \times nCx\ H_y = 2 \times n_{H_2O}$ (POAC on H) (H पर POAC)
$y \times 500 = 2 \times 3000$ $y = 12$
Formula = C_5H_{12}

F-3. 15 ml of a gaseous hydrocarbon was required for complete combustion in 357ml of air (21% of oxygen by volume) and the gaseous products occupied 327 ml (all volumes being measured at NTP). What is the formula of the hydrocarbon ?
वायु (आयतन का 21% ऑक्सीजन) के 357 ml में पूर्ण दहन के लिए एक गैसीय हाइड्रोकार्बन के 15 ml आवश्यक हैं तथा उत्पन्न गैसीय उत्पाद 327 ml (सभी का आयतन NTP पर मापित है) आयतन घेरते हैं। हाइड्रोकार्बन का सूत्र क्या हैं :
(A*) C_3H_8 (B) C_4H_8 (C) C_5H_{10} (D) C_4H_{10}

Sol. $C_xH_y + O_2 \longrightarrow x_{CO_2} + \frac{y}{2} + H_2O$

15 ml $\frac{357 \times 21}{100}$ ml
75 ml

$\left(x + \frac{y}{4}\right) \times 15 = 75$ $x + \frac{y}{4} = \frac{75}{15}$

$x + \frac{y}{4} = 5$ $x + \frac{y}{4} = 5$

$3 + \frac{y}{4} = 5$ $\qquad$ $15x + 282 = 327$

$y = 8$ $\qquad$ $x = 3$

Formula = C_3H_8

F-4. 7.5 ml of a gaseous hydrocarbon was exploded with 36 ml of oxygen. The volume of gases on cooling was found to be 28.5 ml, 15 ml of which was absorbed by KOH and the rest was absorbed in a solution of alkaline pyrogallol. If all volumes are measured under same conditions, the formula of hydrocarbon is
एक गैसीय हाइड्रोकार्बन के 7.5 ml को ऑक्सीजन के 36 ml के साथ विस्फोटित किया गया। ठण्डा करने पर गैस का आयतन 28.5 ml पाया गया, जिसमें से 15 ml को KOH के द्वारा अवशोषित किया गया तथा बचे हुए आयतन को क्षारीय पायरोगैलोल के विलयन में अवशोषित किया गया। यदि सभी आयतन समान परिस्थिति पर मापे गये तो हाइड्रोकार्बन का सूत्र है?

(A) C_3H_4 $\qquad$ (B*) C_2H_4 $\qquad$ (C) C_2H_6 $\qquad$ (D) C_3H_6

Sol. $C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$

7.5 ml $\quad$ 36 ml

$36 - 7.5\left(x + \frac{y}{4}\right) + 7.5\, x = 28.5$

$36 - 7.5\left(15 + \frac{y}{4}\right) + 7.5\, x = 28.5$

$y = 4$; $\qquad x = 2$

So formula = C_2H_4

F-5. A gaseous alkane is exploded with oxygen. The volume of O_2 for complete combustion to CO_2 formed is in the ratio 7/4. The molecular formula of alkane is :
एक गैसीय एल्केन को ऑक्सीजन के साथ विस्फोट किया जाता है। पूर्ण दहन के लिये आवश्यक O_2 तथा उत्पन्न CO_2 के आयतनो का अनुपात 7/4 है तो एल्केन का अणुसूत्र निम्न हैं :

(A) C_2H_4 $\qquad$ (B*) C_2H_6 $\qquad$ (C) CH_4 $\qquad$ (D) C_4H_{12}

Sol. $C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$

$\frac{x + \frac{y}{4}}{x} = \frac{7}{4}$

$\frac{y}{4x} = \frac{3}{4}$ $\qquad$ $\frac{y}{x} = \frac{3}{1}$

F-6. LPG is a mixture of n-butane & iso-butane. The volume of oxygen needed to burn 1 kg of LPG at NTP would be :

(A) 2240 Lt. $\qquad$ (B*) 2510 Lt. $\qquad$ (C) 1000 Lt. $\qquad$ (D) 500 Lt.

n-ब्यूटेन तथा आइसो–ब्यूटेन का मिश्रण LPG हैं। NTP पर LPG के 1 kg के दहन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन का आयतन होगा :

(A) 2240 लीटर $\qquad$ (B*) 2510 लीटर $\qquad$ (C) 1000 लीटर $\qquad$ (D) 500 लीटर

Sol. $C_4H_{10} + \frac{13}{2} O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

x ml $\quad$ n-butane

y ml $\quad$ isobutane

Volume of $O_2 = x \times \frac{13}{2} + y \times \frac{13}{2}$

F-7. If in an experiment 100 ml of ozonised oxygen was reduced in volume to 40 ml (at the same temperature and pressure) when treated with turpentine, what would be the increase in volume if the original sample was heated until no further change occurred and then brought back to the same temerature and pressure ?

यदि एक प्रयोग में 100 ml ओजोनिकृत ऑक्सीजन को जब तारपीन के साथ क्रिया कराते है तो इसका आयतन 40 ml रह जाता है (समान ताप व दाब पर), आयतन में क्या वृद्वि होगी यदि वास्तविक प्रादर्श को तब तक गर्म किया जाता है जब तक उसमें कोई परिवर्तन नहीं होता है तथा पुनः प्रारम्भिक ताप पर लाया जाता है।

(A) 20 ml (B*) 30 ml (C) 40 ml (D) 10 ml

Sol. at constant T & P

$n \propto v$

$\therefore$ $n = av$ (a = constant)

given $v_i = 100$ ml $V_F = 40$ ml

$\therefore$ $n_T = 100\ a$ (turpentine oil absorbs O_3)

$n_{O_2} = 40\ a$

$n_{O_3} = 60\ a$

$$O_3 \xrightarrow{\Delta} \frac{3}{2} O_2$$

initial moles	60a	0
final moles	0	90a

$n'_T = 90\ a + 40\ a = 130\ a$

$\therefore$ $v'_f = 130$ ml & $\Delta v = 130 - 100 = 30$ ml

हल. निश्चित T व P पर

$n \propto v$

$\therefore$ $n = av$ (a = constant)

given $v_i = 100$ ml $V_F = 40$ ml

$\therefore$ $n_T = 100\ a$ (तारपिन O_3 को अवशोषित करता है)

$n_{O_2} = 40\ a$

$n_{O_3} = 60\ a$

$$O_3 \xrightarrow{\Delta} \frac{3}{2} O_2$$

प्रारम्भ में	60a	0
अन्त में	0	90a

$n'_T = 90\ a + 40\ a = 130\ a$

$\therefore$ $v'_f = 130$ ml & $\Delta v = 130 - 100 = 30$ ml

F-8. A mixture of methane and carbon monoxide requires 1.7 times its volume of oxygen for complete combustion. What is the ratio of CH_4 : CO by volume in the mixture ? [All volume are measured at the same temperature and pressure]

यदि CH_4 एवं CO के गैसीय मिश्रण के पूर्ण दहन के लिए मिश्रण के आयतन से 1.7 गुना ऑक्सीजन के आयतन की आवश्यकता होती है। तब मिश्रण में CH_4 एवं CO के आयतनों का अनुपात क्या होगा। [सभी आयतन समान ताप एवं दाब पर मापे गये है]

(A) 1 : 1 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D*) 4 : 1

Sol. Let $n_T = 1$

$\therefore$ $n_{CH_4} = x$

$n_{CO} = 1-x$

$\therefore$ $n_{O_2} = 1.7$

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

x 2x

$$CO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$(1-x) \quad \frac{1}{2}(1-x)$$

Now $2x + \frac{1}{2}(1-x) = 1.7$

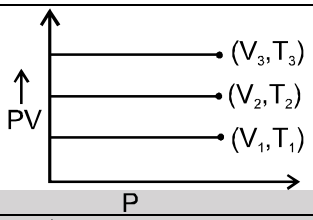
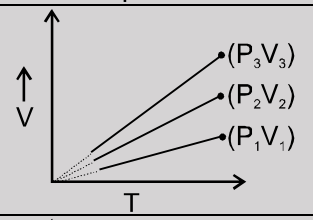
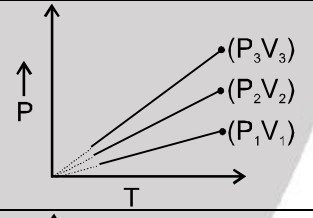
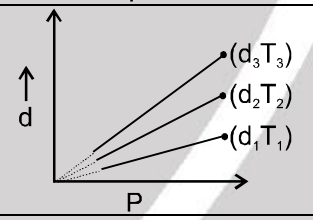
$x = 0.8$

$\because$ $V_{CH_4} : V_{CO} = x : (1-x) = 4 : 1$

PART - III : MATCH THE COLUMN

भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

1. For a fixed amount of the gas match the two column :
गैस की निश्चित मात्रा के लिये निम्न दो स्तम्भों को मिलाओ :

	Column – I **कॉलम – I**		**Column – II** **कॉलम - II**
(A)		(p)	$T_1 > T_2 > T_3$
(B)		(q)	$P_1 > P_2 > P_3$
(C)		(r)	$V_1 > V_2 > V_3$
(D)		(s)	$d_1 > d_2 > d_3$

Ans. (A - s) ; (B - q, s) ; (C - r) ; (D - p, r)

Sol. (A) $PV = nRT$

At constant temperature

$PV = K$ (T = constant)

Higher the value of PV, higher the temperature.

So, $T_3 > T_2 > T_1$

Since, $P_1 = P_2 = P_3$

So, $V \propto T \Rightarrow V_3 > V_2 > V_1$

$d = \frac{PM}{RT}$

Since, $P_1 = P_2 = P_3$

$d \propto \frac{1}{T} \Rightarrow d_1 > d_2 > d_3$

(B) From Graph,

$V_3 > V_2 > V_1$ and $T_1 = T_2 = T_3$

Higher the volume, lesser the pressure because temperature is same for all.

$P_1 > P_2 > P_3$

$d = \frac{PM}{RT}$

Since, $T_1 = T_2 = T_3$

So, $d \propto P \Rightarrow d_1 > d_2 > d_3$

(C) From the graph,

$P_3 > P_2 > P_1$ and $T_1 = T_2 = T_3$

Higher the pressure, lesser the volume because temperature is same for all.

$V_1 > V_2 > V_3$

$d = \frac{PM}{RT}$

Since, $T_1 = T_2 = T_3$

So, $d \propto P \Rightarrow d_3 > d_2 > d_1$

(D) From the graph,

$d_3 > d_2 > d_1$ and $P_1 = P_2 = P_3$

$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow d \propto \frac{1}{T}$

So, $T_1 > T_2 > T_3$

$PV = nRT$

Since, $P_1 = P_2 = P_3$

$V \propto T$

So, $V_1 > V_2 > V_3$

हल. (A) $PV = nRT$

नियत ताप पर

$PV = K$ (T = नियत)

PV जितना अधिक होगा, उतना ही ताप अधिक होगा।

अतः, $T_3 > T_2 > T_1$

चूंकि, $P_1 = P_2 = P_3$

अतः, $V \propto T \Rightarrow V_3 > V_2 > V_1$

$d = \frac{PM}{RT}$

चूंकि, $P_1 = P_2 = P_3$

$d \propto \frac{1}{T} \Rightarrow d_1 > d_2 > d_3$

(B) ग्राफ से,

$V_3 > V_2 > V_1$ तथा $T_1 = T_2 = T_3$

जितना अधिक आयतन होगा, उतना कम दाब होगा क्योंकि ताप सभी के लिए समान है।

$P_1 > P_2 > P_3$

$d = \frac{PM}{RT}$

चूंकि, $T_1 = T_2 = T_3$

अतः, $d \propto P \Rightarrow d_1 > d_2 > d_3$

(C) ग्राफ से, $P_3 > P_2 > P_1$ तथा $T_1 = T_2 = T_3$

जितना अधिक दाब होगा, उतना कम आयतन होगा क्योंकि ताप सभी के लिए समान है।

$V_1 > V_2 > V_3$

$d = \frac{PM}{RT}$

चूंकि, $T_1 = T_2 = T_3$

अतः, $d \propto P \Rightarrow d_3 > d_2 > d_1$

(D) ग्राफ से, $d_3 > d_2 > d_1$ तथा $P_1 = P_2 = P_3$

$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow d \propto \frac{1}{T}$

अतः, $T_1 > T_2 > T_3$

$PV = nRT$

चूंकि, $P_1 = P_2 = P_3$

$V \propto T$

अतः, $V_1 > V_2 > V_3$

2. Single option match maxtix :

	Column – I		**Column - II**
(A)	$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = ...$	(p)	Kinetic equation of ideal gases.
(B)	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = ...$ at constant pressure.	(q)	Boyle's law
(C)	$r \propto \sqrt{\frac{1}{d}}$	(r)	Dalton's law of partial pressures at constant temperature
(D)	$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$	(s)	Graham's law
(E)	$PV = \frac{1}{3}mnc^2$	(t)	Charles' law

कॉलम-I व कॉलम-II में एक विकल्पीय मिलान कीजिए।

	कॉलम – I		**कॉलम - II**
(A)	$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = ...$	(p)	आदर्श गैस की गतिक समीकरण
(B)	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = ...$ नियत दाब पर.	(q)	बॉयल–नियम
(C)	$r \propto \sqrt{\frac{1}{d}}$	(r)	नियत ताप पर डॉल्टन का आंशिक दाब नियम
(D)	$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$	(s)	ग्राहम् नियम
(E)	$PV = \frac{1}{3}mnc^2$	(t)	चार्ल्स नियम

Ans. (A - q) ; (B - t) ; (C - s) ; (D - r) ; (E - p)

Sol. (A) $PV = K$ (Boyle's law)

$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3$

(B) From charle's law

$V \propto T \quad \Rightarrow \quad \frac{V}{T} = K \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

(C) From Graham's law

$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ and $d = \frac{PM}{RT} \quad \Rightarrow \quad d \propto M.$

So, $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$.

(D) From Dalton's law of partial pressure at constant temperature.

$P = P_1 + P_2 + ...$

हल. (A) $PV = K$ (बॉयल नियम)

$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3$

(B) चार्ल्स नियम के अनुसार

$V \propto T \quad \Rightarrow \quad \frac{V}{T} = K \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

(C) ग्राहम नियम के अनुसार

$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ तथा $d = \frac{PM}{RT} \quad \Rightarrow \quad d \propto M.$

अतः, $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$.

(D) नियत ताप पर डॉल्टन के आंशिक दाब नियम के अनुसार, $P = P_1 + P_2 + ...$

Exercise-2

Marked questions are recommended for Revision.
चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

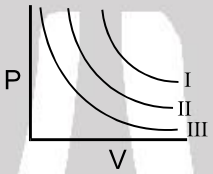
PART - I : ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE

भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

Section (A) : Ideal gas equation & gas laws

खण्ड (A) : आदर्श गैस समीकरण एवं गैस नियम :

1. I, II, III are three isotherms respectively at T_1, T_2 and T_3 as shown in graph. Temperature will be in order:
I, II तथा III क्रमशः T_1, T_2 तथा T_3 ताप पर तीन समतापीय वक्र है, जैसे आरेख में प्रदर्शित किया गया है। तापमान का क्रम निम्न होगा :



(A) $T_1 = T_2 = T_3$ (B) $T_1 < T_2 < T_3$ (C*) $T_1 > T_2 > T_3$ (D) $T_1 > T_2 = T_3$

Sol. $PV \propto T$

2. A 40 ml of a mixture of H_2 and O_2 at 18ºC and 1 atm pressure was sparked so that the formation of water was complete. The remaining pure gas had a volume of 10 ml at 18ºC and 1 atm pressure. If the remaining gas was H_2, the mole fraction of H_2 in the 40 ml mixture is :
18ºC तथा 1 atm दाब पर H_2 तथा O_2 के 40 ml मिश्रण पर विद्युत आर्क लगाया जाता है, जिससे कि जल का निर्माण पूर्ण हो जाए। 18ºC तथा 1 atm पर शेष बची शुद्ध गैस का आयतन 10 ml है। यदि शेष बची गैस H_2 हो तो 40 ml मिश्रण में H_2 का मोल निम्न होगा :

(A*) 0.75 (B) 0.5 (C) 0.65 (D) 0.85

Sol. $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}$

a	b	0
a–2b	0	b

Reaction is studied at constant P &T.
a+b = 40 a–2b = 10
a = 30 ml b = 10ml
mole fraction of H_2 = volume fraction of H_2 =30/40 = 0.75.

हल. $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}$

a	b	0
a–2b	0	b

नियत P तथा T पर अभिक्रिया प्रेक्षित की जाती हैं।
a+b = 40 a–2b = 10
a = 30 ml b = 10ml
H_2 के मोल भिन्न = H_2 का आयतन भिन्न =30/40 = 0.75.

3. On the surface of the earth at 1 atm pressure, a balloon filled with H_2 gas occupies 500 mL. This volume is 5/6 of its maximum capacity. The balloon is left in air. It starts rising. The height above which the balloon will burst if temperature of the atmosphere remains constant and the pressure decreases 1 mm for every 100 cm rise of height is
1 atm दाब पर पृथ्वी की सतह पर, एक गुब्बारे को H_2 गैस के साथ भरा जाता है जिसका आयतन 500 mL है। यह आयतन इसके अधिकतम सामर्थ्य का 5/6 होता है। वायु में गुब्बारा छोड़ने पर यह ऊपर उठना प्रारम्भ करता है। वह ऊँचाई ज्ञात करो जिस पर गुब्बारा फट जायेगा? यदि ताप नियत रहे तथा प्रत्येक 100 cm ऊँचाई जाने पर दाब 1 mm कम हो जाता है।

(A) 120 m (B) 136.67 m (C*) 126.67 m (D) 100 m

Sol. Max capacity of balloon = 600 ml

$P_1V_1 = P_2V_2$

$500 \times 1 = 600 \times P_2$

$P_2 = \frac{5}{6} \times 760 \text{ mm} = 633 \text{ mm}$

Height above which balloon will burst = $(760 - 633) \times 100$ cm $= 127 \times 100$ cm $= 127$ m

Sol. गुब्बारे का अधिकतम संभव आयतन = 600 ml

$P_1V_1 = P_2V_2$

$500 \times 1 = 600 \times P_2$

$P_2 = \frac{5}{6} \times 760 \text{ mm} = 633 \text{ mm}$

जिस ऊचाई पर गुब्बारा फट जायेगा = $(760 - 633) \times 100$ cm $= 127 \times 100$ cm $= 127$ m

Section (B) : Daltons law of partial pressures
खण्ड (B) : डाल्टन का आंशिक दाब का नियम

4. A vessel of volume 5 litre contains 1.4 g of nitrogen at a temperature 1800 K. The pressure of the gas if 30% of its molecules are dissociated into atoms at this temperature is :
1800 K तापमान पर 5 लीटर का पात्र, नाइट्रोजन के 1.4 ग्राम से युक्त है। यदि इस ताप पर इसके अणुओं का 30% परमाणुओं में वियोजित हो जाता हो तो गैस का दाब निम्न होगा :

(A) 4.05 atm (B) 2.025 atm (C) 3.84 atm (D*) 1.92 atm

Sol.

	N_2	$\rightarrow$	$2N$
at t = 0	$\frac{1.4}{28} = \frac{1}{20}$		0
at $t = t_f$	$\frac{1}{20} - x$		$2x$

but, $x = 30\%$ of $\frac{1}{20} = \frac{3}{200}$

Final number of mole $= \frac{1}{20} - x + 2x = \frac{1}{20} + x = \frac{1}{20} + \frac{3}{200} = \frac{13}{200}$

$\therefore \quad P = \frac{13}{200} \times \frac{0.0821 \times 1800}{5} = 1.92$ atm.

5. Two closed vessel A and B of equal volume containing air at pressure P_1 and temperature T_1 are connected to each other through a narrow open tube. If the temperature of one is now maintained at T_1 and other at T_2 (where $T_1 > T_2$) then that what will be the final pressure?
एक गैस से भरे हुए ताप T_1, दाब P_1 एवं समान आयतन वाले पात्र A तथा B एक पतली नली द्वारा जुड़े हुए है। यदि अब किसी एक पात्र का ताप T_1 तथा दूसरे का T_2 कर दिया जाता है (जहाँ $T_1 > T_2$) तब अंतिम दाब क्या होगा :

(A) $\frac{T_i}{2P_1T_2}$ (B*) $\frac{2P_1T_2}{T_1+T_2}$ (C) $\frac{2P_1T_1}{T_1-T_2}$ (D) $\frac{2P_1}{T_1+T_2}$

Sol. Let $T_1 > T_2$; final pressure will be same, Let x mole transfer from to A to B vessel.

$\therefore \quad P_AV = (n - x)\,RT \quad$ and $\quad P_AV = (n + x)\,RT_2$

$\therefore \quad x = \frac{n(T_1 - T_2)}{T_1 + T_2}$

finally $P_1 \times 2V = 2nRT_1$; $V = \frac{nRT}{P_1}$

$\therefore \quad P_A \times \frac{nRT_1}{P_1} = \left(n - \frac{n(T_1 - T_2)}{(T_1 + T_2)}\right) RT_1$

Sol. माना $T_1 > T_2$; अंतिम दाब समान होगा, माना कि x मोल गैस A से B में स्थान्तारित होती है

$\therefore \quad P_AV = (n - x)\,RT \quad$ और $\quad P_AV = (n + x)\,RT_2$

$\therefore \quad x = \frac{n(T_1 - T_2)}{T_1 + T_2}$

अंत में $P_1 \times 2V = 2nRT_1$; $V = \frac{nRT}{P_1}$

$\therefore \quad P_A \times \frac{nRT_1}{P_1} = \left(n - \frac{n(T_1 - T_2)}{(T_1 + T_2)}\right) RT_1$

Section (C) : Mixing of Gases
खण्ड (C) : गैसों का मिश्रण

6. Two flasks of equal volume are connected by a narrow tube (of negligible volume) all at 27ºC and contain 0.70 mole of H_2 at 0.5 atm. One of the flask is then immersed into a bath kept at 127ºC, while the other remains at 27ºC. The final pressure in each flask is :

(A*) Final pressure = 0.5714 atm (B) Final pressure = 1.5714 atm

(C) Final pressure = 0.5824 atm (D) None of these

समान आयतन के दो पात्रों को 27ºC पर एक संकरी नलिका (नगण्य आयतन वाली) के द्वारा जोड़ा जाता है तथा यह 0.5 atm पर H_2 के 0.70 मोल युक्त है। इनमें से एक पात्र को 127ºC ताप पर स्थायी पात्र (बाथ) में रखा जाता है जबकि दूसरे को 27ºC पर ही रखा जाता है तो प्रत्येक पात्र में अन्तिम दाब निम्न होगा :

(A*) अन्तिम दाब = 0.5714 atm (B) अन्तिम दाब = 1.5714 atm

(C) अन्तिम दाब = 0.5824 atm (D) इनमें से कोई नहीं

Sol. Two flask initally at 27ºC and 0.5 atm, have same volume and 0.7 mole thus each flask has 0.35 mole

Let n mole of gas are diffuse from II to I on heating the flask at 127ºC

Mole in I flask = 0.35 + n, Mole in II flask = 0.35 – n

If new pressure of flask is P then

for I flask $P \times V = (0.35 + n) \times R \times 300$; for II flask $P \times V = (0.35 - n) \times R \times 400$

$n = 0.5$

mole in I flask = 0.40 mole in II flask = 0.30

$0.5 \times 2V = 0.7 \times 0.0821 \times 300$ (initially) V = 17.24 Lt.

$P \times 17.24 = 0.30 \times 0.0821 \times 400$ (finally) P = 0.57 atm.

हल. 27ºC तथा 0.5 atm पर दो फ्लास्क प्रारम्भ में समान आयतन पर हैं तथा 0.7 मोल में से प्रत्येक के पास 0.35 मोल हैं। माना 127ºC पर फ्लास्क को गर्म करने पर II से I में गैस के n मोल विसरित हो जाते हैं।

I फ्लास्क में मोल = 0.35 + n, II फ्लास्क में मोल = 0.35 – n

यदि फ्लास्क का नया दाब P हो तो

फ्लास्क I के लिए $P \times V = (0.35 + n) \times R \times 300$; फ्लास्क II के लिए $P \times V = (0.35 - n) \times R \times 400$

$n = 0.5$

फ्लास्क I में मोल = 0.40 फ्लास्क I में मोल = 0.30

$0.5 \times 2V = 0.7 \times 0.0821 \times 300$ (प्रांरभ में) V = 17.24 Lt.

$P \times 17.24 = 0.30 \times 0.0821 \times 400$ (अन्त में) P = 0.57 atm.

7. Two flasks of equal volume are connected by a narrow tube (of negligible volume) all at 27ºC and contain 0.70 moles of H_2 at 0.5 atm. One of the flask is then immersed into a bath kept at 127ºC, while the other remains at 27ºC. The number of moles of H_2 in flask 1 and flask 2 are :

(A*) Moles in flask 1 = 0.4, Moles in flask 2 = 0.3 (B) Moles in flask 1 = 0.2, Moles in flask 2 = 0.3

(C) Moles in flask 1 = 0.3, Moles in flask 2 = 0.2 (D) Moles in flask 1 = 0.4, Moles in flask 2 = 0.2

समान आयतन के दो पात्रों को 27ºC पर एक संकरे ट्यूब (नगण्य आयतन के) के द्वारा जोड़ा जाता है तथा यह 0.5 atm पर H_2 के 0.70 मोल से युक्त हैं। इनमें से एक पात्र को 127ºC पर बाथ में रखा जाता है, जबकि दूसरे को 27ºC पर रखा जाता है तो पात्र एक तथा पात्र दो में H_2 के मोलों की संख्या होगी :

(A*) पात्र 1 के मोल = 0.4, पात्र 2 के मोल = 0.3 (B) पात्र 1 के मोल = 0.2, पात्र 2 के मोल = 0.3

(C) पात्र 1 के मोल = 0.3, पात्र 2 के मोल = 0.2 (D) पात्र 1 के मोल = 0.4, पात्र 2 के मोल = 0.2

Sol. Let vol. of each flask is 'V' L, Initially

$0.5 \times 2V = 0.7 \times 0.0821 \times 300$

$V = 17.24$ L

Let T is final temperature of flask when pressure in each flask becomes equal, it happens. When

$n_{Total} = n_1 + n_2$

$$\frac{P\times(2V)}{R\times T}=\frac{PV}{R\times 400}+\frac{PV}{R\times 300}\quad\Rightarrow\quad\frac{2}{T}=\frac{1}{400}+\frac{1}{300}=\frac{3+4}{1200}=\frac{7}{1200}$$

$$T=\frac{2400}{7}=342.85\ K$$

$P \times 2 \times 17.24 = n_1 \times 0.0821 \times 400 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{n_1 = 0.3}$

$0.5714 \times 17.24 = n_2 \times 0.0821 \times 300 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{n_2 = 0.4}$

Section (D) : Graham's law of diffusion
खण्ड (D) : ग्राहम का विसरण का नियम

8. One litre of a gaseous mixture of two gases effuses in 311 seconds while 2 litres of oxygen takes 20 minutes. The vapour density of gaseous mixture containing CH_4 and H_2 is :
दो गैसों के एक गैसीय मिश्रण के 1 लीटर को विसरित होने में 311 सेकण्ड लगते है जबकि ऑक्सीजन का 2 लीटर 20 मिनट का समय लेता है तो गैसीय मिश्रण जो CH_4 तथा H_2 से युक्त है, का वाष्प घनत्व क्या होगा।

(A) 4 (B*) 4.3 (C) 3.4 (D) 5

Sol. $\frac{r_{mixture}}{r_{O_2}}=\sqrt{\frac{32}{M}}=\frac{20\times 60}{311}$

$M = 8.59$

$V.D. = 4.32$

9. Pure O_2 diffuses through an aperture in 224 second, whereas mixture of O_2 and another gas containing 80% O_2 diffuses from the same in 234 second. The molecular mass of gas will be:
शुद्ध O_2 एक छिद्र में से 224 सैकण्ड में विसरित होती है, जबकि O_2 तथा अन्य गैस मिश्रण जो 80% O_2 युक्त है, के समान विसरण के लिए 234 सैकण्ड लगते हैं, गैस का आण्विक द्रव्यमान निम्न होगा :

(A*) 51.5 (B) 48.6 (C) 55 (D) 46.6

Sol. $$\frac{t_{mix}}{t_{O_2}}=\frac{r_{O_2}}{r_{mix}}=\sqrt{\frac{M_{mix}}{32}}$$

$$\frac{234}{224}=\sqrt{\frac{M_{mix}}{32}}$$

$M_{mix} = 34.92$

$$\Rightarrow\quad\frac{1}{\sqrt{M_{mix}}}=\frac{X_{gas}}{\sqrt{M_{gas}}}+\frac{X_{O_2}}{\sqrt{M_{O_2}}}$$

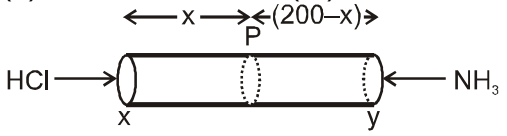
$$\Rightarrow\quad\frac{1}{\sqrt{34.92}}=\frac{0.2}{\sqrt{M_{gas}}}+\frac{0.8}{\sqrt{32}}$$

$M_{gas} = 51.5$

10. A straight glass tube as shown, has 2 inlets X & Y at the two ends of 200 cm long tube. HCl gas through inlet X and NH_3 gas through inlet Y are allowed to enter in the tube at the same time and under the identical conditions. At a point P inside the tube both the gases meet first. The distance of point P from X is :
X तथा Y सिरे वाली सीधी काँच की नलिका की लम्बाई 200 cm है। निवेशिका X में से HCl गैस तथा निवेशिका Y में से NH_3 गैस को नलिका के अन्दर (समान समय तथा दाब पर) भेजा जाता है। दोनों गैसें प्रथम बार बिन्दु P पर मिलती हैं। X से बिन्दु P की दूरी निम्न है :

(A) 118.9 cm (B*) 81.1 cm (C) 91.1 cm (D) 108.9 cm

Sol.



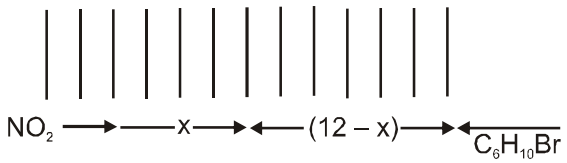
$$\frac{r_{HCl}}{r_{NH_3}}=\sqrt{\frac{17}{36.5}}\quad\Rightarrow\quad\frac{x}{200-x}=\sqrt{\frac{17}{36.5}}\quad\Rightarrow\quad x = 81.13\ cm$$

11. A teacher enters a classroom from front door while a student from back door. There are 13 equidistant rows of benches in the classroom. The teacher releases N_2O, the laughing gas, from the first bench

while the student releases the weeping gas ($C_6H_{11}OBr$) from the last bench. At which row will the students starts laughing and weeping simultaneously.
एक कक्षा के कमरे में अध्यापक आगे के दरवाजे से तथा एक विद्यार्थी पीछे के दरवाजे से आता है, कक्षा के कमरे में बेंचो की 13 पंक्तियाँ समान दूरी पर हैं। प्रथम बेंच से अध्यापक N_2O, हँसाने वाली गैस छोड़ता है, जबकि अन्तिम बेंच से विद्यार्थी रोने वाली गैस ($C_6H_{11}OBr$) छोड़ता है। किस पंक्ति पर विद्यार्थी एक साथ रोना तथा हँसना आरम्भ करेगें।

(A) 7 (B) 10 (C*) 9 (D) 8

Sol. Let both gases meet at n^{th} row
माना दोनों गैसें n^{th} पक्तिं पर मिलती हैं।



$$\frac{r_{NO_2}}{r_{C_6H_{10}Br}} = \frac{x}{12-x} = \sqrt{\frac{179}{44}} = 2$$

$x = 24 - 2x$
$3x = 24$
$x = 8 = n - 1$
$n = 9^{th}$ Row

12. A certain volume of argon gas (Mol. Wt. = 40) requires 45 s to effuse through a hole at a certain pressure and temperature. The same volume of another gas of unknown molecular weight requires 60 s to pass through the same hole under the same conditions of temperature and pressure. The molecular weight of the gas is :
एक निश्चित ताप तथा दाब पर आर्गन गैस (अणुभार = 40) के निश्चित आयतन को छिद्र में से निसरित करने के लिए 45 s आवश्यक हैं। समान ताप तथा दाब की परिस्थितियों पर अज्ञात अणुभार की अन्य गैस के लिए समान आयतन के छिद्र में से प्रवाहित करने के लिए 60 s आवश्यक है। गैस का अणु भार है :

(A) 53 (B) 35 (C*) 71 (D) 120

Sol. $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

Section (E) : Kinetic theory of gases
खण्ड (E) : गैसों की गतिक अवधारणा

13. A sample of an ideal gas was heated from 30ºC to 60ºC at constant pressure. Which of the following statement(s) is/are true.

(A) Kinetic energy of the gas is doubled (B) Boyle's law will apply
(C) Volume of the gas will be doubled (D*) None of the above

नियत दाब पर एक आदर्श गैस के एक प्रादर्श को 30ºC से 60ºC तक गर्म किया जाता है। निम्न में से कौनसा कथन सत्य है–

(A) गैस की गतिज ऊर्जा दुगुनी हो जाती है (B) बॉयल नियम लागू होगा
(C) गैस का आयतन दुगुना हो जायेगा (D*) उपरोक्त में से कोई नहीं

Sol. Charles law is applicable .
चार्ल्स का नियम लागू होता है।

Section (F) : Eudiometry
खण्ड (F) : गैस आयतनमिति

14. 10 ml of a gaseous hydrocarbon was exploded with excess of O_2. On cooling the reaction mixture volume was reduced by 10 ml while on adding KOH volume was reduced by 20 ml. Molecular formula of hydrocarbon is :
10 ml गैसीय हाइड्रोकार्बन का ऑक्सीजन की उपस्थिति में दहन किया जाता है अब ठंडा करने पर शेष गैसों का आयतन 10 ml घट जाता है। तथा KOH मिलाने पर आयतन 20 ml घट जाता है अतः हाइड्रोकार्बन का अणु सूत्र होगा :

(A) CH_4 (B) C_4H_6 (C) C_2H_4 (D*) C_2H_2

Sol. $C_xH_y + \left(x+\frac{y}{4}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

10 ml $\qquad$ 10 x $\frac{10y}{2}$

$10x = 20 \quad \Rightarrow \quad \frac{10y}{2} = 10$

$x = 2 \quad \Rightarrow \quad y = 2$

15. A mixture of methane, propane and carbon monoxide contain 36.5% propane by volume. If its 200 ml are burnt in excess of O_2, the volume of CO_2 formed is :
मिथेन, प्रोपेन एवं कार्बनमोनोऑक्साइड का एक मिश्रण जिसमें 36.5% प्रोपेन (आयतन के अनुसार) उपस्थित है यदि 200 ml मिश्रण को ऑक्सीजन की अधिकता में जलाया जाता है तो प्राप्त CO_2 का आयतन होगा :

(A) 173 ml $\qquad$ (B*) 346 ml $\qquad$ (C) 200 ml $\qquad$ (D) 519 ml

Sol. $V_{C_3H_8} = 200 \times 0.465 = 73$

$V_{CH_4} + C_{CO} = 200 - 73 = 127$

$V_{CO_2} = 3V_{C_3H_8} + V_{CH_4} + C_{CO} = 3 \times 73 + 127 = 346$ ml

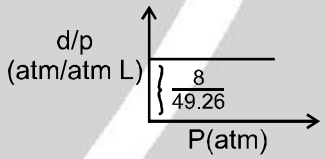
PART - II : NUMERICAL VALUE QUESTIONS

भाग - II : संख्यात्मक मान प्रश्न (NUMERICAL VALUE QUESTIONS)

Section (A) : Ideal gas equation & gas laws
खण्ड (A) : आदर्श गैस समीकरण एवं गैस नियम

1. From the graph of $\frac{d}{p}$ vs p at a constant tempreture of 300 K calculate molar mass of gas.

स्थिर तापमान 300 K पर दिये गये $\frac{d}{p}$ vs p के आरेख द्वारा गैस का मोलर द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।



Ans. 4

Sol. $Pv = nRT = \frac{\text{Total weight}}{M_{molar}} \times RT$

$\Rightarrow \quad P = \frac{Mass}{V} \times \frac{RT}{M_{molar}} \quad \Rightarrow \quad P = d$

$\Rightarrow \quad \frac{d}{p} = \frac{M}{RT} = \frac{8}{49.26}$ (from graph)

$\Rightarrow \quad M = \frac{8 \times 0.0821 \times 300}{49.26} = 4$

Sol. $Pv = nRT = \frac{\text{कुल भार}}{M_{\text{मोलर}}} \times RT$

$\Rightarrow \quad P = \frac{\text{द्रव्यमान}}{V} \times \frac{RT}{M_{\text{मोलर}}} \quad \Rightarrow \quad P = d$

$\Rightarrow \quad \frac{d}{p} = \frac{M}{RT} = \frac{8}{49.26}$ (आरेख से) $\quad \Rightarrow \quad M = \frac{8 \times 0.0821 \times 300}{49.26} = 4$

2. 10 moles of an ideal gas is subjected to an isochoric process (volume const.) and a graph of log (p) v/s log (T) is plotted where p is in (atm) & T is in kelvin. If volume of the container is 82.1 ml then calculate the sume of a, b & c where a = slope of graph, b = x intercept of graph, c = y intercept of graph.
एक आदर्श गैस के 10 मोल को समआयतनिक प्रक्रम से गुजारते है एवं उसका log (p) v/s log (T) आरेख बनाते है जहाँ दाब atm में एवं ताप K में है। यदि पात्र का आयतन 82.1 ml है, तब a, b तथा c का योग ज्ञात कीजिए जहाँ a = आरेख की ढ़ाल, b = x अक्ष पर वक्र द्वारा काटा गया अंतः खण्ड c = y अक्ष पर आरेख द्वारा काटा गया अन्तः खण्ड।

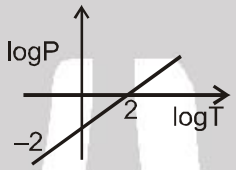
Ans. 1

Sol. $Pv = nRT$

$$P = \frac{nR}{V}T$$

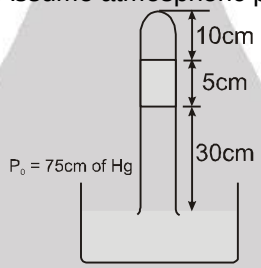
$$\log_{10} P = \log_{10}\left(\frac{nR}{V}\right) + \log_{10} T = \log_{10}\left(\frac{10 \times 0.0821}{82.1}\right) + \log_{10} T$$

$\log_{10} P = -2 + \log_{10} T$ (On comparing with y= mx +c) (y= mx +c के साथ तुलना करने पर)

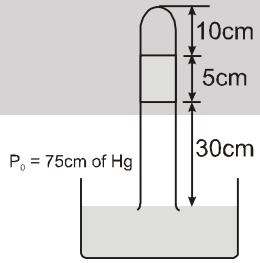


a = m = 1
b = 2
c = – 2
(a + b + c = 1)

3. A tube of length 45 cm is containing a gas in two sections separated by a mercury column of length 5 cm as shown in figure. The open end of tube is just inside the Hg surface in container find pressure differance of gases in two sections. [Assume atmospheric pressure = 75 cm of Hg column]



एक 45 cm लम्बी नलिका में एक गैस दो भागों में उपस्थित है, जो कि 5 cm लम्बाई के पारे के स्तम्भ द्वारा पृथक है। जैसा की चित्र में दर्शाया गया है। नलिका का खुला सिरा पात्र में पारे की सतह से थोड़ा सा अन्दर स्थित है। दोनों भागों की गैसो के दाब का अन्तर ज्ञात कीजिये (मानाकि वायुमण्डलीय दाब = 75 cm (पारे के स्तम्भ का)

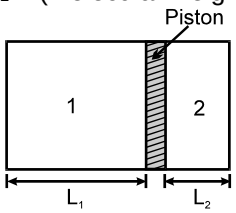


Ans. 5

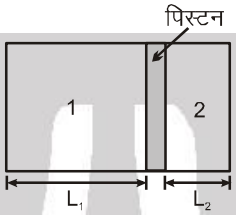
Sol. Pressure in lower half of gas = P_0 = 75 cm of Hg column
Pressure in upper half of gas = 70 cm
Pressure differance of gases in upper and lower half of column = (75 – 70) = 5 cm of Hg.

Sol. गैस के निम्न अर्द्ध में दाब = P_0 = 75 cm Hg स्तम्भ
गैस के उच्च अर्द्ध में दाब = 70 cm
स्तम्भ के उच्च व निम्न में गैसों का दाब अन्तर = (75 – 70) = 5 cm Hg.

4. The closed cylinder shown in figure has a freely moving piston separating chambers 1 and 2. Chamber 1 contains 280 mg of N_2 gas, and chamber 2 contains 200 mg of helium gas. When equilibrium is established, what will be the ratio L_2/L_1 ? (Molecular weights of N_2 and He are 28 and 4).



बन्द सिलेन्डर जो कि निम्न चित्र में दिखाया गया है, उसमें मुक्त चलायमान पिस्टन है जो चेम्बर 1 और 2 को अलग करता है। चेम्बर 1, 280 mg N_2 गैस रखता है तथा चेम्बर 2, 200 mg He गैस रखता है। साम्यवस्था स्थापित होने पर L_2/L_1 का अनुपात क्या होगा ? (N_2 और He का आण्विक भार क्रमशः 28 और 4 है).



Ans. 5

Sol. At equilibrium pressure in each chamber is the same

$$n_1 = \frac{280 \times 10^{-3}}{28} = 10^{-2}\ ; \qquad n_2 = \frac{200 \times 10^{-3}}{4} = 5 \times 10^{-2}$$

Let A = area of cross section of cylinder.

$$P = \frac{n_1RT}{AL_1} = \frac{n_2RT}{AL_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{L_2}{L_1} = \frac{n_2}{n_1} = \mathbf{5} \quad \textbf{Ans.}$$

हल : साम्य अवस्था पर प्रत्येक चेम्बर का दाब बराबर है।

$$n_1 = \frac{280 \times 10^{-3}}{28} = 10^{-2}\ ; \qquad n_2 = \frac{200 \times 10^{-3}}{4} = 5 \times 10^{-2}$$

मानाकि A = सिलेण्डर का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल है।

$$P = \frac{n_1RT}{AL_1} = \frac{n_2RT}{AL_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{L_2}{L_1} = \frac{n_2}{n_1} = \mathbf{5} \quad \textbf{Ans.}$$

5. A spherical balloon of 21 cm diameter is to be filled up with hydrogen at NTP, from a cylinder containing the gas at 20 atm at 27°C. If the cylinder can hold 2.82 litre of water, calculate the number of balloons that can be filled up.

एक सिलेण्डर, जो 27°C तथा 20 atm दाब पर गैस युक्त है, इससे NTP पर 21 सेमी व्यास वाले गोलीय गुब्बारे को हाइड्रोजन के द्वारा भरा जाता है। यदि सिलेण्डर, जल के 2.82 लीटर रखता हो, तो गुब्बारे की वह संख्या जो भरी जा सकती है उसे परिकलित कीजिए।

Ans. 10

Sol. $$\left(\frac{P_1V_1}{T_1}\right)_{\text{Inside cylinder}} = \left(\frac{P_2V_2}{T_2}\right)_{\text{Outside cylinder}}$$

$$\frac{20 \times 2.82}{300} = \frac{1 \times V_2}{273}$$

$V_2 = 51.324$ L

Volume of gas at STP in cylinder = 51.324 L

Volume of gas left inside cylinder = 2.82 L

Volume of gas available to be filled in balloon = 48.504 L

Let n balloons are filled

$$\therefore \qquad \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{21}{2}\right)^3 \times \frac{n}{1000} = 48.504 \qquad\qquad n = 10$$

हल. $\left(\frac{P_1V_1}{T_1}\right)_{\text{Inside cylinder}} = \left(\frac{P_2V_2}{T_2}\right)_{\text{Outside cylinder}}$

$\frac{20 \times 2.82}{300} = \frac{1 \times V_2}{273}$

$V_2 = 51.324$ L

सिलेन्डर में STP पर गैस का आयतन = 51.324 L

सिलेन्डर में शेष गैस का आयतन = 2.82 L

गुब्बारे में भरी जाने वाली गैस का आयतन = 48.504 L

माना n गुब्बारे भरे जाते है :

$\therefore \quad \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{21}{2}\right)^3 \times \frac{n}{1000} = 48.504 \quad \Rightarrow \quad n = 10$

6. A closed container of volume 0.02 m^3 contains a mixture of neon and argon gases, at a temperature of 27°C and pressure of 1×10^5 Nm^{-2}. The total mass of the mixture is 28 g. If the gram molecular weights of neon and argon are 20 and 40 respectively. Find the masses of the individual gases x and y in the container, assuming them to be ideal. (Universal gas constant R = 8.314 J/mole K) Give your answer as x + y.

27ºC तथा 1×10^5 Nm^{-2} दाब पर 0.02 m^3 आयतन का एक बन्द पात्र, नियॉन तथा आर्गन गैस के मिश्रण से युक्त है। मिश्रण का कुल द्रव्यमान 28 ग्राम है। यदि नियॉन तथा ऑर्गन का ग्राम आण्विक भार क्रमशः 20 तथा 40 हो तो गैसों को आदर्श गैस मानते हुए, पात्र में प्रत्येक गैस का द्रव्यमान x तथा y ज्ञात कीजिए (सार्वत्रिक गैस नियतांक R = 8.314 J/mole K) अपना उत्तर x + y में दीजिए।

Ans. 28 ($m_{Ar} = 24 + m_{Ne} = 4$)

Sol. $PV = n_{Total}RT$

$10^5 \times 0.02 = n_{Total} \times 8.314 \times 300$

$n_{Total} = 0.8$

$\frac{m_{Ar}}{40} + \frac{m_{Ne}}{20} = 0.8$

$m_{Ar} + m_{Ne} = 28$

$m_{Ar} = 24 \; ; \quad m_{Ne} = 4$

Sol. $PV = n_{कुल}RT$

$10^5 \times 0.02 = n_{कुल} \times 8.314 \times 300$

$n_{कुल} = 0.8$

$\frac{m_{Ar}}{40} + \frac{m_{Ne}}{20} = 0.8$

$m_{Ar} + m_{Ne} = 28$

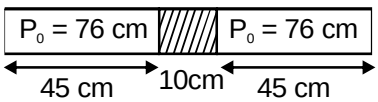
$m_{Ar} = 24 \; ; \quad m_{Ne} = 4$

7. A column of Hg of 100 mm in length is contained in the middle of a narrow tube 1 m long which is closed at both ends. Both the halves of the tube contained air at a pressure of 760 mm of Hg. By what distance (in mm) will the column of Hg lie displaced if the tube is held vertical. Assume decrease in length of mercury column to be negligible, also take the process at constant temperature. (Isothermal process).

एक संकरी 1 m लम्बी ट्यूब के मध्य में 100 mm की लम्बाई का Hg कॉलम रखा जाता है। ट्यूब को दोनों सिरों पर बन्द किया हुआ है। ट्यूब के दोनों आधे भागों में Hg के 760 mm दाब पर वायु भरी हुयी है। किस दूरी तक (mm में) Hg का कॉलम विस्थापित होगा, यदि ट्यूब ऊर्ध्वाधर अवस्था में जाये। (यह मानकर कि मर्करी कॉलम की लम्बाई में नगण्य रूप से कमी आती है, साथ ही नियत तापमान पर (समतापीय प्रक्रम) किया जाता है।)

Ans. 30 mm

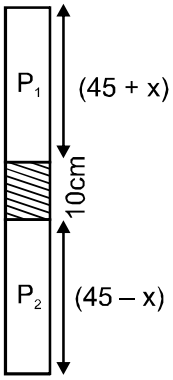
Sol.



Initially : (A) $76 \times 45 \times A = 76 \times 45 \times A$ (B)

A = Area of cross section.

When tube is made vertical, let Hg column gets displaced by x cm towards A.



For A side : $P_1 \times (45 - x) \times A = 76 \times 45 \times A$

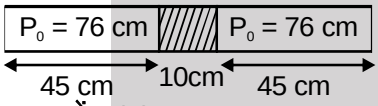
For B side : $P_2 \times (45 + x) \times A = 76 \times 45 \times A$

also $P_2 = P_1 + 10$

$$\frac{76 \times 45}{(45-x)} = \frac{76 \times 45}{(45+x)} + 10 \quad \Rightarrow \quad 76 \times 45\left[\frac{1}{(45-x)} - \frac{1}{(45+x)}\right] = 10$$

$$76 \times 45\left[\frac{45+x-4s+x}{(45-x)\ (45+x)}\right] = 10$$

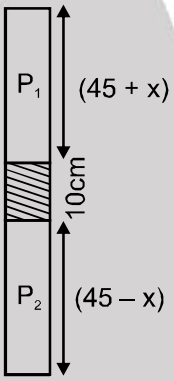
Sol.



प्रारम्भ में : (A) $76 \times 45 \times A = 76 \times 45 \times A$ (B)

A = **अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल**

जब नलिका ऊर्ध्वाधर होती है तब माना Hg स्तम्भ A की तरफ x cm द्वारा विस्थापित होता है।



A की तरफ : $P_1 \times (45 - x) \times A = 76 \times 45 \times A$

B की तरफ : $P_2 \times (45 + x) \times A = 76 \times 45 \times A$

$P_2 = P_1 + 10$

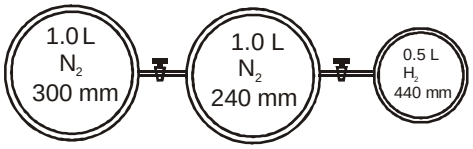
$$\frac{76 \times 45}{(45-x)} = \frac{76 \times 45}{(45+x)} + 10 \quad \Rightarrow \quad 76 \times 45\left[\frac{1}{(45-x)} - \frac{1}{(45+x)}\right] = 10$$

$$76 \times 45\left[\frac{45+x-4s+x}{(45-x)\ (45+x)}\right] = 10$$

Section (B) : Daltons law of partial pressures

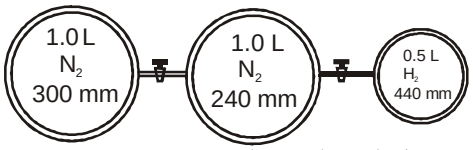
खण्ड (B) : डाल्टन का आंशिक दाब का नियम

8. Consider the arrangment of bulbs shown below.



If the pressure of the system when all the stopcocks are opened is x (in atm) then find 100 x ?

(760 mm = 1 atm)



उपरोक्त दिए गये संकाय का कुल दाब जब सभी वाल्व खोल दिये जाते है x atm होगा तब 100 x का मान बताइये ?
(760 mm = 1 atm)

Ans. 40 atm

Sol. Total number of moles = $\frac{300}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{240}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{440}{760} \times \frac{.5}{RT}$

Let the pressure of the gases be P atm when all the stopcocks are open.
Applying ideal gas equation,

$$P(1 + 1 + .5) = \left(\frac{300}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{240}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{440}{760} \times \frac{.5}{RT}\right) RT \; ; \; P = 0.4 \text{ atm.}$$

x = 0.4
Therefore, 10 x= 4

हल : कुल मोलों की संख्या = $\frac{300}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{240}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{440}{760} \times \frac{.5}{RT}$

जब सारे स्टॉप कॉकों को खोल दिया गया तब माना कि गैस का दाब P atm है।
आदर्श गैस समीकरण प्रयुक्त करना।

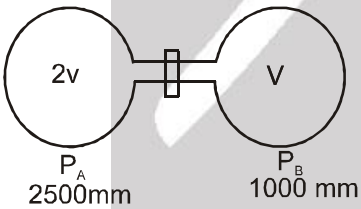
$$P(1 + 1 + .5) = \left(\frac{300}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{240}{760} \times \frac{1}{RT} + \frac{440}{760} \times \frac{.5}{RT}\right) RT \; ; \; P = 0.4 \text{ atm.}$$

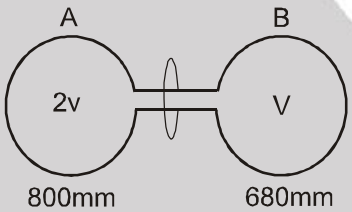
Section (C) : Mixing of Gases
खण्ड (C) : गैसों का मिश्रण

9. Two vessels whose volumes are in the ratio 2 : 1 contain nitrogen and oxygen at 2500 mm and 1000 mm pressures respectively when they are connected together what will be the pressure of the resulting mixture (in meters) ?
दो पात्र जिनमें नाइट्रोजन एवं आक्सीजन का दाब 2500 mm एवं 1000 mm क्रमश है। दोनों पात्रों का आयतन का अनुपात 2 : 1 है। जब दोनों पात्रो को जोड़ा जाता है, तो बताये परिणामी मिश्रण का दाब क्या होगा (मीटर में)।

Ans. 2 m

Sol.





$P_A \times 2V = P_{final} \times (3V)$

$\frac{2}{3} \times 2500 = P_{final}$

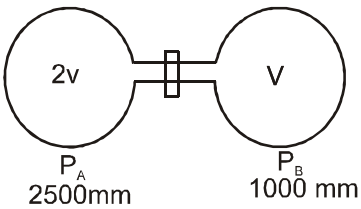
$P_{total} = \frac{5000}{3} + \frac{1000}{3} = 2000$ mm

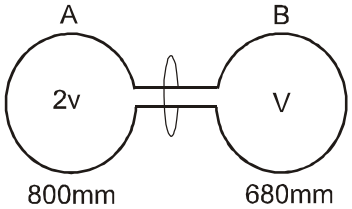
$P_B \times V = P_{final} \times 3V$

$\frac{1000}{3} = P_{final}$

or = 2 m

Sol.





$P_A \times 2V = P_{अन्तिम} \times (3V)$

$P_B \times V = P_{अन्तिम} \times 3V$

$\frac{2}{3} \times 2500 = P_{\text{अन्तिम}}$ $\frac{1000}{3} = P_{\text{अन्तिम}}$

$P_{\text{कुल}} = \frac{5000}{3} + \frac{1000}{3} = 2000$ mm or = 2 m

Section (D) : Graham's law of diffusion
खण्ड (D) : ग्राहम का विसरण का नियम

10. At 20ºC, two balloons of equal volume and porosity are filled to a pressure of 2 atm, one with 14 kg N_2 and other with 1 kg of H_2. The N_2 balloon leaks to a pressure of 1/2 atm in 1 hr. How long will it take for H_2 balloon to reach a pressure of 1/2 atm ?
20ºC ताप पर, दो समान आयतन के तथा समान छिद्रित गुब्बारे 2 atm दाब पर भरे जाते हैं। इनमें से एक गुब्बारा 14 kg N_2 से तथा दूसरा गुब्बारा 1 kg H_2 से भरा है। N_2 वाला गुब्बारा 1 घंटे मे 1/2 atm तक दाब कम करता है, तब बताइये कि H_2 वाला गुब्बारा 1/2 atm दाब तक पहुँचने में कितना समय लेगा ?

Ans. 16 Minutes

Sol. At constant volume and temperature $P \alpha W$ (here, volume of balloon is assumed to be constant)

Thus, for N_2 : P_1 = 2 atm P_2 = 1/2 atm at t = 1 hr

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{w_1}{w_2}$ or $w_2 = \frac{P_2}{P_1} \times w_1$ or $w_2 = \frac{½}{2} \times 14 = \frac{14}{4}$

$\therefore$ wt of N_2 diffused = $14 - \frac{14}{4} = \frac{21}{2}$ kg

For H_2 : P_1 = 2 atm P_2 = ½ atm at t = t hr

w_1 = 1 kg w_2 = ?

$w_2 = \frac{P_2}{P_1} \times w_1 = ¼$ kg

Hence wt of H_2 diffused = $1 - ¼ = ¾$ kg

Now, we are to conclude one point as

$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$, as per Graham law

$\frac{\frac{V_A}{t_A}}{\frac{V_B}{t_B}} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$ or $\frac{V_A}{V_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$ or $\frac{V_A}{V_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A}\sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$

or $\frac{V_A \rho_B t_B}{V_B \rho_B t_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$ or $\frac{w_A}{w_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$

For our problem we can write,

$\frac{w_{H_2} \times t_{N_2}}{w_{N_2} \times t_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{N_2}}}$ or $\frac{¾ \times 1}{21/2 \times t} = \sqrt{\frac{2}{28}} = \sqrt{\frac{1}{14}}$ or $\frac{6}{21 \times 4} \times \frac{1}{t} = \sqrt{\frac{1}{14}}$

or $\frac{1}{14t} = \frac{1}{\sqrt{14}}$ or $t = \frac{\sqrt{14}}{14} = \frac{1}{\sqrt{14}}$ hr $= \frac{60}{\sqrt{14}}$ $\frac{60}{3.741}$ mins = mins = 16 mins

$\therefore$ for H_2, 16 mins are required **Ans.**

Sol. नियत तापमान व आयतन पर, $P \alpha W$ (यहॉ गुब्बारे का आयतन नियत माना है।)

इसलिए N_2 : P_1 = 2 के लिए P_2 = 1/2 atm t = 1 पर

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{w_1}{w_2}$ या $w_2 = \frac{P_2}{P_1} \times w_1$ या $w_2 = \frac{½}{2} \times 14 = \frac{14}{4}$

$\therefore$ विसरित N_2 का भार = $14 - \frac{14}{4} = \frac{21}{2}$ kg

H_2 के लिए : P_1 = 2 atm P_2 = ½ atm at t = t पर

w_1 = 1 kg w_2 = ?

$w_2 = \frac{P_2}{P_1} \times w_1 = ¼$ kg

इसलिए विसरित H_2 का भार = 1 – ¼ = ¾ kg

$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$, ग्राहम नियम के अनुसार

$\frac{\frac{V_A}{t_A}}{\frac{V_B}{t_B}} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$ या $\frac{V_A}{V_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$ या $\frac{V_A}{V_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A}\sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$

या $\frac{V_A\rho_B t_B}{V_B\rho_B t_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$ या $\frac{w_A}{w_B} \times \frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$

इस प्रश्न के लिए,

$\frac{w_{H_2} \times t_{N_2}}{w_{N_2} \times t_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{N_2}}}$ या $\frac{¾ \times 1}{21/2 \times t} = \sqrt{\frac{2}{28}} = \sqrt{\frac{1}{14}}$ या $\frac{6}{21 \times 4} \times \frac{1}{t} = \sqrt{\frac{1}{14}}$

या $\frac{1}{14t} = \frac{1}{\sqrt{14}}$ या $t = \frac{\sqrt{14}}{14} = \frac{1}{\sqrt{14}}$ hr = $\frac{60}{\sqrt{14}}$ $\frac{60}{3.741}$ mins = mins = 16 mins

∴ H_2 के लिए, 16 min की आवश्यकता **Ans.**

Section (E) : Kinetic theory of gases
खण्ड (E) : गैसों की गतिक अवधारणा

11. Two flask A & B have capacity of 1 litre and 2 litre respectively. Each of them contain 1 mole of a gas. The temperature of the flask are so adjusted that average speed of molecules in "A" is twice that in "B" & pressure in flask "A" is x times of that in "B". Then value of x is -
दो पात्र A तथा B जिनकी क्षमता क्रमशः एक लीटर तथा दो लीटर है। दोनो में एक गैस का एक मोल है। ताप को इस प्रकार समायोजित किया जाती है कि "B" की तुलना में "A" में अणुओं की औसत चाल दो गुनी है तथा पात्र "A" में दाब "B" की तुलना में x गुना है। तो x का मान होगा :

Ans. 8

Sol. $P_AV_A = n_ART_A$ $\quad n_A = n_B = 1$

$P_BV_B = n_BRT_B$ $\quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{1}{2} \Rightarrow (V_{avg})_A = 2(V_{avg})_B$

$\frac{P_AV_A}{P_BV_B} = \frac{n_A}{n_B}.\frac{T_A}{T_B}$ $\quad V \propto \sqrt{T}$

$\frac{P_A}{P_B}\left(\frac{1}{2}\right) = \left(\frac{1}{1}\right)\left(\frac{4}{1}\right)$ $\quad \therefore T_A = 4T_B$

$P_A = 8P_B$

Value of "x" will be 8.

"x" का मान 8 होगा।

Section (F) : Eudiometry
खण्ड (F) : गैस आयतनमिति

12. 50 ml of gaseous mixture of acetylene and ethylene is taken in a ratio of a : b requires 700 ml of air containing 20% by volume O_2 for complete combusion. Calculate the volume of air required for complete combution of a mixture (50 ml) having ratio b : a. (Report your answer divide by 25).
एक 50 ml एसीटिलीन व एथिलीन का मिश्रण जिसमें वे a : b के अनुपात में उपस्थित है के पूर्ण दहन के लिए 700 ml वायु जिसमें 20% O_2 (आयतन के अनुसार) उपस्थित है कि आवश्यकता होती है। तब उस वायु का आयतन ज्ञात कीजिए जो मिश्रण (50 ml) जिसमें एसीटिलीन व एथिलीन b : a के अनुपात में उपस्थित है के पूर्ण दहन के लिए आवश्यक है। (अपना उत्तर 25 से भाग कर दे) .

Ans. 27

Sol. Let volume of C_2H_2 = x ml (since gases are assume ideal, therefore moles ∝ volume)

∴ volue of C_2H_4 = 50 – x

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

$$x \qquad \frac{5}{2}x$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$
$$50 - x \quad 3(50 - x)$$

Total volume of $O_2 = \frac{5}{2}x + 3(50 - x) = 700 \times \frac{20}{100}$

$\Rightarrow$ $x = 20$ ml

$\therefore$ volume of $C_2H_2 = 20$ ml

$\therefore$ volume of $C_2H_4 = 30$ ml

In new conditions

$\therefore$ volume of $C_2H_2 = 30$ ml

$\therefore$ volume of $C_2H_4 = 20$ ml

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

$$30 \qquad \left(\frac{5}{2}\times 30\right)x$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$
$$20 \quad 3(20) \text{ ml}$$

Total volume of $O_2 = \left(\frac{5}{2}\times 30\right) + 3(20) = 135$

$\therefore$ Total volume of air $= \frac{135}{0.2} = 675$ ml

$V = 675/25 = 27$

हल. माना कि C_2H_2 का आयतन = x ml (गैसों को आदर्श माना गया है $\therefore$ मोल $\propto$ आयतन)

$\therefore$ C_2H_4 का आयतन $= 50 - x$

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

$$x \qquad \frac{5}{2}x$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$
$$50 - x \quad 3(50 - x)$$

कुल आयतन $O_2 = \frac{5}{2}x + 3(50 - x) = 700 \times \frac{20}{100}$

$\Rightarrow$ $x = 20$ ml

$\therefore$ आयतन $C_2H_2 = 20$ ml

$\therefore$ आयतन $C_2H_4 = 30$ ml

अब नई परिस्थिति में In new conditions

$\therefore$ आयतन $C_2H_2 = 30$ ml

$\therefore$ आयतन $C_2H_4 = 20$ ml

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

$$30 \qquad \left(\frac{5}{2}\times 30\right)x$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$
$$20 \quad 3(20) \text{ ml}$$

O_2 का कुल आयतन $= \left(\frac{5}{2}\times 30\right) + 3(20) = 135$

$\therefore$ वायु का कुल आयतन $= \frac{135}{0.2} = 675$ ml

$V = 675/25 = 27$

13. 10 ml of a mixture of CH_4, C_2H_4 and CO_2 was exploded with excess of air. After explosion there was a contraction of 17 ml and after treatment with KOH, there was further reduction of 14ml. Find volume of CO_2 in 20 mL of original mixture (in mL).
CH_4, C_2H_4 तथा CO_2 के 10 ml मिश्रण को वायु की अधिकता में विस्फोटित कराया जाता है। विस्फोट के पश्चात् आयतन में 17 ml की कमी आती है तथा KOH से उपचारित करने के पश्चात् पुनः 14 ml की कमी होती है। 20 mL प्रारम्भिक मिश्रण में CO_2 के आयतन का मान mL में ज्ञात करो।

Ans. 3

Sol Volume of H_2O produced = 17 mL; Volume of CO_2 produced = 14 mL
Total volume of CO_2 = volume of CO_2 initially + volume of CO_2 produced = 14 ml
suppose volume of CH_4 and C_2H_4 in the mixture x and y ml respectively
volume of CO_2 produced on explosion = $14 - (10 - x - y) = (4 + x + y)$ ml
POAC for C, H and O
for C, $1 \times$ mole of $CH_4 + 2 \times$ mole of $C_2H_4 = 1 \times$ mole of CO_2
$x + 2y = 4 + x + y$ $\quad y = 4$
for H, $4x + 4y = 2 \times$ mole of H_2O ..... (i)
for O, $2 \times$ mole of $O_2 = 2 \times (4 + x + y)$ + mole of H_2O ..... (ii)
for equation (i) and (ii)
mole of $O_2 = (4 + 2x + 2y)$ (use in explosion)
in explosion reaction
volume of reactant – volume of product = 17 ml
$(x + y) + (4 + 2x + 2y) - (4 + x + y) = 17$
$2x + 2y = 17$ ..... (iii)
from equation (i) and (iii)
volume of $CH_4 = 4.5$, volume of $C_2H_4 = 4$ ml, volume of $CO_2 = 1.5$ ml

हल. उत्पन्न H_2O का आयतन = 17 mL; उत्पन्न CO_2 का आयतन = 14 mL
CO_2 का कुल आयतन = प्रारम्भ में CO_2 का आयतन + उत्पन्न CO_2 का आयतन = 14 ml
माना की मिश्रण में CH_4 तथा C_2H_4 का आयतन क्रमशः x तथा y ml है।
विस्फोट करने पर उत्पन्न CO_2 का आयतन = $14 - (10 - x - y) = (4 + x + y)$ ml
C, H तथा O के लिए POAC,
C के लिए, $1 \times$ mole of $CH_4 + 2 \times$ mole of $C_2H_4 = 1 \times$ mole of CO_2
$x + 2y = 4 + x + y$ $\quad y = 4$
H के लिए, $4x + 4y = 2 \times$ mole of H_2O ..... (i)
O के लिए, $2 \times$ mole of $O_2 = 2 \times (4 + x + y)$ + mole of H_2O ..... (ii)
समीकरण (i) तथा (ii) से
O_2 के मोल = $(4 + 2x + 2y)$ (विस्फोट में प्रयुक्त)
विस्फोटन अभिक्रिया में
क्रियाकारकों का आयतन – उत्पाद का आयतन = 17 ml
$(x + y) + (4 + 2x + 2y) - (4 + x + y) = 17$
$2x + 2y = 17$ ..... (iii)
समीकरण (i) तथा (iii) से
CH_4 का आयतन = 4.5, C_2H_4 का आयतन = 4 ml, CO_2 का आयतन = 1.5 ml

PART - III : ONE OR MORE THAN ONE OPTION CORRECT TYPE
भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार

Section (A) : Ideal gas equation & gas laws
खण्ड (A) : आदर्श गैस समीकरण एवं गैस नियम :

1. A gas cylinder containing cooking gas can withstand a pressure of 14.9 atmosphere. The pressure guaze of cylinder indicates 12 atmosphere <u>at 27</u>ºC. Due to sudden fire in the building temperature starts rising. The temperature at which cylinder will explode is :

खाना पकाने वाली गैस का सिलेण्डर 14.9 वायुमण्डल का दाब सहन कर सकता है। 27ºC पर सिलेण्डर का दाब गैज (दाबमापी) 12 वायुमण्डल इंगित करता है, बिल्डिंग में अचानक आग लगने से तापमान बढ़ जाता है, वह ताप ज्ञात करें जिस पर सिलेण्डर फट जायेगा :

(A*) 372.5 K (B*) 99.5 ºC (C) 199 ºC (D) 472.5 k

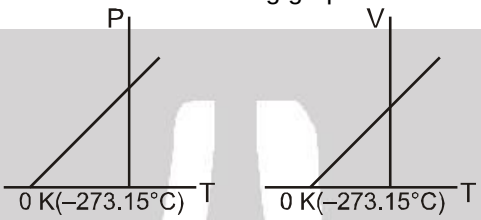
Sol. Suppose the cylinder will burst at T_2K

$$T_2 = \frac{P_2T_1}{P_1}(V_1 = V_2) = \frac{14.9 \times 300}{12} = 372.5 \text{ K}$$

हल. माना कि सिलेण्डर T_2K ताप पर फट जाता है।

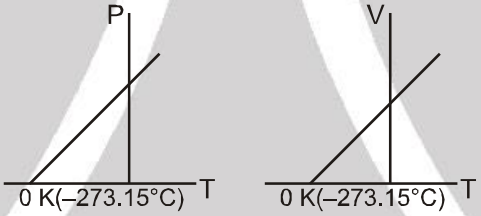
$$T_2 = \frac{P_2T_1}{P_1}(V_1 = V_2) = \frac{14.9 \times 300}{12} = 372.5 \text{ K}$$

2. What conculsion would you draw from the following graphs for an ideal gas ?



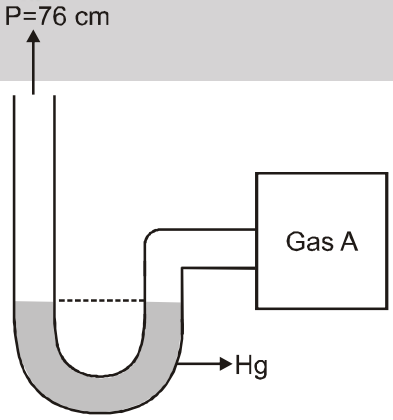
(A) As the temperature is reduced, the volume as well as the pressure increase
(B) As the temperature is reduced, the volume becomes zero and the pressure reaches infinity
(C*) As the temperature is reduced, the pressure derease
(D*) A point is reached where, theoretically, the volume become zero

निम्न आरेखों से आप क्या निष्कर्ष निकालते है ?



(A) जैसे जैसे तापमान कम होता है वैसे वैसे आयतन एवं दाब में वृद्धि होती है।
(B) जब तापमान कम होता है तब आयतन शून्य हो जाता है एवं दाब अनन्त हो जाता है।
(C*) जैसे जैसे तापमान कम होता है वैसे वैसे दाब घटता है।
(D*) किसी एक बिन्दु पर आयतन सिद्धान्तिक रूप से शून्य हो जाता है।

3. A open ended mercury manometer is used to measure the pressure exerted by a trapped gas as shown in the figure. Initially manometer shows no difference in mercury level in both columns as shown in diagram.



After sparking 'A' dissociates according to following reaction

$$A(g) \longrightarrow B(g) + 3C(g)$$

If pressure of Gas "A" decrease to 0.9 atm. Then :

(Assume temperature to be constant and is 300 K)
(A*) total pressure increased to 1.3 atm (B*) total pressure increased by 0.3 atm
(C) total pressure increased by 22.3 cm fo Hg (D*) difference in mercury level is 228 mm.

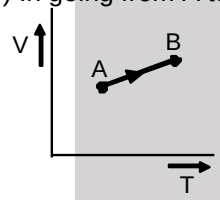
एक खुले सिरे वाले पारा युक्त मेनोमीटर का उपयोग पात्र में बंध गैस द्वारा आरोपित दाब को मापने में किया जाता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। प्रारभं में मेनोमीटर में पारे के दोनों स्तम्भ में कोई अंतर नही है।
चिंगारी लगाने के पश्चात गैस 'A' निम्न प्रकार से वियोजित होती है।

$$A(g) \longrightarrow B(g) + 3C(g)$$

यदि गैस "A" का दाब घट कर 0.9 atm हो जाता है।
(माना कि ताप 300 K पर स्थिर है) तब –
(A*) कुल दाब बढ़ कर 1.3 atm हो जाता है। (B*) कुल दाब 0.3 atm बढ़ जाता है।
(C) कुल दाब 22.3 cm Hg बढ़ जाता है। (D*) पारे के स्थिर का अन्तर 228 mm हो जाता है।

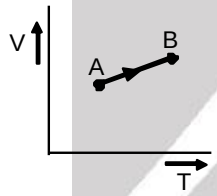
Sol. $P_T = 1 + 3 \times 0.1 = 1.3$ atm
$\Delta P = 0.2$ atm or या 76×0.3 cm of Hg or 760×0.3 mm of Hg

4. Which of the following is/are correct ?
(A) At constant volume, for a definite quantity of an ideal gas graph of PT v/s T^2 will be parabolic
(B*) At constant pressure, for a definite quantity of an ideal gas graph of VT v/s T will be parabolic
(C*) In going from A to B for definite quantity of an ideal gas pressure increase



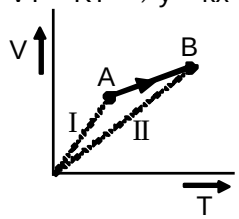
(D*) At constant volume, for a definite quantity of an ideal gas graph of $\frac{p}{T}$ v/s T^2 will be straight line.

निम्न में से कौनसा/कौनसे सही है/हैं।
(A) स्थिर आयतन पर, आदर्श गैस की निश्चित मात्रा के लिए PT v/s T^2 का आरेख परवलयकार होता है।
(B*) स्थिर दाब पर, आदर्श गैस की निचित मात्रा के लिए VT v/s T का आरेख परवलयकार होगा।
(C*) एक आदर्श गैस की निश्चित मात्रा के लिए A से B तक जाने पर दाब बढ़ता है।



(D*) स्थिर आयनत पर, आदर्श गैस की निश्चित मात्रा के लिए $\frac{p}{T}$ v/s T^2 का आरेख सरल रेखा प्राप्त होता है।

Sol. At constant V, n
$PT = KT^2 \Rightarrow y = kx \Rightarrow$ Straight line
At constant P, n
$VT = KT^2 \Rightarrow y = kx^2 \Rightarrow$ Parabola



Slope of line (I) > Slope of line (II)

$$\left(\frac{nR}{P}\right)_I > \left(\frac{nR}{P}\right)_{II}$$

$\therefore P_B > P_A$
At constant V & n

$P = KT$

$\frac{P}{T} = K$

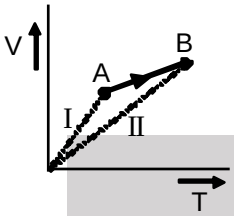
$\therefore$ $\frac{P}{T}$ v/s T^2 will be straight line.

हल. स्थिर V, n पर

$PT = KT^2 \Rightarrow y = kx \Rightarrow$ सरल रेखा

स्थिर P, n पर

$VT = KT^2 \Rightarrow y = kx^2 \Rightarrow$ परवलय



रेखा (I) की ढाल > रेखा (II) की ढाल

$\left(\frac{nR}{P}\right)_I > \left(\frac{nR}{P}\right)_{II}$

$\therefore$ $P_B > P_A$

स्थिर V, n पर

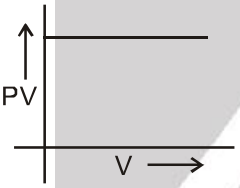
$P = KT$

$\frac{P}{T} = K$

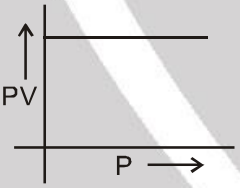
$\therefore$ $\frac{P}{T}$ v/s T^2 सरल रेखा होगा।

5. For gaseous state at constant temperature which of the following plot is correct ?
स्थिर ताप पर गैसीय अवस्था के लिए निम्न में से कौनसे आरेख सही है ?

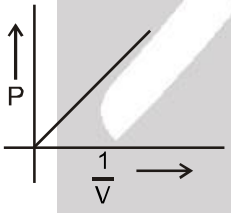
(A*)



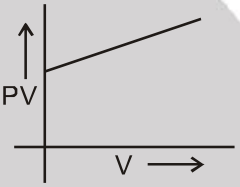
(B*)



(C*)



(D)



Section (B) : Daltons law of partial pressures

खण्ड (B) : डाल्टन का आंशिक दाब का नियम

6. In a closed rigid container, 3 mol of gas A and 1 mol of gas B are mixed at constant temperature. If 1mol of another gas C at same temperature is introduced and all gases are considered to be non reacting, then

(A*) Partial pressure of gases A and B remain unaffected due to introduction of gas C.

(B) Ratio of total pressure before and after mixing of gas 'C' is $\frac{3}{5}$.

(C*) If the total pressure of gas mixture before introducing gas 'C' is 20atm, then the total gas pressure after mixing 'C' will be 25 atm.

(D*) If data of option'C' are used, then partial pressure of gas 'C' will be 5 atm.

एक बंद दृढ़ पात्र में, नियत ताप पर, गैस A के 3 मोल तथा गैस B के 1 मोल को मिश्रित किया जाता है। यदि समान ताप पर, एक अन्य गैस C के 1 मोल को पात्र में मिलाया जाता है, तथा, सभी गैसों को परस्पर अक्रियाशील माना जाता है। तब

(A*) गैस C को मिलाने पर गैस A तथा B के आंशिक दाब, अप्रभावित बने रहते हैं।

(B) गैस 'C' को मिलाने के पूर्व तथा पश्चात् कुल दाब का अनुपात $\frac{3}{5}$ है।

(C*) यदि गैस 'C' को मिलाने से पूर्व गैसीय मिश्रण का कुल दाब 20 atm है। तब, गैस 'C' को मिलाने के पश्चात् कुल गैस दाब 25 atm होगा।

(D*) यदि विकल्प 'C' के आकड़े (data) प्रयुक्त किये जाएँ तब, गैस 'C' का आंशिक दाब 5 atm होगा।

Sol. $n_A = 3, n_B = 1, n_C = 1$

$$(P_T)_i = \frac{(3+1)RT}{V} \quad \Rightarrow \quad (P_T)_f = \frac{5RT}{V} \quad \Rightarrow \quad \frac{(P_T)_i}{(P_T)_f} = \frac{4}{5}.$$

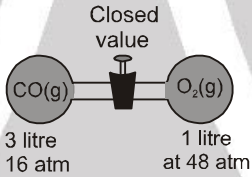
Partial pressure of C = $X_C \times P_T = \frac{1}{5} \times 25 = 5$ atm. (C का आंशिक दाब = $X_C \times P_T = \frac{1}{5} \times 25 = 5$ atm.)

Section (C) : Mixing of Gases
खण्ड (C) : गैसों का मिश्रण

7. Carbon mono oxide (CO) and oxygen O_2 react according to :

$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$$

Assuming that the reaction takes place and goes to completion, after the valve is opened in the apparatus represented in the accompanying figure. Also assume that the temperature is fixed at 300 K. (Take R = 0.08 atm L/mole K)



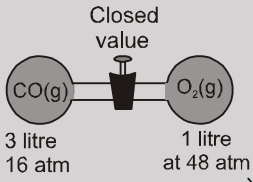
(A*) Partial Pressure of O_2 = 6 atm. (B*) Number of moles of CO_2 formed = 2

(C*) Number of moles of O_2 left = 1 (D) Partial Pressure of O_2 = 3 atm.

कार्बन मोनो ऑक्साइड (CO) और आक्सीजन O_2 की अभिक्रिया निम्न होती है।

$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$$

यह मानकर अभिक्रिया पूर्णतया रूप से होती है, दिये गये चित्र में वाल्व खोलने के बाद क्या होगा। माना तापमान 300 K पर नियत है। (लीजिए, R = 0.08 atm L/mole K)



(A*) O_2 का आंशिक दाब = 6 atm. (B*) CO_2 के बनने वाले मोलों की संख्या = 2

(C*) O_2 के शेष बचे मोलों की संख्या = 1 (D) O_2 का आंशिक दाब = 3 atm.

Sol. $n_{CO} = \frac{PV}{RT} = \frac{16 \times 3}{0.08 \times 300} = 2$; $n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{48 \times 1}{0.08 \times 300} = 2$

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (g)

$\Rightarrow$ CO is limiting Reagent so no. of moles of CO_2 formed = 2

$\Rightarrow$ CO is limiting Reagent so no. of moles of O_2 left = 1

Partial Pressure $O_2 = \frac{nRT}{v} = \frac{1 \times 0.08 \times 300}{4} = 6$ atm.

Sol. $n_{CO} = \frac{PV}{RT} = \frac{16 \times 3}{0.08 \times 300} = 2$; $n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{48 \times 1}{0.08 \times 300} = 2$

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (g)

$\Rightarrow$ CO सीमान्त अभिकर्मक है इसलिए निर्मित CO_2 के मोल = 2

$\Rightarrow$ CO सीमान्त अभिकर्मक है इसलिए शेष O_2 के मोल = 1

आंशिक दाब $O_2 = \frac{nRT}{v} = \frac{1 \times 0.08 \times 300}{4}$ = 6 atm.

Section (D) : Graham's law of diffusion
खण्ड (D) : ग्राहम का विसरण का नियम

8. Which of the following statements are correct ?
(A) Helium diffuses at a rate 8.65 times as much as CO does.
(B*) Helium escapes at a rate 2.65 times as fast as CO does.
(C) Helium escapes at a rate 4 times as fast as CO_2 does.
(D*) Helium escapes at a rate 4 times as fast as SO_2 does.
निम्न में से कौनसे कथन सही है ?
(A) CO की तुलना में हीलियम 8.65 गुना अधिक दर पर विसरित होती है।
(B*) CO की तुलना में हीलियम 2.65 गुना अधिक शीघ्रता से पलायन करती है।
(C) CO_2 की तुलना में हीलियम 4 गुना अधिक शीघ्रता से पलायन करती है।
(D*) SO_2 की तुलना में हीलियम 4 गुना अधिक शीघ्रता से पलायन करती है।

Sol. $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

9. The rate of diffusion of 2 gases 'A' and 'B' are in the ratio 16: 3. If the ratio of their masses present in the mixture is 2 : 3. Then
(A) The ratio of their molar masses is 16 : 1
(B*) The ratio of their molar masses is 1 : 4
(C) The ratio of their moles present inside the container is 1 : 24
(D*) The ratio of their moles present inside the container is 8 : 3
दो गैसों 'A' तथा 'B' के विसरण की दर का अनुपात 16 : 3 है। यदि मिश्रण में उपस्थित इनके भारों के अनुपात 2 : 3 है।
(A) इसके मोलर भारों का अनुपात 16 : 1 होगा।
(B*) इसके मोलर भारों का अनुपात 1 : 4 होगा।
(C) पात्र के अन्दर उपस्थित इसके मोल का अनुपात 1 : 24 होगा।
(D*) पात्र के अन्दर उपस्थित इसके मोल का अनुपात 8 : 3 होगा।

Sol. Given दिया गया है $\frac{r_A}{r_B} = \frac{16}{3}$; $\frac{w_A}{w_B} = \frac{2}{3}$

we have हम रखते है $\frac{r_A}{r_B} = \frac{n_A}{n_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$

$\frac{16}{3} = \frac{w_A}{M_A}\frac{M_B}{w_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$

$\frac{16}{3} = \frac{2}{3}\left(\frac{M_B}{M_A}\right)^{3/2} \Rightarrow \left(\frac{M_B}{M_A}\right)^{3/2} = 8 \Rightarrow \frac{M_B}{M_A} = 4$

$\therefore$ mole ratio मोल अनुपात = 8 : 3

Section (E) : Kinetic theory of gases
खण्ड (E) : गैसों की गतिक अवधारणा

10. If a gas is allowed to expand at constant tempeature then which of the following does not hold true :
(A*) the kinetic energy of the gas molecules decreases
(B*) the kinetic energy of the gas molecules increases
(C) the kinetic energy of the gas molecules remains the same
(D*) Can not be predicted
यदि एक गैस निश्चित ताप पर विस्तारित होती है तब निम्न में से कौनसा सत्य नहीं है।
(A*) गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा कम होती है। (B*) गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ती है।
(C) गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा समान रहती है। (D*) कुछ कहा नहीं जा सकता।

Sol. K.E. is a function of temperature. If temperature is constant, K.E. will be constant.
गतिज ऊर्जा तापमान पर निर्भर करती है। जब तक ताप नियत है। गतिज ऊर्जा का मान नियत रहेगा ।

11. Precisely 1 mol of helium and 1 mol of neon are placed in a container. Indicate the correct statements about the system.
(A) Molecules of the two gases strike the wall of the container with same frequency.
(B*) Molecules of helium strike the wall more frequently.
(C*) Molecules of helium have greater average molecular speed.
(D) Helium exerts larger pressure.
किसी एक पात्र में एक मोल हीलियम व एक मोल निऑन उपस्थित है तब निम्न में कौनसे कथन सही है।
(A) दोनो गैसों के अणु समान आवृत्ति से पात्र की दीवारों से टकराते है।
(B*) हीलियम के अणु ज्यादा आवृत्ति से पात्र की दीवारों से टकराते है।
(C*) हीलियम के अणुओं की औसत आण्विक गति अधिक है।
(D) हीलियम गैस अधिक दाब आरोपित करती है।

Sol. Helium gas has lower molecular mass and hence it moves faster than neon and strikes the wall more frequently.

$$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$U_{av} \propto \left(\frac{1}{M}\right)^{1/2}$$

Hence, He has higher speed than neon.

हल. चूंकि हीलियम के अणु का भार कम है अतः वे अधिक गति से पात्र की दीवारों से टकराते है व उनके टकराने की आवृत्ति अधिक होती है। $U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$$U_{av} \propto \left(\frac{1}{M}\right)^{1/2}$$

12. Indicate the correct statement for equal volumes of $N_2(g)$ and $CO_2(g)$ at 25ºC and 1 atm.
(A*) The average translational KE per molecule is the same for N_2 and CO_2
(B) The rms speed remains same for both N_2 and CO_2
(C*) The density of N_2 is less than that of CO_2
(D*) The total translational KE of both N_2 and CO_2 is the same
$N_2(g)$ व $CO_2(g)$ के 25ºC व 1 atm पर मिश्रण के बारे में निम्न में से कौनसे कथन सत्य है।
(A*) N_2 व CO_2 की औसत स्थानांतरण गतिज ऊर्जा समान है।
(B) N_2 व CO_2 की rms गति समान है
(C*) N_2 का घनत्व CO_2 से कम है।
(D*) N_2 व CO_2 दोनों की कुल स्थानांतरण गतिज ऊर्जा समान है।

Sol. $n_{N_2} = n_{CO_2}$ p, V, T = constant mass of N_2 < mass of CO_2.
$n_{N_2} = n_{CO_2}$ p, V, T = नियत N_2 का द्रव्यमान < CO_2 का द्रव्यमान .

Section (F) : Eudiometry
खण्ड (F) : गैस आयतनमिति

13. A hypothetical gaseous element having molecular formula M_x is completely changed to another gaseous allotrope having molecular formula M_y at 310 K. In this act volume of the gas is contracted by 12 ml to a volume of 8 ml. The simplest possible molecular formulae of the two allotropes are
एक काल्पनिक गैसीय तत्व जिसका अणुसूत्र M_x है अपने दूसरे अपररूप जिसका अणुसूत्र M_y है में 310 K ताप पर पूर्णतः हो जाता है इस अभिक्रिया में गैस का आयतन 12 ml से घटकर 8 ml हो जाता है। तब उन अपररूपों का सरलतम अणुसूत्र होगा।
(A*) M_2 (B) M_3 (C) M_4 (D*) M_5

Sol. $yM_x \rightarrow xM_y$
20 ml

$$\frac{20x}{y} = 8$$

$$\frac{x}{y} = \frac{2}{5}$$

14. A 100 ml mixture of CO and CO_2 is passed through a tube containing red hot charcoal. The volume now becomes 160 ml. The volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure. Amongst the following, select the correct statement(s) :

(A*) Mole percent of CO_2 in the mixture is 60. (B*) Mole fraction of CO in the mixture is 0.40

(C) The mixture contains 40 ml of CO_2 (D*) The mixture contains 40 ml of CO

100 ml CO एवं CO_2 का मिश्रण एक नली जिसमें रक्त तप्त चारकोल उपस्थित है से प्रवाहित किया जाता है मिश्रण का आयतन अब 160 ml हो जाता है। सभी आयतन समान T एवं P पर मापे गये है। अतः निम्न में से सही कथन है/हैं :

(A*) मिश्रण में CO_2 का मोल प्रतिशत 60 है (B*) मिश्रण में CO का मोल प्रभाज 0.4 है

(C) मिश्रण में 40ml CO_2 उपस्थित है (D*) मिश्रण में 40 ml CO उपस्थित है

Sol. Let CO is (100 – x) ml and CO_2 is x ml.

माना CO, (100 – x) ml है तथा CO_2 , x ml है

$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

x	100 – x
-	100 – x + 2x
-	100 + x = 160

PART - IV : COMPREHENSION

भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

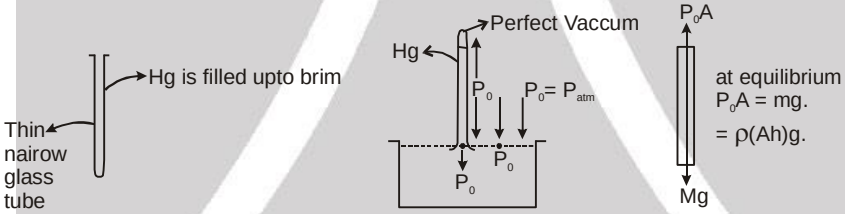
Read the following passage carefully and answer the questions.

निम्न अनुच्छेद को ध्यानपूर्वक पढ़िये तथा प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

Comprehension # 1

MEASUREMENT OF PRESSURE

Barometer: A barometer is an instrument that is used for the measurement of pressure. The construction of the barometer is as follows



Cross sectional view of the capillary column

A thin narrow calibrated capillary tube is filled to the brim, with a liquid such as mercury, and is inverted into a trough filled with the same fluid. Now depending on the external atmospheric pressure, the level of the mercury inside the tube will adjust itself, the reading of which can be monitored. When the mercury column inside the capillary comes to rest, then the net forces on the column should be balanced.

Applying force balance, we get,

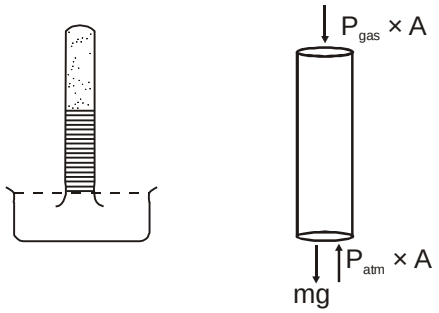
$P_{atm} \times A = m \times g$ ('A' is the cross-sectional area of the capillary tube)

If 'ρ' is the density of the fluid, then $m = \rho \times g \times h$ ('h' is the height to which mercury has risen in the capillary)

Hence, $P_{atm} \times A = (\rho \times g \times h) \times A$ or, $P_{atm} = \rho gh$

Faulty Barometer: An ideal barometer will show a correct reading only if the space above the mercury column is vacuum, but in case if some gas column is trapped in the space above the mercury column, then the barometer is classified as a faulty barometer. The reading of such a barometer will be less than the true pressure.

For such a faulty barometer



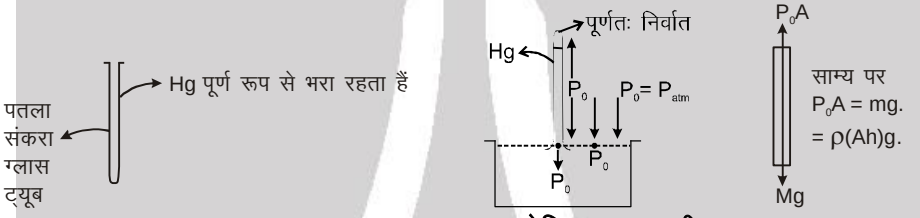
$P_0A = mg + P_{gas}\,A$

$P_0 = \rho gh + P_{gas}$ or $\rho gh = P_0 - P_{gas}$

अनुच्छेद # 1

दाब का मापन

बेरोमीटर : बेरोमीटर एक उपकरण है जो कि दाब मापन के काम आता है। बेरोमीटर का निर्माण निम्न प्रकार से होता है।



(कोशिका स्तम्भ की अनुप्रस्थ काट का दृश्य)

एक पतली संकरी अंशांकित केशिका नली को पूर्णरूप से (जहाँ द्रव निकलने वाला हो वहां तक) मर्करी जैसे द्रव के साथ भरकर, समान द्रव से भरी हुई आयताकार नांद में इसे उल्टा रखा जाता है। अब बाह्य वायुमण्डलीय दाब के आधार पर नली के अन्दर पारे का स्तर स्वयं को व्यवस्थित करता है जिसका पाठ्यांक ध्यानपूर्वक देखा जाता है। जब केशिका नली के अन्दर मर्करी कॉलम स्थिर हो जाता है तब कॉलम पर परिमाणी बल संतुलित होना चाहिए। बल संतुलन को लगाने पर, हम प्राप्त करते हैं–

$P_{atm} \times A = m \times g$ ('A' केशिकानली का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल हैं)

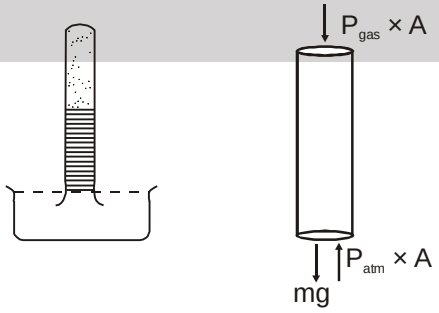
यदि 'ρ' तरल का घनत्व है तो $m = \rho \times g \times h$ ('h' वह ऊँचाई है जिस पर केशिकानली में मर्करी का स्तर बढ़ता है)

अतः, $P_{atm} \times A = (\rho \times g \times h) \times A$ अथवा, $P_{atm} = \rho gh$

त्रुटि युक्त बेरोमीटर :

एक आदर्श बेरोमीटर सही पाठ्यांक केवल तब दर्शाऐगा यदि मर्करी कॉलम के ऊपर के स्थान पर निर्वात हो, लेकिन कुछ स्थितियों में यदि कुछ गैस को मर्करी कॉलम के ऊपर के स्थान पर रखा जाता हैं, तो बेरोमीटर को 'त्रुटि युक्त बेरोमीटर' के रूप में वर्गीकृत किया जाता हैं। इस प्रकार के बेरोमीटर का वास्तविक दाब से कम पाठ्यांक होता हैं।

इस प्रकार के त्रुटि युक्त बेरोमीटर के लिए



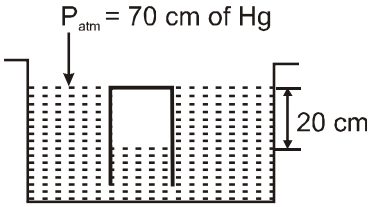
$P_0A = mg + P_{गैस}A$

$P_0 = \rho gh + P_{गैस}$ या $\rho gh = P_0 - P_{गैस}$

1. A tube closed at one end is dipped in mercury as shown in figure-3 such that the closed surface coincides with the mercury level in the container. By how much length of the tube should be extended

such that the level of Hg in the tube is 5 cm below the mercury level inside the container. (Assume temperature remains constant)

एक सिरे पर बन्द नली को मर्करी में इस प्रकार डुबोया जाता है, जैसा कि चित्र-3 में दर्शाया गया है, कि नली की बन्द सतह, पात्र में रखे मर्करी तल के बराबर होती है, नली को कितना ऊपर उठाया जाये कि नली में Hg का तल, पात्र में रखे मर्करी के तल से 5 cm नीचे हो (माना कि ताप स्थिर बना रहता है) वायुमण्डलीय दाब = 70 से.मी. (पारा)

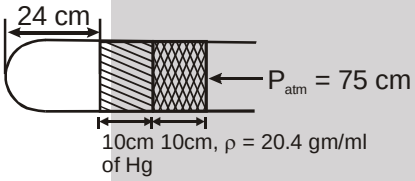


(A) 18 cm (B*) 19 cm (C) 24 cm (D) 30 cm

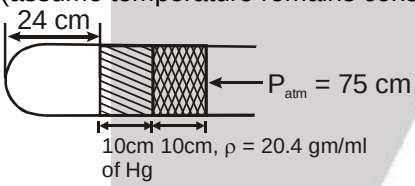
Sol. $P_1 = 70 + 20 = 90$ cm of Hg,

$P_2 = (70 + 5)$ cm of Hg $\Rightarrow$ $90 \times 20 = 75 \times (5 + x)$ $\Rightarrow$ $x = 19$ cm.

2.



If above tube is placed vertically with the open end upward then the length of the air column will be (assume temperature remains constant)



यदि ऊपर की ओर खुले सिरे के साथ उपरोक्त नली को उर्ध्वाधर रखा जाता हो तो वायु कॉलम की लम्बाई निम्न होगी (माना कि ताप नियत है):

(A) 20 cm (B) 36 cm (C*) 18 cm (D) 15 cm

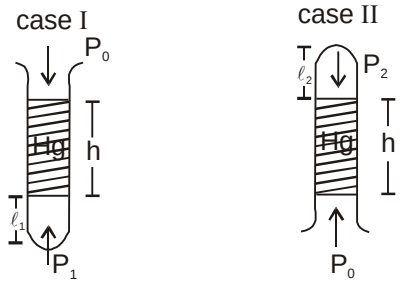
Sol. $P_1 = 75$ cm of Hg, $V_1 = 24 \times A$

$P_2 = 75 + 10 + \frac{20.4 \times 10}{13.6} = 100$ cm of Hg

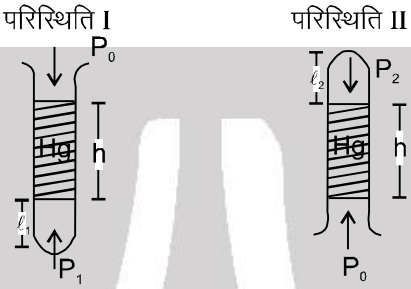
$\Rightarrow$ $75 \times 24 = 100 \times x$

$x = 18$ cm

3. A gas column is trapped between closed end of a tube and a mercury column of length (h) when this tube is placed with its open end upwards the length of gas column is (ℓ_1) the length of gas column becomes (ℓ_2) when open end of tube is held downwards (as shown in fig.). Find atmospheric pressure in terms of height of Hg column. (Assume temperature remains constant)



एक गैस स्तम्भ को ट्यूब के बंद सिरे और h लम्बाई के पारे के स्तम्भ के बीच रखते है। जब ट्यूब का खुला सिरा ऊपर है तब गैस के स्तम्भ की लम्बाई (ℓ_1) है और जब ट्यूब के खुले सिरे को नीचे कर देते हैं (जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है) तब गैस के स्तम्भ की लम्बाई (ℓ_2) हो जाती है। Hg स्तम्भ की ऊंचाई के पदों में वायुमण्डलीय दाब ज्ञात करो।



(A*) $\frac{h(\ell_1+\ell_2)}{(\ell_2-\ell_1)}$ (B) $\frac{h(\ell_2-\ell_1)}{(\ell_1+\ell_2)}$ (C) $\frac{(\ell_1+\ell_2)}{h(\ell_2-\ell_1)}$ (D) $(h_1\ell_1 + h_2\ell_2)$

Sol. **Case I** **Case II**

$P_1 = (P_0 + h)$ $P_2 = (P_0 - h)$

$P_1V_1 = P_2V_2$

Now in both the cases, the gas is the same and temperature is also constant, hence Boyles law can be applied.

$\ell_1 A (P_0 + h) = \ell_2 A (P_0 - h)$

$P_0 = \frac{h(\ell_1+\ell_2)}{(\ell_2-\ell_1)}$ cm of Hg column.

Sol. **परिस्थिति I** **परिस्थिति II**

$P_1 = (P_0 + h)$ $P_2 = (P_0 - h)$

$P_1V_1 = P_2V_2$

दोनों स्थितियों में गैस समान है और तापमान नियत है इसलिए बॉयल का नियम लगाया जा सकता है।

$\ell_1 A (P_0 + h) = \ell_2 A (P_0 - h)$

$P_0 = \frac{h(\ell_1+\ell_2)}{(\ell_2-\ell_1)}$ cm of Hg column.

Comprehension # 2

Dalton's Law: Suppose a mixture of two ideal gases, A and B, is contained in a volume V at a temperature T. Then, since each gas is ideal, we can write

$$P_A = n_A\frac{RT}{V}, \qquad P_B = n_B\frac{RT}{V}$$

That is, in the mixture each gas exerts a pressure that is the same as it would exert if it were present alone, and this pressure is proportional to the number of moles of the gas present. The quantities P_A and P_B are called the partial pressures of A and B respectively. According to Dalton's law of partial pressures, the total pressure, P_t, exerted on the walls of the vessel is the sum of the partial pressures of the two gases :

$$P_t = P_A + P_B = (n_A + n_B)\left(\frac{RT}{V}\right).$$

The expression can be generalised so as to apply to a mixture of any number of gases. The result is

$$P_t = \sum_i P_i = \frac{RT}{V}\sum_i n_i, \qquad ...(1)$$

where 'i' is an index that identifies each component in the mixture and the symbol Σ_i stands for the operation of adding all the indexed quantities together. Another useful expression of the law of partial pressures is obtained by writing

$$P_A = n_A\frac{RT}{V}, \qquad P_t = \frac{RT}{V}\sum_i n_i, \qquad \frac{P_A}{P_t} = \frac{n_A}{\sum_i n_i}, \qquad P_A = P_t\left(\frac{n_A}{\sum_i n_i}\right) \quad .....(2)$$

The quantity $\frac{n_A}{\sum_i n_i}$, is called the mole fraction of component A, and equation (2) says that the partial pressure of any component, such as component A, is the total pressure of the mixture multiplied by $\frac{n_A}{\sum_i n_i}$, the fraction of the total moles which are component A.

अनुच्छेद # 2

डॉल्टन नियम : माना कि दो आदर्श गैसों A तथा B, के मिश्रण को तापमान T पर तथा आयतन V में रखा जाता हैं, चूंकि प्रत्येक गैस आदर्श हैं, हम लिख सकते हैं कि

$$P_A = n_A\frac{RT}{V}, \qquad P_B = n_B\frac{RT}{V}$$

इसलिए, मिश्रण में प्रत्येक गैस एक दाब लगाती हैं जो कि उसके अकेले उपस्थित होने पर भी लगता हैं तथा यह दाब उपस्थित गैस के मोलों की संख्या के समानुपाती होता हैं। P_A तथा P_B राशियों को क्रमशः A तथा B का आंशिक दाब कहते हैं। आंशिक दाब के डॉल्टन नियम के अनुसार पात्र की दीवारों पर लगने वाला कुल दाब P_t, दो गैसों के आंशिक दाब का योग होता हैं।

$$P_t = P_A + P_B = (n_A + n_B)\left(\frac{RT}{V}\right).$$

गैसों की किसी संख्या के मिश्रण में, इस व्यंजक को प्रयुक्त कर इसका सामान्यकरण किया जाता हैं। परिणाम निम्न हैं :

$$P_t = \sum_i P_i = \frac{RT}{V}\sum_i n_i, \qquad ...(1)$$

जहाँ ' i ' सारणी हैं जो कि मिश्रण में प्रत्येक अवयव की पहचान करती हैं तथा सारणी की सभी राशियों को एक साथ जोड़कर Σ_i से व्यक्त करते है। निम्न लिखे हुए आंशिक दाब नियम के व्यजंक द्वारा भी इस व्यंजक को एक अन्य रूप में प्रयुक्त किया जा सकता हैं।

$$P_A = n_A\frac{RT}{V}, \qquad P_t = \frac{RT}{V}\sum_i n_i, \qquad \frac{P_A}{P_t} = \frac{n_A}{\sum_i n_i}, \qquad P_A = P_t\left(\frac{n_A}{\sum_i n_i}\right) \quad .....(2)$$

राशि $\frac{n_A}{\sum_i n_i}$, को एक अवयव A का मोल भिन्न (प्रभाज) कहते हैं तथा समी. (2) बताती हैं कि किसी अवयव के आंशिक दाब, के लिए (जैसे कि यौगिक (A) के लिए) मिश्रण का कुल दाब को $\frac{n_A}{\sum_i n_i}$ (यह अवयव A के कुल मोल का भिन्न (प्रभाज) हैं) से गुणा किया जाता है।

4. A closed container of volume 30 litre contains a mixture of nitrogen and oxygen gases, at a temperature of 27°C and pressure of 4 atm. The total mass of the mixture is 148 gm. The moles of individual gases in the container are (Take R = 0.08 litre atm/moleK)

(A) n_{N_2} = 2 moles, n_{O_2} = 3 mole (B*) n_{N_2} = 3 mole, n_{O_2} = 2 mole

(C) n_{N_2} = 4 mole, n_{O_2} = 1 mole (D) n_{N_2} = 2.5 mole, n_{O_2} = 2.5 mole

27°C ताप पर तथा 4 atm दाब पर एक 30 लीटर आयतन के बन्द पात्र में नाइट्रोजन तथा ऑक्सीजन गैस के मिश्रण को लिया जाता हैं। मिश्रण का कुल भार 148 ग्राम है। पात्र में प्रत्येक गैस के मोलों की संख्या निम्न है– (लीजीए R = 0.08 लीटर atm/moleK)

(A) n_{N_2} = 2 मोल, n_{O_2} = 3 मोल (B*) n_{N_2} = 3 मोल, n_{O_2} = 2 मोल

(C) n_{N_2} = 4 मोल, n_{O_2} = 1 मोल (D) n_{N_2} = 2.5 मोल, n_{O_2} = 2.5 मोल

Sol. $P \times V = (n_{N_2} + n_{O_2})RT$

$n_{N_2} + n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{4 \times 30}{0.08 \times 300} = 5$ ...(1)

$n_{N_2} \times 28 + n_{O_2} \times 32 = 148$ ...(2)

$4 n_{N_2} = 12$

$n_{N_2} = 3$ mole

$n_{O_2} = 2$ mole

5. If the whole mixture (of above problem) is transferred to a 5 litre vessel at same temperature, then choose the correct one :
(A) Total pressure in the container remains same.
(B) Mole fraction of gases will change by $\frac{1}{2}$ unit.
(C*) Partial pressure of each gases will be 6 times.
(D) Total pressure in the container becomes half of the initial pressure.
यदि (उपरोक्त समस्या में) पूर्ण मिश्रण को समान ताप पर 5 लीटर पात्र में स्थानान्तरित किया जाता है, तो इनमें से किसी एक सही कथन का चुनाव कीजिये–
(A) पात्र में कुल दाब समान रहता हैं। (B) गैसों का मोल प्रभाज $\frac{1}{2}$ इकाई से परिवर्तित होगा।
(C*) प्रत्येक गैस का आंशिक दाब छः गुना हो जायेगा। (D) पात्र में कुल दाब, प्रारंभिक दाब का आधा हो जाता हैं।

6. If the original mixture (as in Q.No. 4) is allowed to react at this temperature to form NO gas, then the total pressure in the container after the reaction is :
(A) 2 atm (B) 8 atm (C*) 4 atm (D) None of these
यदि वास्तविक मिश्रण (प्रश्न संख्या 4 के अनुसार) को इस ताप पर, NO गैस बनाने के लिए क्रिया करायी जाती है तो अभिक्रिया के पश्चात् पात्र में कुल दाब निम्न हैं:
(A) 2 atm (B) 8 atm (C*) 4 atm (D) इनमें से कोई नहीं

Sol.

	N_2 (g) +	O_2 (g) $\longrightarrow$	2NO(g)
before reaction	3 mole	2 mole	0
after reaction	1 mole	0	4 mole

after reaction there is still 5 mole in to the container and total pressure depends on only number of moles of the gases.

Sol.

	N_2 (g) +	O_2 (g) $\longrightarrow$	2NO(g)
अभिक्रिया के पहले	3 मोल	2 मोल	0
अभिक्रिया के बाद	1 मोल	0	4 मोल

अभिक्रिया के बाद भी पात्र में 5 मोल रहेंगे तथा गैस का कुल दाब गैस के मोलों की संख्या पर निर्भर करता है।

Comprehension # 3

Answer Q.7, Q.8 and Q.9 by appropriately matching the information given in the three columns of the following table.

In following questions :
M_A & M_B = Molar masses of ideal gases A & B, P = Pressure of gas, A = Area of hole of container
T_A & T_B = Temp of gases A & B in kelvin, n_A & n_B = Moles of gases A & B in container
r_A & r_B = rate of effusion of gas A & B

Column-1		Column-2		Column-3	
(I)	$\frac{M_A}{M_B} = \frac{1}{4}$	(i)	Under similar conditions of P, A, T	(P)	$\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{3}$
(II)	$\frac{M_A}{M_B} = \frac{4}{1}$	(ii)	Under similar conditions of T & P $\frac{A_A}{A_B} = \frac{20}{10}$	(Q)	$\frac{r_A}{r_B} = \frac{4}{3}$
(III)	$\frac{M_A}{M_B} = \frac{4}{9}$	(iii)	Under similar conditions of A & T $\frac{n_A}{n_B} = \frac{2}{3}$	(R)	$\frac{r_A}{r_B} = \frac{2}{1}$
(IV)	$\frac{M_A}{M_B} = \frac{9}{4}$	(iv)	Under similar conditions of P & A $\frac{T_A}{T_B} = \frac{800}{200}$	(S)	$\frac{r_A}{r_B} = \frac{3}{4}$

अनुच्छेद # 3

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों Q.7, Q.8 और Q.9 के उत्तर दीजिये।

दिये गये प्रश्नों में :
M_A तथा M_B = आदर्श गैसों A तथा B के मोलर द्रव्यमान, P = गैस का दाब,
A = पात्र के छिद्र का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल, T_A तथा T_B = A तथा B गैसों का केल्विन में ताप,
n_A तथा n_B = पात्र में A तथा B गैसों के मोलों की संख्या, r_A तथा r_B = A तथा B गैसों के विसरण की दर

कॉलम-1		**कॉलम-2**		**कॉलम-3**	
(I)	$\frac{M_A}{M_B}=\frac{1}{4}$	(i)	P, A, T की समान परिस्थितियों में	(P)	$\frac{r_A}{r_B}=\frac{1}{3}$
(II)	$\frac{M_A}{M_B}=\frac{4}{1}$	(ii)	T तथा P की समान परिस्थितियों में $\frac{A_A}{A_B}=\frac{20}{10}$	(Q)	$\frac{r_A}{r_B}=\frac{4}{3}$
(III)	$\frac{M_A}{M_B}=\frac{4}{9}$	(iii)	A तथा T की समान परिस्थितियों में $\frac{n_A}{n_B}=\frac{2}{3}$	(R)	$\frac{r_A}{r_B}=\frac{2}{1}$
(IV)	$\frac{M_A}{M_B}=\frac{9}{4}$	(iv)	P तथा A की समान परिस्थितियों में $\frac{T_A}{T_B}=\frac{800}{200}$	(S)	$\frac{r_A}{r_B}=\frac{3}{4}$

7. Select correct combination.
सही संयोजन है–
(A) I (iv) R (B*) I (iii) Q (C) II (ii) Q (D) IV (iii) S

8. Select incorrect combination.
गलत संयोजन है–
(A) I (i) R (B) iii (iv) S (C) IV (iv) P (D*) III (iii) P

9. Select correct combination.
सही संयोजन है–
(A*) II (iii) P (B) I (ii) Q (C) III (ii) S (D) iv (iii) P

Sol. (7-9) $r \propto \frac{PA}{\sqrt{MT}}$

Correct combinations are (सही संयोजन है:)
I (i) R, I (iii) Q, II (iii) P, III (iv) S, IV (ii) Q, IV (iv) P

Exercise-3

PART - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE PROBLEMS (PREVIOUS YEARS)

भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षो) के प्रश्न

*** Marked Questions may have more than one correct option.**
*** चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न है -**

1. The average velocity of gas molecules is 400 m/sec calculate its r.m.s. velocity at the same temperature. **[JEE-2003(M), 2/60]**
गैस अणु का औसत वेग 400 m/sec है। समान ताप पर इसका r.m.s. वेग परिकलित कीजिए। **[JEE-2003(M), 2/60]**

Ans. 434 m/s

Sol. $U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$ and $U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$\therefore \quad \frac{U_{av}}{U_{rms}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{M}{3RT}} = 0.9216$

or या $U_{av} = 0.9216 \times U_{rms}$

Given, दिया गया है, $U_{av} = 400$ m/s

or या $U_{rms} = \frac{400}{0.9216} =$ **434.02 m/s**

2. For one mole of gas the average kinetic energy is given as E. The U_{rms} of gas is : **[JEE-2004(S), 3/84]**
गैस के 1 मोल के लिए, औसत गतिज ऊर्जा E से दी जाती हैं। गैस का U_{rms} निम्न हैं : **[JEE-2004(S), 3/84]**

(A*) $\sqrt{\frac{2E}{M}}$ (B) $\sqrt{\frac{3E}{M}}$ (C) $\sqrt{\frac{2E}{3M}}$ (D) $\sqrt{\frac{3E}{2M}}$

Sol. $u_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$E = \frac{3}{2}RT \quad \therefore \quad RT = \frac{2E}{3} \quad \Rightarrow \quad u_{rms} = \sqrt{\frac{2E}{M}}$

3. Ratio of rates of diffusion of He and CH_4 (under identical conditions). **[JEE-2005(S), 3/84]**
He तथा CH_4 के विसरण की दर का अनुपात (एक समान परिस्थितियों के अर्न्तगत) निम्न है। **[JEE-2005(S), 3/84]**

(A) $\frac{1}{2}$ (B) 3 (C) $\frac{1}{3}$ (D*) 2

Sol. $\frac{\text{rate of diffusion}_2}{\text{rate of diffusion}_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \qquad \frac{r_{He}}{r_{CH_4}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2$

हल. $\frac{(\text{विसरण की दर})_2}{(\text{विसरण की दर})_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \qquad \frac{r_{He}}{r_{CH_4}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2$

4. At 400 K, the root mean square (rms) speed of a gas **X** (molecular weight = 40) is equal to the most probable speed of gas **Y** at 60 K. The molecular weight of the gas **Y** is. **[JEE-2009, 4/160]**
400 K पर गैस **X** (अणुभार = 40) के वर्गमाध्यमूल चाल (rms speed) का मान गैस **Y** के 60 K पर स्थित प्रायिकता चाल (most probable speed) के बराबर है। गैस **Y** का अणुभार है। **[JEE-2009, 4/160]**

Ans. $M_Y = 4$.

Sol. $V_{rms} = V_{mp}$

$\sqrt{\frac{3RT}{M_X}} = \sqrt{\frac{2RT}{M_Y}} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{3R \times 400}{40}} = \sqrt{\frac{2R \times 60}{M_Y}}$

$M_Y = 4$.

5. To an evacuated vessel with movable piston under external pressure of 1 atm., 0.1 mol of He and 1.0 mol of an unknown compound (vapour pressure 0.68 atm. at 0ºC) are introduced. Considering the ideal gas behaviour, the total volume (in litre) of the gases at 0°C is close to

एक चल–पिस्टर लगे निर्वातित सिलिण्डर में 1 atm बाह्य दबाव पर 0.1 mol He तथा 1.0 mol एक अज्ञात यौगिक (वाष्प दाब 0ºC पर 0.68 atm) प्रवेशित किया गया। आदर्श गैस स्वभाव को मानते हुए 0°C गैसों का कुल आयतन (लीटर में) लगभग है। **[JEE 2011, 4/180]**

Ans. 7

Sol. $P_{He} = 1 - 0.68 = 0.32$ atm

$V = ?$

$n = 0.1$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.1 \times 0.0821 \times 273}{0.32} = 7$$

6.* According to kinetic theory gases **[JEE-2011, 4/180]**

(A*) collisions are always elastic **[Answer Correction by JMR Sir (16-08-19)]**

(B) heavier molecules transfer more momentum to the wall of the container

(C*) only a small number of molecules have very high velocity

(D*) between collisions, the molecules move in straight lines with constant velocities.

गैस–अणुगति सिद्धान्त के अनुसार **[JEE-2011, 4/180]**

(A*) संघट्टन सर्वदा प्रत्यास्थ होते हैं।

(B) गुरूतर अणु पात्र की दीवार पर अधिक संवेग अंतरित करते हैं।

(C*) मात्र कुछ अणु ही अत्यधिक वेग रखते हैं।

(D*) संघट्टनों के मध्य अणु एक समान गति से सीधी रेखाओं में चलते हैं।

Sol. (A) Fact

(B) $P = MV = M\sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{3MRT}$

(C) Max well distribution

(D) Fact

Sol. (A) तथ्य

(B) $P = MV = M\sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{3MRT}$

(C) मैक्सवैल वितरण नियम

(D) तथ्य

7. The atomic masses of He and Ne are 4 and 20 a.m.u., respectively. The value of the de Broglie wavelength of He gas at –73ºC is "M" times that of the de Broglie wavelength of Ne at 727ºC. M is **[JEE(ADVANCED)-2013, 4/120]**

He और Ne के परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 4 और 20 a.m.u. है। He गैस की –73ºC पर दे ब्रॉग्ली तरंग लम्बाई Ne की 727ºC पर दे ब्रॉग्ली तरंग लम्बाई से "M" गुना है। M का मान है : **[JEE(ADVANCED)-2013, 4/120]**

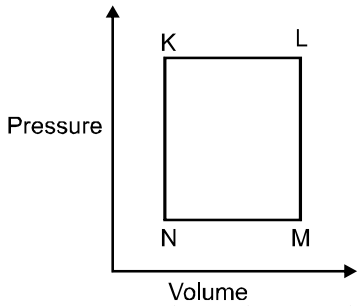
Ans. 5

Sol. $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m(KE)}}$ $\qquad KE \propto T$

$$\frac{\lambda_{He}}{\lambda_{Ne}} = \sqrt{\frac{m_{Ne} KE_{Ne}}{m_{He} KE_{He}}} = \sqrt{\frac{20 \times 1000}{4 \times 200}} = 5.$$

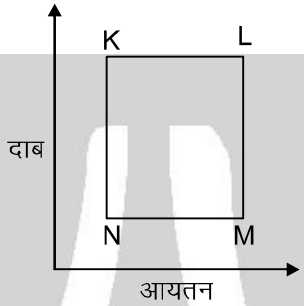
Paragraph for Questions 8 to 9

A fixed mass 'm' of a gas is subjected to transormation of states from K to L to M to N and back to K as shown in the figure



प्रश्न 8 एवं 9 के लिये अनुच्छेद

एक गैस के निश्चित द्रव्यमान 'm' की अवस्था परिवर्तन K से L से M से N तथा वापस K में चित्र द्वारा दिखाई गई है



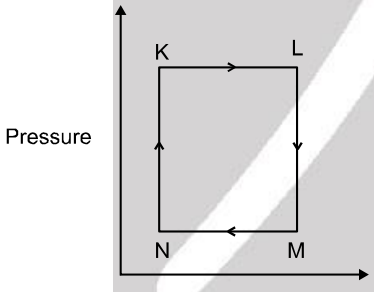
8. The succeeding operations that enable this transformation of states are : **[JEE(Advanced)-2013, 3/120]**

(A) Heating, cooling, heating, cooling
(B) Cooling, heating, cooling, heating
(C*) Heating, cooling, cooling, heating
(D) Cooling, heating, heating, cooling

क्रमिक परिचालन जो इन अवस्था परिवर्तनों में सहायक हैं, वह है **[JEE(Advanced)-2013, 3/120]**

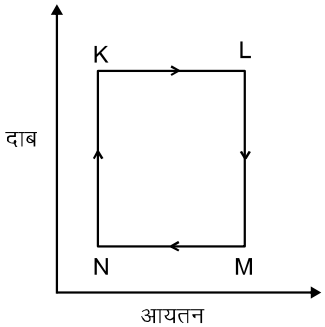
(A) गर्म, ठंडा, गर्म, ठंडा करने पर
(B) ठंडा, गर्म, ठंडा गर्म करने पर
(C*) गर्म, ठंडा, ठंडा, गर्म करने पर
(D) ठंडा, गर्म, गर्म, ठंडा करने पर

Sol.



$K \to L \Rightarrow V\uparrow$ at constant P, Hence $T\uparrow$ (Heating)
$L \to M \Rightarrow P\downarrow$ at constant V, Hence $T\downarrow$ (Cooling)
$M \to N \Rightarrow V\downarrow$ at constant P, Hence $T\downarrow$ (Cooling)
$N \to K \Rightarrow P\uparrow$ at constant V, Hence $T\uparrow$ (Heating)

Sol.



$K \to L \Rightarrow$ नियत P पर $V\uparrow$, अतः $T\uparrow$ (गर्म)

$L \rightarrow M \Rightarrow$ नियत V पर P↓, अतः T↓(ठंडा)
$M \rightarrow N \Rightarrow$ नियत P पर V↓, अतः T↓(ठंडा)
$N \rightarrow K \Rightarrow$ नियत V पर P ↑, अतः T↑ (गर्म)

9. The pair of isochoric processes among the transormation of states is:**[JEE(Advanced)-2013, 3/120]**
(A) K to L and L to M (B*) L to M and N to K (C) L to M and M to N (D) M to N and N to K
अवस्था परिवर्तनों की स्थितियों में समआयतनिक प्रक्रम युग्म है **[JEE(Advanced)-2013, 3/120]**
(A) K से L और L से M (B*) L से M और N से K (C) L से M और M से N (D) M से N और N से K

Sol. $L \rightarrow M$
$M \rightarrow K$
Both are having constant volume therefore these processes are isochoric.
दोनों प्रक्रम नियत आयतन पर हो रहे हैं अतः यह प्रक्रम समआयतनिक प्रक्रम है।

10. If the value of Avogadro number is 6.023×10^{23} mol^{-1} and the value of Boltzmann constant is 1.380×10^{-23} J K^{-1}, then the number of significant digits in the calculated value of the universal gas constant is **[JEE(Advanced)-2014, 4/120]**
यदि आवोगाद्रो संख्या का मान 6.023×10^{23} mol^{-1} है तथा बोल्ट्ज़मान स्थिरांक का मान 1.380×10^{-23} J K^{-1} है, तब परिकलित सार्वत्रिक गैस स्थिरांक (universal gas constant) में सार्थक अंकों (significant digits) की संख्या है :

Ans. 4

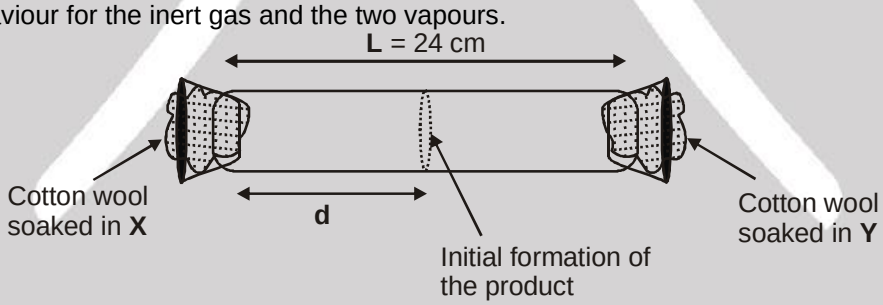
Sol. $K = \frac{R}{N_A} \therefore R = k.N_A$

$= 6.023 \times 10^{23} \times 1.380 \times 10^{-23}$ J.mol^{-1}.k^{-1}

There are 4 significant figures in each term. (यहाँ प्रत्येक पद में 4 सार्थक अंक है।)
Hence, these be 4 significant figure in R. (अतः R में चार सार्थक अंक होगे।)

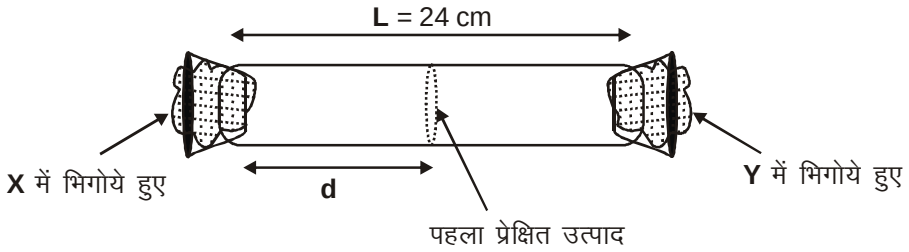
Paragraph for questions 11 and 12

X and **Y** are two volatile liquids with molar weights of 10 g mol^{-1} and 40 g mol^{-1} respectively. Two cotton plugs, one soaked in **X** and the other soaked in **Y**, are simultaneously placed at the ends of a tube of length **L** = 24 cm, as shown in the figure. The tube is filled with an inert gas at 1 atmosphere pressure and a temperature of 300 K. Vapours of **X** and **Y** react to form a product which is first observed at a distance **d** cm from the plug soaked in **X**. Take **X** and **Y** to have equal molecular diameters and assume ideal behaviour for the inert gas and the two vapours.



प्रश्न संख्या 11 और 12 के लिए अनुच्छेद

X और **Y,** क्रमशः 10 ग्राम मोल$^{-1}$ एवं 40 ग्राम मोल$^{-1}$ के वाष्पशील द्रव हैं। दो रूई के प्लग, एक **X** में भिगोये हुए तथा दूसरा **Y** में भिगोये हुए, चित्र में दर्शाये अनुसार 24 cm लम्बी एक ट्यूब के दोनों छोरों पर युग्पथ लगे हैं। ट्यूब में एक अक्रिय गैस 1 वायुमण्डलीय दबाव (atmosphere pressure) तथा 300 K के तापक्रम पर भरी है। X और Y की वाष्प अभिकृत होकर एक उत्पाद बनाती है जो **X** में भीगे प्लग से **d** cm की दूरी पर पहले दिखती है। **X** और **Y** के आण्विक व्यास (molecular diameters) समान लीजिए तथा अक्रिय गैस एवं दोनों वाष्पों का आदर्श आचरण (ideal behaviour) मानिए।



11. The value of **d** in cm (shown in the figure), as estimated from Graham's law, is :
[JEE(Advanced)-2014, 3/120]

ग्राहम के नियम से आँकलित **d** का मान (दिखाये चित्र में) cm में है **[JEE(Advanced)-2014, 3/120]**

(A) 8 (B) 12 (C*) 16 (D) 20

Sol. According to Grham's law, if all conditions are identical,

$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

As in this question, all conditions are identical for X and Y, it will be followed

Hence, $\frac{r_x}{r_y} = \sqrt{\frac{M_y}{M_x}}$

$\frac{d}{24-d} = \sqrt{\frac{40}{10}}$

$\frac{d}{24-d} = 2$

$d = 48 - 2d$

$3d = 48$

$d = 16$ cm.

हलः ग्राहम नियमानुसार, यदि सभी परिस्थितयाँ समान होती हैं,

$r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

प्रश्न में X व Y के लिए सभी परिस्थितियाँ समान होती हैं, यह निम्न का पालन करता है

अतः $\frac{r_x}{r_y} = \sqrt{\frac{M_y}{M_x}}$

$\frac{d}{24-d} = \sqrt{\frac{40}{10}}$

$\frac{d}{24-d} = 2$

$d = 48 - 2d$

$3d = 48$

$d = 16$ cm.

12. The experimental value of **d** is found to be smaller than the estimate obtained using Graham's law. This is due to **[JEE(Advanced)-2014, 3/120]**

(A) larger mean free path for **X** as compared to that of **Y**.

(B) larger mean free path for **Y** as compared to that of **X**.

(C) increased collision frequency of **Y** with the inert gas as compared to that of **X** with the inert gas.

(D*) increased collision frequency of **X** with the inert gas as compared to that of **Y** with the inert gas.

ग्राहम के नियम को लगाने से मिले आँकलन (extimate) की अपेक्षा **d** का प्रायोगिक मान कम पाया गया। इसका कारण है : **[JEE(Advanced)-2014, 3/120]**

(A) **Y** की अपेक्षा **X** का अधिक माध्य मुक्त पथ (mean free path)।

(B) **X** की अपेक्षा **Y** का अधिक माध्य मुक्त पथ (mean free path)।

(C) **X** की अपेक्षा **Y** की अक्रिय गैस के साथ बढ़ी संघट्टन आवृत्ति (collision frequency)।

(D*) **Y** की अपेक्षा **X** की अक्रिय गैस के साथ बढ़ी संघट्टन आवृत्ति (collision frequency)।

Sol. The general formula of mean free path (λ) is

$$\lambda = \frac{RT}{\sqrt{2}\pi d^2 N_A P}$$ (d = diameter of molecule, p = pressure inside the vessel).

$\because$ d & p are same for both gases, ideally their λ are same. Hence it must be the higher drift speed of X due to which it is seeing more collisions per second, with the inert gas in comparison to gas Y. So X see comparably more resistance from noble gas than Y and hence covers lesser distance than that predicted by Graham's Law.

हल. माध्य मुक्त पथ (λ) का सामान्य सूत्र

$$\lambda = \frac{RT}{\sqrt{2}\pi d^2 N_A P}$$ (d = अणु का व्यास, p = पात्र के अन्दर दाब).

$\because$ दोनों गैसों के लिए d व p समान होते हैं, इसलिए λ समान होता है।

अतः X के लिए उच्च अपवाही वेग होना चाहिए जिसके कारण Y की अपेक्षा अक्रिय गैस के साथ प्रति सैकण्ड अधिक टक्कर देखने को मिलती है। इसलिए यहाँ X में Y की तुलना में उत्कृष्ट गैस से अधिक प्रतिरोध दर्शाता है व इसलिए ग्राहम नियम द्वारा बतायी गयी दूरी की तुलना में कम दूरी तक जाता है।

13. A closed vessel with rigid walls contains 1 mol of $^{238}_{92}U$ and 1 mol of air at 298 K. Considering complete decay of $^{238}_{92}U$ to $^{206}_{82}Pb$, the ratio of the final pressure to the initial pressure of the system at 298 K is

एक दृढ़ दीवारों वाले बंध पात्र में 298 K पर 1 मोल $^{238}_{92}U$ तथा 1 मोल वायु अंतर्विष्ट हैं। यदि $^{238}_{92}U$ का $^{206}_{82}Pb$ में पूर्ण क्षय हो, तब 298 K पर निकाय के अन्तिम दाब तथा प्रारंभिक दाब का अनुपात है :

[JEE(Advanced)-2015, 4/168]

Ans. 9

Sol. Initial moles of gases = 1

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}_{-1}e^{\circ}$$

Inital moles 1 moles

Moles after decompostion 8 mole

Total gaseous moles after decompostion = 8 + 1 = 9 moles

Ratio of pressures $\frac{P_f}{P_i} = \frac{n_f}{n_i} = 9$

Sol. गैसों के प्रारम्भिक मोल = 1

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}_{-1}e^{\circ}$$

प्रारम्भिक मोल 1 मोल

विघटन के पश्चात मोल 8 मोल

विघटन के पश्चात कुल गैसीय मोल = 8 + 1 = 9 मोल

दाब का अनुपात $\frac{P_f}{P_i} = \frac{n_f}{n_i} = 9$

14. The diffusion coefficient of an ideal gas is proportional to its mean free path and mean speed. The absolute temperature of an ideal gas is increased 4 times and its pressure is increased 2 times. As a result, the diffusion coefficient of this gas increases x times. The value of x is

[JEE(Advanced)-2016, 3/124]

एक आदर्श गैस का विसरण गुणांक (diffussion coefficient) इसके माध्य मुक्त पथ (mean free path) तथा माध्य चाल (mean speed) के समानुपातिक है। एक आदर्श गैस का परम तापमान 4 गुना बढ़ाया जाता है और इसका दाब 2 गुना बढ़ाया जाता है। परिणामस्वरूप, इस गैस का विसरण गुणांक x गुना बढ़ जाता है। x का मान है।

[JEE(Advanced)-2016, 3/124]

Ans. (4)

Sol. Diffusion coefficient (विसरण–गुणांक)

$D \propto (\lambda \times \nu_{mean})$

$D \propto \left(\frac{T}{P} \times \sqrt{\frac{T}{M}}\right)$

$$D \propto \frac{T\sqrt{T}}{P\sqrt{M}} \; ; \; \frac{D_i}{D_f} = \frac{\frac{T\sqrt{T}}{P}}{\frac{4T\sqrt{4T}}{2P}} = \frac{1}{\frac{4\times 2}{2}} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{D_f}{D_i} = \frac{4}{1}.$$

15. A closed tank has two compartments **A** and **B**, both filled with oxygen (assumed to be ideal gas). The partition separating the two compartments is fixed and is a perfect heat insulator (Figure 1). If the old partition is replaced by a new partition which can slide and conduct heat but does **NOT** allow the gas to leak across (Figure 2), the volume (in m^3) of the compartment **A** after the system attains equilibrium is ____.

[JEE(Advanced)-2018, 3/120]

एक बंद टंकी के **A** और **B** दो कक्ष हैं, दोनों ऑक्सीजन (आदर्श गैस माना गया है) से भरे हैं। दोनों कक्षों को अलग करने वाला विभाजक स्थिर है और वह परिपूर्ण ऊष्मारोधी (perfect heat insulator) है (Figure 1)। यदि पुराने विभाजक को नए विभाजक से प्रतिस्थापित किया जाये, जो फिसल सकता है तथा ऊष्मावाहक है, परन्तु गैस को आर–पार रिसने नहीं देता (Figure 2), तो निकाय के साम्यावस्था में पहुँचने पर कक्ष A का आयतन (m^3 में)..... है।

[JEE(Advanced)-2018, 3/120]

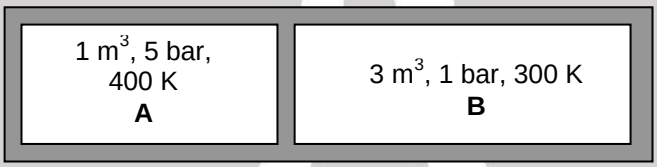


Figure 1

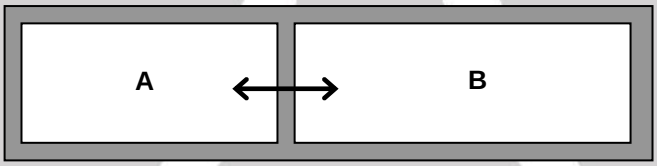
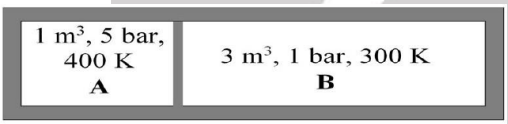


Figure 2

Sol.



Finally (अन्त में), $P_A = P_B$ also (साथ ही) $T_A = T_B$

So $\frac{n_A}{n_B} = \frac{V_A}{V_B}$

$$\frac{\frac{5}{400R}}{\frac{3}{300R}} = \frac{V_A}{V_B}$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{5}{4}$$

$$V_A = \frac{5}{9} \times 4 = \frac{20}{9} = 2.22$$

16. Which of the following statement(s) is(are) correct regarding the root mean square speed (U_{rms}) and average translational kinetic energy (ε_{av}) of a molecule in a gas at equilibrium ? **(GST-KTG(P)-E)**

[JEE(Advanced)-2019, 4/124]

(1) U_{rms} is inversely proportional to the square root of its molecular mass

(2) ε_{av} is doubled when its temperature is increased four times.

(3) U_{rms} is doubled when its temperature is increased four times.

(4) ε_{av} at a given temperature does not depend on its molecular mass.

साम्यावस्था में, एक गैस अणु की वर्ग माल्य मूल गति (root mean square speed, U_{rms}) और औसत स्थानांतरण ऊर्जा (average translational kinetic energy, ε_{av}) के संदर्भ में, निम्न कथनों में से सही कथन कौन सा (से) है (है)?

(1) आण्विक द्रव्यमान के वर्गमूल पर U_{rms} व्यूत्क्रमानुपाती (inversely proportional) है।

(2) जब ताप चौगुना किया जाता है, तब ε_{av} दुगुनी हो जाती है।

(3) जब ताप चौगुना किया जाता है, तब U_{rms} दुगुनी हो जाती है।

(4) किसी दिये गये ताप पर, ε_{av} आण्विक द्रव्यमान पर निर्भर नहीं है।

Ans. (1, 3 & 4)

Sol. $\varepsilon_{av} = \frac{3}{2}RT$ $\quad U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ $\quad$ & $\quad U_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

$\therefore \varepsilon_{av}$ doesn't depend on its molecular mass $\quad \therefore \varepsilon_{av}$ इसके आण्विक द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करती है।

PART - II : JEE (MAIN) ONLINE PROBLEMS (PREVIOUS YEARS)

भाग - II : JEE (MAIN) ONLINE (पिछले वर्षो) के प्रश्न

1. The temperature at which oxygen molecules have the same root mean square speed as helium atoms have at 300 K is : (Atomic masses : He = 4 u, O = 16 u) **[JEE(Main) 2014 Online (09-04-14), 4/120]**

ताप, जिस पर ऑक्सीजन अणुओं की वर्ग माध्यमूल स्पीड का मान वही होता है जो हीलियम परमाणुओं का 300 K पर होता है– (परमाणु द्रव्यमान : He = 4 मात्रक, O = 16 मात्रक) होगाः **[JEE(Main) 2014 Online (09-04-14), 4/120]**

(1) 300 K (2) 600 K (3) 1200 K (4*) 2400 K

2. The initial volume of a gas cylinder is 750.0 mL. If the pressure of gas inside the cylinder changes from 840.0 mm Hg to 360.0 mm Hg, the final volume the gas will be :

एक गैस के सिलिन्डश्र का प्रारम्भिक आयतन 750.0 mL है। यदि सिलिन्डर के बीच की गैस का दाब 840.0 mm Hg में बदल कर 360.0 mm Hg हो जाता है तो गैस का अन्तिम आयतन होगाः

[JEE(Main) 2014 Online (11-04-14), 4/120]

(1*) 1.750 L (2) 3.60 L (3) 4.032 L (4) 7.50 L

3. Sulphur dioxide and oxygen were allowed to diffuse through a porpus partition. 20 dm^3 of SO_2 diffuses through the porous partition is 60 seconds. The volume of O_2 in dm^3 which diffuses under the similar condition in 30 seconds will be (atomic mass of sulphur = 32 u) :

[JEE(Main) 2014 Online (19-04-14), 4/120]

एक संरध्र परदे से सल्फर डाइऑक्साइड और ऑक्सीकृत को विसरित होने दिया गया है। इस संरध्र परदे से 20 dm^3 SO_2 के विसरित होने का समय 60 सैकण्ड होता है। ऐसी ही अवस्था में विसरित होने वाली O_2 का आयतन dm^3 में 30 सैकण्ड के लिये होगा। (सल्फर के परमाणु का द्रव्यमान = 32 u) : **[JEE(Main) 2014 Online (19-04-14), 4/120]**

(1) 7.09 (2*) 14.1 (3) 10.0 (4) 28.2

4. Which of the following is not an assumption of the kinetic theory of gases ?

[JEE(Main) 2015 Online (10-04-15), 4/120]

(1) Gas particles have negligible volume

(2) A gas consists of many identical particels which are in continual motion

(3*) At high pressure, gas particles are difficult to compress

(4) Collisions of gas particles are perfectly elastic

निम्न में से कौनसा गैसों के गतिक सिद्धान्त का एक पुर्वानुमान नहीं है?

[JEE(Main) 2015 Online (10-04-15), 4/120]

(1) गैस कण नगण्य आयतन रखते हैं।

(2) एक गैस अनेक समरूप कण रखती है जो अविरत (continual) गति में होते है।

(3*) उच्च दाब पर, गैस कणों को सम्पीड़ित करना कठिन होता है।

(4) गैस कणों की टक्कर पूर्णतः प्रत्यास्थ होती है।

Sol. No such assumption is made by KTG.

Sol. इस प्रकार का कोई भी पुर्वानुमान KTG द्वारा नहीं दिया जाता है।

5. Initially, the root mean square (rms) velocity of N_2 molecules at certain temperature is u. If this temperature is doubled and all the nitrogen molecules dissociate into nitrogen atoms, then the new *rms* velocity will be : **[JEE(Main) 2016 Online (10-04-16), 4/120]**

प्रारम्भ में, एक निश्चित ताप पर N_2 अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग (rms) u है। यदि इस ताप को दुगुना किया जाता है तथा समस्त नाइट्रोजन अणु नाइट्रोजन परमाणुओं में वियोजित होते है, तो नया *rms* वेग होगा : **[JEE(Main) 2016 Online (10-04-16), 4/120]**

(1*) 2 u (2) 14 u (3) u / 2 (4) 4 u

Sol. rms $(N_2) = \sqrt{\frac{3RT}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{3RT}{28}} = U$ …(1)

After dissociation

rms (N) = $\sqrt{\frac{3R(2T)}{M_N}} = \sqrt{\frac{3R(2T)}{14}} = 2u$

6. At 300 K, the density of a certain gaseous molecule at 2 bar is double to that of dinitrogen (N_2) at 4 bar. The molar mass of gaseous molecule is : **[JEE(Main) 2017 Online (09-04-17), 4/120]**

300 K पर 2 बार एक निश्चित गैसीय अणु का घनत्व 4 बार पर डाईनाइट्रोजन (N_2) से दुगुना होता है। गैसीय अणु का मोलर द्रव्यमान है - **[JEE(Main) 2017 Online (09-04-17), 4/120]**

(1) 56 g mol^{-1} (2*) 112 g mol^{-1} (3) 224 g mol^{-1} (4) 28 g mol^{-1}

Sol. $d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \frac{d_1}{P_1M_1} = \frac{d_2}{P_2M_2} \therefore \frac{2d}{2 \times M_1} = \frac{d}{4 \times 28}$

$\therefore M_1 = 112$

7. Assuming ideal gas behaviour, the ratio of density of ammonia to that of hydrogen chlroide at same temperature and pressure is : (Atomic wt. of Cl 35.5 u) **[JEE(Main) 2018 Online (16-04-18), 4/120]**

गैसों का आदर्श व्यवहार मानते हुऐ समान ताप तथा दाब पर अमोनिया तथा HCl के घनत्व का अनुपात ज्ञात करो। (Cl का परमाणु भार 35.5 u) **[JEE(Main) 2018 Online (16-04-18), 4/120]**

(1) 1.46 (2) 1.64 (3*) 0.46 (4) 0.64

Sol. $d = \frac{P(M.w.)}{RT}$

$\frac{d_{NH_3}}{d_{HCl}} = \frac{(M.w.)_{NH_3}}{(M.w.)_{HCl}} = \frac{17}{36.5} = 0.46$

8. 0.5 moles of gas A and x moles of gas B exert a pressure of 200 Pa in a container of volume 10 m^3 at 1000 K. Given R is the gas constant in JK^{-1} mol^{-1}, x is : **[JEE(Main) 2019 Online (09-01-19), 4/120]**

1000 K पर 10 m^3 आयतन के एक पात्र में 0.5 मोल गैस A तथा x मोल गैस B, 200 Pa का दाब बनाते हैं। यदि R गैस स्थिरांक (JK^{-1} mol^{-1} में) हो तो x है : **[JEE(Main) 2019 Online (09-01-19), 4/120]**

(1*) $\frac{4-R}{2R}$ (2) $\frac{2R}{4+R}$ (3) $\frac{2R}{4-R}$ (4) $\frac{4+R}{2R}$

Sol. PV = nRT

$200 \times 10 = (0.5 + x) R \times 1000$

$0.5 + x = \frac{2}{R}$

$x = \frac{4-R}{2R}$

9. An open vessel at 27°C is heated until two fifth of the air (assumed as an ideal gas) in it has escaped from the vessel. Assuming that the volume of the vessel remains constant, the temperature at which the vessel has been heated is: **[JEE(Main) 2019 Online (12-01-19), 4/120]**

27°C पर स्थित एक खुले पात्र को तब तक गर्म किया जाता है जब तक इसमें उपस्थित वायु (आदर्श गैस मानते हुए) के दो पाँचवें भाग (2/5) पात्र से निकल नहीं जाता। यह मानकर कि पात्र का आयतन स्थिर है, ताप जिस पर पात्र को गर्म किया गया है, वह है : **[JEE(Main) 2019 Online (12-01-19), 4/120]**

(1) 750 K (2) 750°C (3) 500 ºC (4*) 500 K

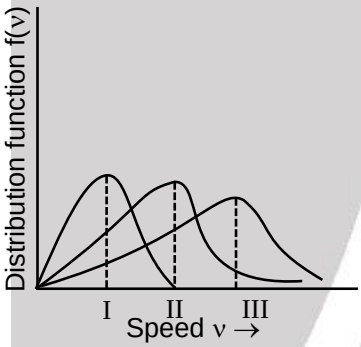
Sol. $n_1T_1 = n_2T_2$

$\Rightarrow \quad n \times 300 = \left(n - \frac{2n}{5}\right) T_2$

$\Rightarrow \quad 300 = \frac{3}{5} T_2$

$\Rightarrow \quad T_2 = 500\ K$

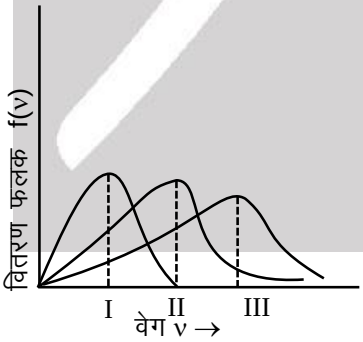
10. Points I, II and III in the following plot respectively correspond to (V_{mp} : most probable velcocity)



[JEE(Main) 2019 Online (10-04-19)S2, 4/120]

(1) V_{mp} of H_2 (300 K) ; V_{mp} of N_2 (300 K) ; V_{mp} of O_2 (400 K)
(2) V_{mp} of O_2 (400 K) ; V_{mp} of N_2 (300 K) ; V_{mp} of H_2 (300 K)
(3) V_{mp} of N_2 (300 K) ; V_{mp} of H_2 (300 K) ; V_{mp} of O_2 (400 K)
(4) V_{mp} of N_2 (300 K) ; V_{mp} of O_2 (400 K) ; V_{mp} of H_2 (300 K)

आलेख में बिन्दु I, II तथा III क्रमशः इनसे सम्बन्धित हैं, (V_{mp} : प्रायिकता वेग)



[JEE(Main) 2019 Online (10-04-19)S2, 4/120]

(1) H_2 का V_{mp} (300 K) ; N_2 का V_{mp} (300 K) ; O_2 का V_{mp} (400 K)
(2) O_2 का V_{mp} (400 K) ; N_2 का V_{mp} (300 K) ; H_2 का V_{mp} (300 K)
(3) N_2 का V_{mp} (300 K) ; H_2 का V_{mp} (300 K) ; O_2 का V_{mp} (400 K)
(4) N_2 का V_{mp} (300 K) ; O_2 का V_{mp} (400 K) ; H_2 का V_{mp} (300 K)

Ans. **(4)**

Sol. $u_{mps} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$

$u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$

For N_2 at 300 K, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{300}{28}}$

For O_2 at 400 K, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{400}{32}}$

For H_2 at 300 K, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{300}{2}} = \sqrt{150}$

Sol. $u_{mps} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$

$u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$

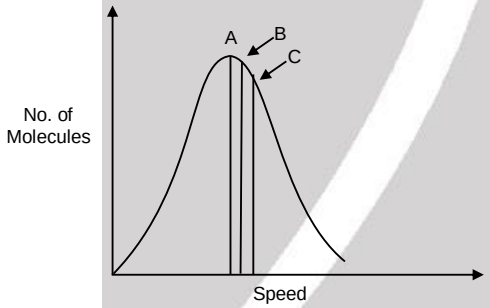
300 K पर N_2 के लिए, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{300}{28}}$

400 K पर O_2 के लिए, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{400}{32}}$

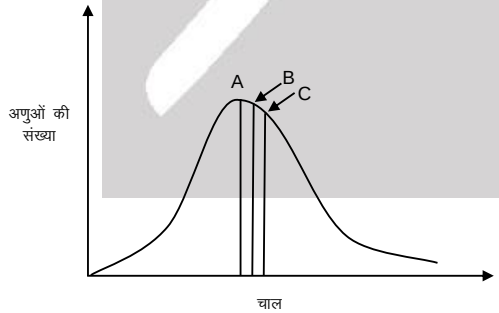
300 K पर H_2 के लिए, $u_{mps} \propto \sqrt{\frac{T}{M}} \propto \sqrt{\frac{300}{2}} = \sqrt{150}$

11. Identify the correct labels of A, B and C in the following graph from the options given below :
Root mean square speed (V_{rms}) ; most probable speed (V_{mp}); Average speed (V_{av})

[JEE(Main) 2020 Online (07-01-20)S2, 4/120]



नीचे दिये गये विकल्पों में से निम्नलिखित आलेख में A, B तथा C के सही लेबल को पहचानिए :



वर्ग माध्य मूल चाल (V_{rms}) ; प्रायिकतम चाल (V_{mp}); औसत चाल (V_{av}) :

[JEE(Main) 2020 Online (07-01-20)S2, 4/120]

(1) $A - V_{mp}; B - V_{rms}; C - V_{av}$

(2) $A - V_{rms}; B - V_{mp}; C - V_{av}$

(3) $A - V_{av}; B - V_{rms}; C - V_{mp}$

(4*) $A - V_{mp}; B - V_{av}; C - V_{rms}$

Sol. $C_{RMS} > C_{Avg} > C_{MPS}$