गैसीय अवस्था

प्राक्कथन

इस अध्याय में पदार्थ की विशिष्ट भौतिक अवस्था **"गैसीय अवस्था"** का अध्ययन किया जाता है। अध्याय के सफलतापूर्वक अध्ययन के पश्चात् आप डॉल्टन का नियम, आवोगाद्रो तथा ग्राहम का नियम, गैसों का अणुगति सिद्धान्त, वाण्डरवाल्स समीकरण तथा क्रांतिक नियतांकों के बारे में जान पायेंगे।

यह पुस्तिका इस अध्याय में उपयोग होने वाली सभी संकल्पनात्मक (theory) तथा प्रायोगिक व्याख्याओं को सम्मिलित रखती है। प्रत्येक टॉपिक की थ्योरी के साथ उदाहरण दिये गये हैं। प्रत्येक टॉपिक के थ्योरी भाग के अन्त में सभी तरह के मिश्रित (miscellaneous) साधित (solved) उदाहरण दिये हुए हैं, जो इस अध्याय की सभी संकल्पनाओं के अनुप्रयोग को स्पष्ट करते हैं।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है, कि प्रत्येक विद्यार्थी इन सभी हल किये उदाहरणों को अवश्य पढ़ें तथा समझें ऐसा करने से इनसे सम्बन्धित टॉपिक को अच्छी तरह समझने में मदद मिलेगी।

अध्याय ***गैसीय अवस्था*** में कुल प्रश्नो की संख्या हैं

(i) अध्याय में उदाहरण	.....	18
(ii) हल सहित उदाहरण	.....	20
अध्याय में कुल प्रश्नो की संख्या	.....	**38**

1. GASEOUS STATE

जब किसी पदार्थ के कणों के मध्य आण्विक आकर्षण बल न्यूनतम होता है तो कण एक अवस्था को प्रदर्शित करते हैं जिसे गैसीय अवस्था कहते हैं या द्रव्य की वह अवस्था जिसमें अणु एक दूसरे से अत्यन्त दूर होते हैं तथा उपलब्ध स्थान में गति करने के लिए स्वतन्त्र होते हैं, गैसें कहलाती हैं।

1.1 गैसों के गुण

(a) इनकी आकृति तथा आयतन निश्चित नहीं होता।

(b) ये उपलब्ध सम्पूर्ण स्थान ग्रहण करती है।

(c) गैसों में असीमित विस्तार तथा उच्च संपीड्यता होती है।

(d) इनका घनत्व बहुत कम होता है क्योंकि अन्तराण्विक बल नगण्य होता है।

(e) गैसें पात्र की दीवार पर अच्छी प्रत्यास्थ टक्करों से दाब डालती है।

(f) ये बहुत तीव्रता से विसरित होकर विद्युत, चुम्बकीय तथा गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र के विरूद्ध समांगी मिश्रण बनाती है।

1.2 गैसों के निर्देशांक

गैसों के अभिलाक्षणिक चार मापन योग्य निर्देशांकों में वार्वत किये जाते हैं तथा ये गैसों के मापन योग्य गुण भी कहलाते हैं जो कि

(a) द्रव्यमान (b) आयतन

(c) दाब तथा (d) ताप

(a) द्रव्यमान (m)- गैस का द्रव्यमान 'm' से निर्देशित किया जाता है जो कि मोलों (n) की संख्या से सम्बन्धित है।

इसलिए,

$$n \text{ (मोलों की संख्या)} = \frac{m(\text{mass in grams})}{M(\text{Molar mass})}$$

अतः, $m = n \times M$

(b) आयतन (V)

(i) गैसें उपलब्ध सम्पूर्ण स्थान को घेरती हैं। गैस द्वारा ग्रहण किया गया आयतन पात्र का आयतन होता है, जिसमें यह भरी जाती है।

(ii) किसी गैस का आयतन 'V' से निर्देशित किया जाता है तथा इसे लीटर की इकाईयों में या घन मीटर (m^3) या cm^3 या dm^3 में मापा जाता है।

(iii) 1 लीटर = 1 dm^3 = 1000 cm^3 = 1000 ml

(c) दाब (P)-

(i) यह प्रति इकाई क्षेत्रफल में कार्यरत बल है। कोई निश्चित गैस पात्र की दीवारों पर सभी दिशाओं में समान बल लगाती है।

(ii) इसे 'P' से निर्देशित तथा पास्कल (P_a) में विशिष्टीकृत किया जाता है।

(iii) दाब की अन्य इकाईयाँ है, वा.म. दाब (atm), cm hg, mmHg, N/m^2, bar, torr.

(iv) 1 atm = 76 cm Hg = 760 mm Hg = 1.013×10^5 N/m^2 = 1.013×10^5 P_a = 1.013 bar = 760 torr.

(v) P (दाब) $= \frac{F(\text{Force})}{A(\text{Area})} = \frac{\text{Mass} \times \text{Accelaration}}{\text{Area}}$

(vi) गैस द्वारा डाला गया दाब गैसीय अणुओं की गतिज ऊर्जा (K.E. = ½ mv^2) के कारण होता है।

(vii) ताप बढ़ने के साथ गैस अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ती है अतः गैस का दाब ताप के समानुपाती होता है। $P \propto T$

(d) ताप (T)-

(i) गैस का ताप 'T' द्वारा निर्देशित किया जाता है तथा इसे केल्विन (K) की इकाई में मापा जाता है।

(ii) ताप की अन्य इकाईयाँ हैं, °C, °F, °R.

(iii) $K = °C + 273.15$

(iv) $\frac{x°C}{5} = \frac{(y°f - 32)}{9}$

2. Gas Laws

वह नियम जो चारो निर्देशांकों (parameters) से सम्बन्धित होते हैं गैस के नियम कहलाते हैं।

2.1 बॉयल का नियम

(a) यह बताता है कि स्थिर ताप पर, गैस के दिये गये द्रव्यमान का आयतन दाब के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

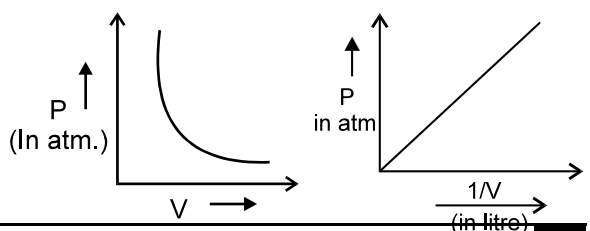
(b) गणितीय रूप से-

$P \propto \frac{1}{V}$ (स्थिर ताप पर)

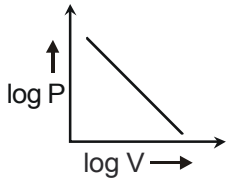
or $PV = K$ or $P_1V_1 = P_2V_2$

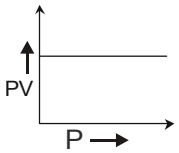
(c) ग्राफीय निरूपण

(i) P vs V (ii) P vs $\frac{1}{V}$



(iii) log P vs, log V (iv) PV vs P





2.2 चार्ल्स का नियम

(a) यह नियम बताता है कि स्थिर दाब पर, गैस के दिये गये द्रव्यमान का आयतन इसके मानक ताप के समानुपाती होता है।

(मानक ताप = ºC + 273.15)

(b) गणितीय रूप से - $V \propto T$ (स्थिर दाब पर)

V = गैस का आयतन

T = मानक ताप

$$V = KT \quad \text{or} \quad \frac{V}{T} = K$$

अतः, यदि गैस के द्रव्यमान का आयतन T_1 ताप पर V_1 से T_2 ताप पर ½ में परिवर्तित होता है तो दाब स्थिर रहता है।

$$\text{तो} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{स्थिर}$$

$$\text{या} \quad \log v - \log T = \text{स्थिर}$$

(c) ताप की प्रत्येक कोटि परिवर्तन के लिये गैस के नमूने का आयतन 0ºC पर $\frac{1}{273.15}$ की भिन्न द्वारा परिवर्तित होता है।

$$\text{इसलिए,} \quad V_t = V_0 \left[\frac{273.15 + t}{273.15}\right]$$

यह समीकरण चार्ल्स-गै-लूसैक समीकरण कहलाती है।

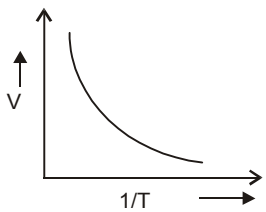
जहाँ V_t = t ºC ताप पर गैस का आयतन

V_0 = 0 ºC ताप पर गैस का आयतन

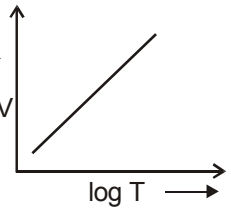
t = ºC में ताप

(d) ग्राफीय निरूपण

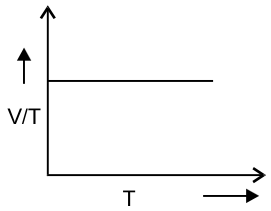
(ii) V vs $\frac{1}{T}$ or T vs $\frac{1}{V}$



(iii) log V vs log T,



(iv) $\frac{V}{T}$ vs T



2.3 गै-लूसैक का नियम

(a) यह नियम बताता है कि स्थिर आयतन पर, गैस के दिये गये द्रव्यमान का आयतन इसके मानक ताप के समानुपाती होता है।

(b) गणितीय रूप से - $P \propto T$ (स्थिर आयतन पर)

जहाँ P = गैस का दाब

T = मानक ताप

$P = KT$

$$\text{या} \quad \frac{P}{T} = K$$

अतः, यदि T_1 ताप पर गैस का दाब P_1 है तथा T_2 पर P_2 में परिवर्तित होता है तो आयतन स्थिर रहता है।

$$\text{तो} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{स्थिरांक}$$

$$\log P - \log T = \text{स्थिरांक}$$

(c) $P_t = P_o \left(1 + \frac{t}{273.15}\right)$

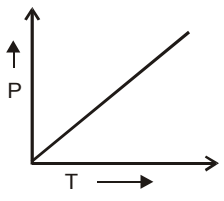
जहाँ P_t = t ºC पर गैस का दाब

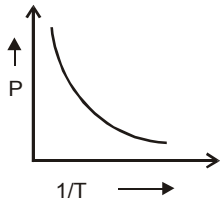
P_o = 0ºC पर गैस का दाब

t = ºC में ताप

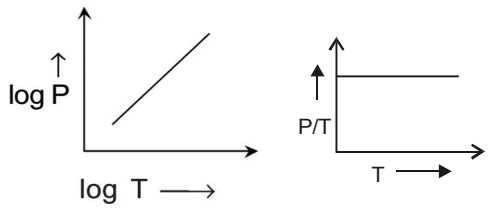
(d) ग्राफीय निरूपण –

(i) P vs T (ii) P vs $\frac{1}{T}$ or T vs $\frac{1}{P}$





(iii) log P vs log T (iv) P/T vs T



Examples based on Gas Laws

उदा.1 एक गैस 740mm मर्करी दाब पर 2.4 लीटर आयतन ग्रहण करती है। ताप स्थिर रखते हुए, मानक दाब पर इसके आयतन की गणना करो -

(A) 2.4 लीटर (B) 2.34 लीटर

(C) 2.5 लीटर (D) इनमें से कोई नहीं

(उत्तर. B)

हल. प्रारम्भिक आयतन (V_1) = 2.4L, प्रारम्भिक दाब (P_1) = 740 mm. अन्तिम आयतन (V_2) = ?

अन्तिम दाब (P_2) = 760 mm.

$P_1V_1 = P_2V_2$; $\therefore V_2 = \frac{740 \times 2.4}{760} = 2.34$ लीटर

उदा.2 एक गैस 17ºC ताप पर 580 मिली. आयतन ग्रहण करती है। इसे स्थिर दाब पर 100 ºC तक गर्म किया जाता है। गैस के आयतन की गणना करो -

(A) 746 मिली. (B) 760 मिली.

(C) 773 मिली. (D) 780 मिली.

(उत्तर. A)

हल. प्रारम्भिक आयतन (V_1) = 580 ml, T_1 = 17 + 273 = 290 K

अन्तिम आयतन (V_2) = ? T_2 = 100 + 273 = 373 K

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; $\therefore V_2 = T_2 \times \frac{V_1}{T_1} = 373 \times \frac{580}{290} = 746$ ml.

उदा.3 एक गैस एक वायुमण्डलीय दाब तथा 32ºC ताप पर 3 लीटर घेरती है। यदि ताप 18 ºC कर दिया जाये तो दाब को स्थिर रखते हुए यह कितना आयतन घेरेगी-

(A) 2.91 लीटर (B) 2.86 लीटर

(C) 2.30 लीटर (D) इनमें से कोई नहीं।

(उत्तर B)

हल. चार्ल्स के नियम के अनुसार $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ या

$V_2 = \frac{V_1T_1}{T_2}$

$\frac{3L}{(273+32)K} = \frac{V_2}{(273+18)K}$ या $V_2 = \frac{3 \times 291}{305}$

= 2.86 लीटर

2.4 आदर्श गैस समीकरण

(a) वह समीकरणें जो गैस के चार निर्देशांकों से सम्बन्धित होती है आदर्श गैस समीकरण या परफेक्ट गैस समीकरण कहलाती हैं।

(b) यह बॉयल तथा चार्ल्स के नियम का संयोजन है।

(c) $PV = nRT$

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

समीकरण आदर्श गैस समीकरण कहलाती है।

जहाँ n = गैस के मोलों की संख्या

m = गैस का द्रव्यमान

M = गैस का आण्विक भार

R = मोलर गैस स्थिरांक

(d) गैस के एक मोल के लिए = 1

$PV = RT$

इसलिए $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = R$ या $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

जहाँ P_1, V_1, T_1 क्रमशः प्रारम्भिक दाब, आयतन तथा ताप है तथा P_2, V_2 T_2 अन्तिम।

उपरोक्त समीकरण आदर्श गैस नियम कहलाती है।

(e) R की इकाई प्रतिकिग्रा प्रतिमोल कार्य या ऊर्जा की इकाई है-

$R = \frac{PV}{nT} = \frac{\text{Pressure} \times \text{volume}}{\text{mole} \times \text{Temperature}}$

$R = \frac{\frac{\text{force}}{\text{Area}} \times \text{volume}}{\text{mole} \times \text{Temperaute}} = \frac{\text{force} \times \text{length}}{\text{mole} \times \text{temperature}}$

$R = \frac{\text{work(energy)}}{\text{mole} \times \text{temperature}}$

(f) विभिन्न इकाईयों में R के आंकिक मान-

(i) R = 0.0821 litre atm. deg.$^{-1}$ mole^{-1}

(ii) R =62.4 litres mm. deg.$^{-1}$ mole^{-1}

(iii) $R = 8.314 \times 10^7$ ergs deg.$^{-1}$ mole^{-1}

(iv) $R = 82.05$ C.C.atm. deg.$^{-1}$ mole^{-}

(v) $R = 2$ cals. deg.$^{-1}$ mole^{-}

(vi) $R = 8.314$ J K^{-1} mole^{-1}

Examples based on The Ideal gas equation

उदा.4 25ºC तथा 2atm दाब पर 5 मोल H_2 कितना लीटर आयतन घेरेगी-

(A) 61.20 लीटर (B) 61.09 लीटर

(C) 30.50 लीटर (D) 30.60 लीटर

(उत्तर B)

हल. $PV = nRT$

$$= \frac{(5)(0.082)(298)}{2}$$

= 61. 09 लीटर

उदा.5 127ºC पर पाँच लीटर पात्र में संग्रहीत किये गये 1 ग्राम हाइड्रोजन तथा 1.4 ग्राम नाइट्रोजन के मिश्रण का दाब क्या है-

(A) 5.50 atm. (B) 3.61 atm.

(C) 4.40 atm. (D) 4.50 atm.

(उत्तर B)

हल. H_2 के मोल $= \frac{1}{2} = 0.5$

N_2 के मोल $= \frac{1.4}{28} = 0.05$

$\therefore$ गैस के कुल मोलों की संख्या (n) = 0.55

$$PV = nRT$$

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

$$= \frac{0.55 \times 0.0821 \times 400}{5}$$

= 3.61 atm.

3. Dalton's Law of Partial Pressure

(a) इस नियम के अनुसार, जब दो या दो से अधिक रासायनिक रूप से अक्रिय गैसों को एक बन्द पात्र में रखा जाता है तो गैसीय मिश्रण द्वारा डाला गया कुल दाब दोनों गैसों के व्यक्तिगत रूप से डाले गये आंशिक दाबों के योग के बराबर होता है। जैसे-

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + ... + P_n$$

(b) माना n_1 तथा n_2 दो अक्रिय गैसों A तथा B के मोलों की संख्या है जो कि T ताप पर 'V' आयतन के पात्र में भरी जाती है। अतः पात्र का कुल दाब 'P' की गणना निम्न प्रकार की जा सकती है -

$$PV = (n_1 + n_2) RT ..... (i)$$

व्यक्तिगत गैस के आंशिक दाब की गणना निम्न प्रकार की जाती है-

$$P_AV = n_1 RT .... (ii)$$

$$P_BV = n_2 RT .... (iii)$$

समी. (ii) तथा (iii) को जोड़ने पर प्राप्त होता है-

$$(P_A + P_B) V = (n_1 + n_2) RT .... (iv)$$

समी. (i) तथा (iv) की तुलना करने पर

$$P = P_A + P_B$$

समी. (ii) को (i) से भाग देने पर प्राप्त होता है

$$\frac{P_A}{P} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = x_A$$

$$P_A = x_A \times P$$

जहाँ x_A = A की मोल भिन्न

इसी प्रकार (iii) को (i) से भाग देने पर प्राप्त होता है,

$$P_B = x_B \times P$$

अत :

घटक (component) का आंशिक

दाब = मोल भिन्न × कुल दाब

3.1 डाल्टन के आंशिक दाब के नियम के अनुप्रयोग

(a) गैस के मिश्रण में किसी गैस की मोल भिन्न

$$= \frac{\text{partial pressure of gas}}{\text{Total pressure of the mixture of gas}}$$

(b) मिश्रण में गैस का % $= \frac{\text{partial pressure of gas}}{\text{Total pressure}} \times 100$

(c) शुष्क गैस जो कि जल के ऊपर संग्रहीत की जाती है का दाब-

$P_{Total} = P_{moist\ air} = P_{dry\ gas} + P_{water\ vapour}$

(**नोट:** $P_{\text{जल वाष्प}}$ जलीय तनाव कहलाता है)

अतः $P_{dry\ gas}$ = कुल मापा गया दाब - जलीय तनाव

(**नोट:** जलीय तनाव परम ताप के समानुपाती होता है)

3.2 डाल्टन के आंशिक दाब के नियम की सीमाएँ

(a) यह केवल अक्रिय गैसें जैसे N_2 तथा O_2, N_2 तथा Cl_2 इत्यादि पर ही लागू होता है।

(b) यह रासायनिक रूप से सक्रिय गैसें जैसे H_2 तथा Cl_2, CO तथा Cl_2 इत्यादि पर लागू नहीं होता।

Examples based on Dalton's law of partial pressure

उदा.6 0.333 ग्राम एल्कोहॉल विक्टर मेयर उपकरण में रखी जाती है, 15ºC पर जल पर 171c.c. वायु मापी जाती है। बेरोमेट्रिक दाब 773 टौर था। एल्कोहॉल के आण्विक भार की गणना करो। 15ºC पर जलीय तनाव (Aqueous tension) = 13 टौर है -

(A) 33.34 g/ mol. (B) 28.80 g/ mol.
(C) 46.0 g/ mol (D) 13.0 g/mol.
(उत्तर C)

हल. $P_{dry\ gas} = 773 - 13 = 760$ torr

$= \frac{760}{760} = 1$ atm

$\because PV = nRT$

$1 \times \frac{171}{1000} = \frac{0.333}{M.wt.} \times 0.0821 \times 288$

$M = 46$ g. per mol.

उदा.7 वायुमण्डलीय वायु में 20% O_2 तथा 80% N_2 का आयतन है तथा 760 mm. दाब डालती है। प्रत्येक गैस के आंशिक दाब की गणना करो-
(A) 152 mm, 608 mm
(B) 608 mm, 152 mm
(C) 760 mm both
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं **(उत्तर A)**

हल. आंशिक दाब = मोल भिन्न × कुल दाब
= आयतन भिन्न × कुल दाब

$\therefore \quad P_{O_2} = 0.2 \times 760 = 152$ mm

$\therefore \quad P_{N_2} = 0.8 \times 760 = 608$ mm

उदा.8 25ºC पर एक खाली पात्र में एथेन तथा हाइड्रोजन के समान भार मिलायें जाते हैं। हाइड्रोजन द्वारा डाले गये कुल दाब की भिन्न ज्ञात करो-
(A) 16/30 (B) 15/16
(C) 30/16 (D) 16/15 **(उत्तर B)**

हल. माना एथेन तथा H_2 का भार = w ग्राम

$\therefore$ C_2H_6 के मोलों की संख्या = $\frac{w}{30}$

H_2 के मोलों की संख्या = $\frac{w}{2}$

कुल मोलों की संख्या = $\frac{w}{30} + \frac{w}{2} = \frac{16w}{30}$

H_2 की मोल भिन्न = $\frac{w}{2} \times \frac{30}{16w} = \frac{15}{16}$

उदा.9 2.8 ग्राम N_2, 2.8 ग्राम CO, 4.4 ग्राम CO_2 का डाला गया दाब 700 टौर पाया गया मिश्रण में N_2 गैस का आंशिक दाब ज्ञात करो-
(A) 280.8 टौर
(B) 233.3 टौर
(C) 300 टौर
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं **(उत्तर B)**

हल. pN_2 = इसकी मोल भिन्न × $P_{कुल}$

$= \frac{2.8/28}{\frac{2.8}{28} + \frac{2.8}{44} + \frac{4.4}{44}} \times 700$

$= \frac{0.1}{0.3} \times 700 \quad = 233.3$ टौर

4. Avagadro's Law

(a) इस नियम के अनुसार ताप तथा दाब की समान परिस्थितियों में आयतन बराबर होता है जैसे
$V \propto n$ (स्थिर ताप तथा दाब पर)
जहाँ V = आयतन
n = अणुओं की संख्या

(b) मोलर आयतन या ग्राम आण्विक आयतन - NTP पर प्रत्येक गैस के 22.4 लीटर या 22400 ml इसके एक ग्राम मोल के बराबर होते हैं तथा यह मोलर आयतन या ग्राम आण्विक आयतन कहलाता है।

(c) मोल अभिधारणा- मोल को पदार्थ की कुल मात्रा को मोल से सम्बन्धित किया जा सकता है। अतः एक मोल का संख्यात्मक मान आवोगाद्रो संख्या (6.023×10^{23}) के तुल्य होगा।

(d) लॉशमिट संख्या- यह S.T.P. पर किसी गैस के आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या है। इसका मान 2.617×10^{19} प्रति c.c है।

5.Graham's Law of Diffusion or Effusion

विसरण: गैस की स्वतः मिश्रित होने वाली तथा समांगी मिश्रण बनाने की क्षमता विसरण कहलाता है।

निःसरण: यह वह प्रक्रम है जिसमें गैस को दाब की उपसिथति में बन्द पात्र से एक सूक्ष्म छिद्र द्वारा बाहर निकलने दिया जाता है।

नियम

(a) यह नियम थॉमस ग्राहम ने दिया।

(b) इस नियम के अनुसार, स्थिर ताप तथा दाब पर, गैस के निःसरण या विसरण (effusion) की दर इसके घनत्व के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होती है तथा इसके दाब के समानुपाती होती है।

विसरण की दर $(r) \propto \frac{P}{\sqrt{d}}$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{p_1}{P_2}\sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

इसका दाब स्थिर है

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

जहाँ r_1 तथा r_2 दो गैसों की विसरण दर तथा d_1 व d_2 घनत्व है।

$\because$ 2 × वाष्प घनत्व = आण्विक द्रव्यमान

$$\therefore \quad \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

जहाँ M_1 तथा M_2 दो गैसों के आण्विक द्रव्यमान हैं।

(c) विसरण की दर = $\frac{\text{Volume of gas diffused}}{\text{Time taken for diffusion}}$

5.1 ग्राहम के विसरण के नियम के अनुप्रयोग

(a) खानों (mines) में मार्श गैस की पहचान के लिए

(b) समस्थानिकों (Isotopes) का पृथक्करण

(c) गैसों के आण्विक भार तथा घनत्व का निर्धारण

Examples based on Graham's Law of diffusion

उदा.10 गैसीय अवस्था में $^{235}UF_6$ तथा $^{238}UF_6$ के विसरण की आपेक्षिक दरों की गणना करो।
(परमाण्विय द्रव्यमान F = 19)
(A) 1.0043 : 1.0000 (B) 1.0000 : 1.0043
(C) 1.349 : 1.352 (D) 1.352 : 1.349
(उत्तर A)

हल. $^{235}UF_6$ का आण्विक द्रव्यमान =
$235 + 6 \times 19 = 349$
$^{238}UF_6$ का आण्विक द्रव्यमान =
$238 + 6 \times 19 = 352$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{352}{349}} = 1.0043$$

$r_1 : r_2 :: 1.0043 : 1.0000$

उदा.11 CH_4 तथा O_2 के घनत्व 1 : 2 अनुपात में है। ऑक्सीजन तथा मेथेन के विसरण की दरों के अनुपात की गणना करो-
(A) 1.414 : 1 (B) 1: 1.414
(C) 1.614 : 1 (D) 1.614: 1
(उत्तर B)

हल. $$\frac{r_{O_2}}{r_{CH_4}} = \sqrt{\left(\frac{d_{CH_4}}{d_{O_2}}\right)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{8}{16}\right)} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

= 1 : 1.414

उदा.12 एक गैस के आण्विक भार की गणना करो जो समान परिस्थितियों में हाइड्रोजन की 1/6 गति से छिद्र द्वारा विसरित होती है-
(A) 36 (B) 76
(C) 72 (D) 63 **(उत्तर C)**

हल. $$\sqrt{\left(\frac{M_{gas}}{M_{H_2}}\right)} = \frac{\text{Rate of diffusion of } H_2}{\text{Rate of diffusion of gas}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{M_{gas}}{2}\right)} = \left(\frac{1}{1/6}\right)$$

या $M_{gas} = 2 \times 36 = 72$

उदा.13 गैस A का वाष्प घनत्व गैस B की अपेक्षा तिगुना है। यदि B का आण्विक भार m है तो A के आण्विक भार की गणना करो -
(1) M (2) 3 M
(3) M/3
(4) उपर्युक्त में से कोई नहीं **(उत्तर B)**

हल. $\frac{VD_A}{VD_B} = \frac{M_A}{M_B} \quad \therefore \quad \frac{3}{1} = \frac{M_A}{M_B}$, अतः A का आण्विक भार $(M_A) = 3$ M.

6. Kinetic Theory of Gases ::

(a) यह सामान्यतः आदर्श गैसों के लिये है।

(b) यह सिद्धान्त बरनॉली ने दिया तथा बाद में क्लोसियस, मैक्सवेल क्रोरिंग व बोल्ट्जमान ने विकसित किया।

6.1 गैसों के अणुगति सिद्धान्त की धारणाएँ

(a) सभी गैसे सभी दिशाओं में अनियमित (randomly) गति करने वाले अणुओं की बनी होती है।

(b) व्यक्तिगत अणु का आयतन गैस के कुल आयतन की तुलना में नगण्य होता है।

(c) गैस द्वारा डाला गया दाब गैस अणुओं की पात्र की दीवारों से टक्कर के कारण होता है, अतः

दाब ∝ अणुओं द्वारा पात्र की दीवारों पर प्रति इकाई क्षेत्रफल प्रति इकाई समय टक्करों की संख्या

(d) दो अणुओं या अणु तथा दीवार के बीच सभी टक्करें पूर्णतया प्रत्यास्थ होती है।

(e) सभी अणु न्यूटन के गति के नियम का पालन करते हैं।

(f) गैस के अणु न तो एक दूसरे को आकर्षित करते हैं और न ही प्रतिकर्षित।

(g) गैस अणुओं की गतिज ऊर्जा परम ताप पर निर्भर करती है।

अतः

गतिज ऊर्जा ∝ परम ताप

(h) गुरूत्वाकर्षण का बल गैस अणुओं की गति पर कोई प्रभाव नहीं डालता है।

6.2 गतिज ऊर्जा की गणना

अणुगति गैस समीकरण की धारणा के अनुसार-

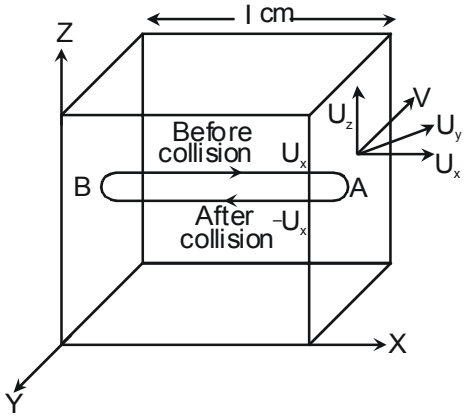
$$PV = \frac{1}{3} mnv^2$$

जहाँ P = गैस का दाब

V = गैस का आयतन

n = गैस की दी गई मात्रा में उपस्थित अणुओं की संख्या

v = वर्ग माध्य मूल गति



गैस के एक मोल के लिए-

PV = RT and n = N

$$\frac{1}{3} mNv^2 = RT$$

$$\text{or} \quad \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} mNv^2 = RT$$

$$(\because \frac{1}{2} mNv^2 = \text{K.E. per mole})$$

$$\therefore \quad \frac{2}{3} \text{K.E.} = RT$$

$$\text{K.E.} = \frac{3RT}{2} \Rightarrow \text{K.E. per mole (Avg. K.E. per mole)}$$

$\because$ बोल्ट्जमान स्थिरांक $K = R/N$

$= 1.38 \times 10^{-16}$ ergs K^{-1} molecules^{-1}

$$\text{K.E.} = \frac{3KT}{2} \Rightarrow \text{औसत गतिज ऊर्जा प्रति अणु}$$

6.3 गैसीय अवस्था से सम्बन्धित वेग

(a) वर्ग माध्य मूल वेग (Rms वेग)-

यह अणुओं के सभी वेगों के वर्ग के माध्य का वर्गमूल होता है।

$$u = \sqrt{\frac{3PV}{M}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{d}}$$

(b) औसत वेग-

यह अणुओं की विभिन्न गतियों का अंकगणितीय माध्य होता है।

$$\text{औसत वेग } (\bar{v}) = \sqrt{\frac{8RT}{\pi m}}$$

औसत वेग = .9213 × RMS वेग

RMS वेग = 1.085 × औसत वेग

(c) अधिकतम सम्भावित वेग-

दिये गये ताप पर गैस के अधिकतम अणुओं की संख्या द्वारा ग्रहण किया वेग

$$\text{अधिकतम सम्भावित वेग } (\alpha) = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

MPS = .816 × RMS ; RMS = 1.224 MPS

MPS : A.V. वेग : RMS = 1 : 1 . 128 : 1.224

Examples based on KTG., K.E. & Different velocities of gaseous molecules

उदा.14 27°C पर एक पात्रा में गैस के 3 मोल उपस्थित है। गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा में गैस स्थिरांक (R) के मान की गणना करो-

(1) 7.4×10^{-4} गतिज ऊर्जा प्रति डिग्री केल्विन

(2) 9.4×10^{-5} गतिज ऊर्जा प्रति डिग्री केल्विन

(3) 4.5×10^{-6} गतिज ऊर्जा प्रति डिग्री केल्विन

(4) इनमें से कोई नहीं

(उत्तर.1)

हल. 1 एक मोल के K.E. = 3/2 RT

3 मोल के लिए K.E. = 9/2 RT. या $R = \frac{9}{9T}$ KE

$= \frac{2}{9(300)}$ KE $= 7.4 \times 10^{-4}$ गतिज ऊर्जा प्रति डिग्री केल्विन

उदा.15 27°C पर मेथेन के 8.0 ग्राम में अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा (जूल में) की गणना करो-

(1) 8169.75 जूल (2) 1869.75 जूल
(3) 6189.57 जूल (4) 9186.57 जूल

(उत्तर.2)

हल. $K = \frac{3}{2}$ n RT $= \frac{3}{2} \times \frac{8}{16} \times 8.314 \times 300 =$ 1869.75 जूल

उदा.16 एक गैसीय मिश्रण में 4 अणुओं का वेग 6 cm sec^{-1}, 5 अणुओं का वेग 2 cm sec^{-1} तथा 10 अणुओं का वेग 3 cm sec^{-1} है। गैस का RMS वेग क्या है-

(1) 2.5 cm sec^{-1}
(2) 1.9 cm sec^{-1}
(3) 3.6 cm sec^{-1}
(4) 4.6 cm sec^{-1}

(उत्तर.3)

हल. RMS वेग $u = \sqrt{\left(\frac{n_1v_1^2 + n_2v_2^2 + n_3v_3^2 + ...}{n}\right)}$

$= \sqrt{\left(\frac{4 \times (6)^2 + 5 \times (2)^2 + 10(3)^2}{19}\right)}$

$= \sqrt{\left(\frac{4 \times 36 + 5 \times 4 + 10 \times 9}{19}\right)} = \sqrt{\left(\frac{254}{19}\right)}$

$= 3.6$ cm sec^{-1}

उदा.17 औसत वेग 45475 cm/sec वाली गैस के RMS वेग की गणना करो -

(1) 45.475 cm/sec. (2) 92.131 cm/sec.
(3) 49.330 cm/sec (4) 20.259 cm/sec.

(उत्तर.3)

हल. औसत वेग (v) = 0.9213 × RMS वेग (u)

RMS वेग (u) $= \frac{C}{0.9213} = \frac{45475}{0.9213} = 49.330$ cm/sec.

उदा.18 वेग 11.2, 9.0, 8.3, 6.5, 3.7 तथा 1.8 m sec^{-1} युक्त छः कणों के समूह के लिए RMS वेग तथा औसत वेग की गणना करो-

(1) 6.75 ms^{-1},7.47 ms^{-1}
(2) 7.47 ms^{-1},6.75 ms^{-1}
(3) 7.65 ms^{-1},8.47 ms^{-1}
(4) None of these

(उत्तर.1)

हल. औसत वेग (v) $= \frac{11.2 + 9.0 + 8.3 + 6.5 + 3.7 + 1.8}{6}$

$= \frac{40.5}{6} = 6.75$ ms^{-1}

RMS वेग $= \frac{6.75}{0.9213} = 7.47$ ms^{-1}

7. Difference between real gas & ideal gas

क्र.सं.	आदर्श गैस	वास्तविक गैस
1.	P तथा T की सभी परिस्थितियों में गैस नियम का पालन करती है।	निम्न P तथा उच्च T पर ही पालन करती है।
2.	आदर्श गैस समीकरण का पालन करती है।	आदर्श गैस समीकरण का पालन नहीं करती।
3.	गैसीय अणुओं के बीच अन्तराण्विक अन्तःक्रिया नगण्य होती है।	गैसीय अणुओं के बीच अन्तराण्विक अन्तःक्रिया नगण्य नहीं होती।
4.	किसी कण का आयतन गैस के कुल आयतन की तुलना में नगण्य होता है।	किसी कण का आयतन गैस के कुल आयतन की तुलना में नगण्य नहीं होता।
5.	केवल उच्च ताप तथा निम्न दाब पर तथा ही अस्तित्व।	केवल निम्न ताप उच्च दाब पर ही अस्तित्व।

7.1 विचलन की व्याख्या

गैसों का अणुगति सिद्धान्त सभी अवस्थाओं पर ठीक नहीं होता अधिकांशतः ये दो अवधारणाएँ -

(a) गैसीय अणुओं के मध्य आकर्षण बल नगण्य होता है।

(b) गैसीय अणुओं द्वारा घेरा गया आयतन उच्च दाब पर गैस के कुल आयतन की तुलना में नगण्य होता है। दोनों अवधारणाएँ ठीक नहीं होती अतः आदर्श गैस से विचलित होती है।

8. SPECIFIC HEAT OF GASES ::

(a) विशिष्ट ऊष्मा- यह पदार्थ का 1ºC ताप बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा है। इसे सामान्यतः "केलोरी" में व्यक्त किया जाता है।

(b) कैलोरी- एक ग्राम जल का 1ºC ताप बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को कैलोरी कहते हैं (अधिक ठीक 15.5ºC से 16.5º) प्रवाहित ऊष्मा अणु की आन्तरिक ऊर्जा बढ़ाने में उपयोग की जाती है जैसे ताप बढ़ाने में या अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा बढ़ाने में।

(c) स्थिर आयतन पर गैस की विशिष्ट ऊष्मा (C_v)- एक ग्राम गैस का ताप 1ºC बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा जबकि आयतन स्थिर रखा जाता है तथा दाब बढ़ाया जाता है।

(d) स्थिर दाब पर गैस की विशिष्ट ऊष्मा (C_p)- एक ग्राम गैस का ताप 1ºC बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा जबकि दाब स्थिर रखा जाता है तथा आयतन बढ़ने दिया जाता है।

$C_V = c_V \times M$ तथा $C_P = c_P \times M$

जहाँ C_V तथा C_P स्थिर आयतन तथा स्थिर दाब पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा की प्रति मोल ऊष्मा धारिता है।

(e) मोलर ऊष्मा के लिए अनुपात-

(i) एक परमाणिक गैसों के लिए $\frac{C_P}{C_V} = \gamma = \frac{5.0}{3.0}$

$= 1.66$

$\because$ स्थिर आयतन पर मोलर ऊष्मा धारिता (C_V)

$$= \text{K.E.} = \frac{3RT}{2}$$

at 1 ºC $\Rightarrow$ K.E = 3/2 R

$$\text{K.E.} = \frac{3}{2} \times 2 = 3.$$

इसलिए $\Rightarrow C_V = 3$ कैलोरी

तथा C_P = K.E.में वृद्धि $\left(\frac{3}{2}R\right)$ + किया गया कार्य $P \Delta V$

$$= \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R \text{ (Since R = 2)}$$

$$C_P = \frac{5}{2} \times 2 = 5 \text{ कैलोरी}$$

(ii) द्विपरमाण्विक गैसों के लिए $\frac{C_P}{C_V} = \frac{5+x}{3+x}$

द्विपरमाण्विक गैसों की स्थिति में x अधिकांश स्थितियों में 2 होता है।

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{7}{5} = 1.40$$

(iii) त्रिआण्विक गैसों के लिए $\frac{C_P}{C_V} = \frac{5+3}{3+3} = \frac{8}{6}$

$= 1.33$

9. VANDER WAAL'S EQUATION- A MODIFICATION IN GAS EQUATION ::

वान्डर वाल के अनुसार मैक्सवैल ने उसके गैसों के अणुगति सिद्धान्त में दो गलत अवधारणाएँ बनायी जिससे कि गलत परिणाम निकलते हैं -

(a) गैसीय अणुओं के मध्य सभी परिस्थितियों में आकर्षण बल नगण्य होता है।

(b) गैसीय अणुओं द्वारा घेरा गया आयतन गैस के कुल आयतन की तुलना में नगण्य होता है।

(c) आयतन संशोधन (Volume Correction)- प्रेक्षित आयतन आदर्श आयतन से अधिक होता है सुधार अंक (term) 'nb' प्रेक्षित आयतन से घटाने पर आदर्श आयतन प्राप्त होता है।

$$V_{ideal} = V - nb$$

जहाँ 'n' वास्तविक गैस के मोलों की संख्या तथा 'b' स्थिरांक है जो कि वास्तविक गैस की प्रकृति पर निर्भर करता है।

9.1 वान्डर वाल गैस समीकरण की सीमाएँ

(a) यह मात्रात्मक विचलन की व्याख्या नहीं कर सकता।

(b) 'a' तथा 'b' का मान भी P तथा T से भिन्न पाया गया।

(c) वान्डर वाल समीकरण द्वारा निकाला गया V_c का आंशिक मान 3b के बराबर नहीं था।

(d) वान्डर वाल समीकरण द्वारा निकाला गया RT_c/P_cV_c का आंकिक मान 8/3 नहीं था।

10. CRITICAL CONSTANTS

(a) क्रान्तिक ताप (T_C)- वह ताप जिससे ऊपर गैस को द्रवित् नहीं किया जा सके यद्यपि दाब लगाया जाता है क्रान्तिक ताप कहलाता है।

$$T_C = \frac{8a}{27bR}$$

(b) क्रान्तिक दाब (P_C) - किसी गैस को द्रवित करने के लिए इसके क्रान्तिक ताप पर आवश्यक न्यूनतम दाब क्रान्तिक दाब कहलाता है।

$$P_C = \frac{a}{27b^2}$$

(c) क्रान्तिक आयतन (V_C)- क्रान्तिक ताप तथा क्रान्तिक दाब पर एक मोल गैस द्वारा घेरा गया आयतन क्रान्तिक आयतन कहलाता है।

$V_C = 3\ b$

11. LIQUIFICATION OF GASES

(a) दाब बढ़ाने पर गैस आसानी से द्रवित हो जाती है क्योंकि गैसीय अणुओं के मध्य अन्तराण्विक आकर्षण बढ़ता है।

(b) ताप घटाने पर गैसीय अणुओं की K.E. घटती है इसी कारण गैस आसानी से द्रवीत की जा सकती है।

(c) गैस का ताप क्रान्तिक ताप (T_C) की अपेक्षा कम होना चाहिए।

12. BOYLE'S TEMPERATURE

वह ताप जिस पर कोई वास्तविक गैस लगभग आदर्श व्यवहार प्रदर्शित करती हो, बॉयल ताप कहलाता है। अर्थात् वह ताप जिस पर वास्तविक गैस पर आदर्श गैस नियम सैद्धांतिक रूप से लगाये जा सकते हो, बॉयल ताप कहलाता है। इसे T_B से निरूपित करते है।

$$\boxed{T_B = \frac{a}{Rb}}$$

13. INVERSION TEMPERATURE

वह ताप जिस पर यदि किसी वास्तविक गैस का रूद्धोष्म प्रसार कराया जाए एवं इस दौरान तापन अथवा शीतलन के प्रभाव प्रदर्शित न हो, प्रतीपन या व्युत्क्रम ताप कहलाता है। इसे T_i से निरूपित करते है।

$$\boxed{T_i = \frac{2a}{Rb}}$$

हल सहित उदाहरण

उदा.1 एक गैस 27ºC ताप तथा 730 mm दाब पर 300 ml आयतन घेरती है तो STP पर उसका आयतन क्या होगा-

(A) 162.2 ml (B) 262.2 ml
(C) 362.2 ml (D) 462.2 ml

हल. **(B)**

दिया है $T_1 = 300$ K, $T_2 = 273$ K (STP)

$V_1 = 300$ ml $= \left(\frac{300}{1000}\right)$ litre, $P_1 = \left(\frac{730}{760}\right)$ atm. $P_2 = 1$ वायुमण्डलीय $V_2 = ?$

$\because \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$,

$$\frac{730 \times 300}{760 \times 1000 \times 300} = \frac{1 \times V_2}{273}$$

$\therefore \quad V_2 = 0.2622$ लीटर $= 262.2$ mℓ.

उदा.2 एक ट्रक ऑक्सीजन गैस के सिलेण्डर ले कर श्रीनगर से आ रहा है। ऑक्सीजन सिलेण्डर में गैस -23ºC ताप तथा 3 वायुमण्डलीय दाब पर भरी गई है। तो ऑक्सीजन गैस का दाब ज्ञात कीजिए जब ट्रक मद्रास से गुजरेगा। जहाँ पर तापमान 30ºC है-

(A) 2.64 atm. (B) 1.64 atm.
(C) 1 atm. (D) 3.64 atm.

हल. **(D)**

$P_1 = 3$ atm., $P_2 = ?$
$T_1 = -23 + 273 = 250$ K
$T_2 = 273 + 30 = 303$ K.

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

$$\frac{3}{250} = \frac{P_2}{303}$$

$$P_2 = \frac{3 \times 303}{250} = 3.64 \text{ वायुमण्डलीय}$$

उदा.3 किसी गैस का -23ºC ताप तथा 780 टॉर दाब पर घनत्व 1.40 g/litre है तो यह गैस कौनसी है-

(A) CO_2 (B) SO_2
(C) Cl_2 (D) N_2

हल. **(D)**

$PV = nRT$

$$\frac{780}{760} \times 1 = n \times .082 \times (273 - 23)$$

$$n = \frac{780}{760 \times 0.082 \times 250}$$

$n = 0.0501$ moles.

$\because$ .0501 मोल गैस का वजन है = 1.40 gm.

$\therefore$ 1 मोल गैस का वजन होगा $= \frac{1.40}{.0501}$

= 28 gram. अर्थात गैस N_2 है।

उदा. 4 मेथेन गैस का वजन ज्ञात कीजिए जबकि उस पर लगाये गये दाब का मान 16 atm, ताप 27ºC तथा उसका तापमान 9 लीटर है (R = 0.08 lit. वायुमण्डल/केल्विन)-

(A) 96 gm (B) 86 gm
(C) 80 gm (D) 90 gm

हल. **(A)**

दिया है P = 16 वायुमण्डल , V = 9 लीटर
= 300 केल्विन, $m_{CH4} = 16$,
R = 0.08 लीटर वायुमण्डल/केल्विन

$$PV = w/m \times R \times T$$

$$16 \times 9 = \frac{w}{16} \times 0.08 \times 300$$

$$w = 96 \text{ gm.}$$

उदा. 5 मानक ताप तथा दाब पर (STP) SO_2 गैस का घनत्व क्या होगा-

(A) 2.86 gm/lit. (B) 1.76 gm/lit
(C) 1.86 gm/lit (D) इनमें से कोई नहीं

हल. **(A)**

SO_2 का अणुभार = 64 gm/mole.

$\because$ 1 मोल SO_2 गैस STP पर 22.4 लीटर आयतन घेरती है अतः

SO_2 का घनत्व $= \frac{64}{22.4} = 2.86$ gm/lit.

उदा.6 80ºC ताप पर एक गैस XeF_4 के 5 ग्राम को 6 लीटर के पात्र में भरा गया तो गैस पर कार्यरत दाब वायुमण्डल में ज्ञात कीजिए-

(A) .21 वायुमण्डल (B) .31 वायुमण्डल
(C) .11 वायुमण्डल (D) .41 वायुमण्डल

हल. **(C)**

दिया है V = 6 litre, T = 353 K, R= 0.082, W = 5gm. m= 207.3

$$PV = \frac{W}{m} \times R \times T$$

$$P \times 6 = \frac{5}{207.3} \times 0.082 \times (273 + 80)$$

$$P = \frac{5 \times .082 \times 353}{6 \times 207.3} = .11 \text{ atm.}$$

उदा.7 N_2 गैस के 28 ग्राम 2.46 वायुमण्डलीय दाब पर पात्र में 10 लीटर आयतन घेरते हैं तो इसका ताप ज्ञात कीजिए-

(A) 300 K (B) 320 K
(C) 340 K (D) 280 K

हल. **(A)**

दिया है $w_{N2} = 28gm$, $P = 2.46$ वायुमण्डल,
$V = 10$ लीटर. $m_{N2} = 28$,

$\because \quad PV = \left(\frac{w}{m}\right) RT$

$$2.46 \times 10 = \left(\frac{28}{28}\right) \times 0.0821 \times T$$

अतः $T = 300$ K.

उदा.8 गैसों का मिश्रण 760 mm Hg दाब पर 65% नाइट्रोजन, 15% ऑक्सीजन तथा 20% कार्बन डाइ-ऑक्साइड आयतनानुसार है। तो प्रत्येक का आंशिक दाब mm में होगा-

(A) 494, 114, 252 (B) 494, 224, 152
(C) 494, 114, 152 (D) इनमें से कोई नहीं

हल. **(C)**

$$P'_{N2} = 760 \times \frac{65}{100} = 494 \text{ mm}$$

$$P'_{O2} = 760 \times \frac{15}{100} = 114 \text{ mm}$$

$$P'_{CO2} = 760 \times \frac{20}{100} = 152 \text{ mm.}$$

उदा.9 प्रथम गैस के 0.45 ग्राम तथा इसका अणुभार 60 है। इसी प्रकार द्वितीय गैस के 0.22 ग्राम तथा अणुभार 44 है। इन दोनों पर कुल दाब 75 cm Hg कार्यरत है। तो द्वितीय गैस का आंशिक दाब होगा-

(A) 30 cm of Hg (B) 20 cm of Hg
(C) 10 cm of Hg (D) 40 cm of Hg.

हल. **(A)**

प्रथम गैस के कुल मोल $= n_1 = \frac{w_1}{m_1}$

$$= \frac{0.45}{60} = 0.0075$$

द्वितीय गैस के कुल मोल $= n_2 = \frac{w_2}{m_2}$

$$= \frac{0.22}{44} = 0.0050$$

अतः कुल मोल $= n_1 + n_2 = 0.0075 + 0.0050$
$= 0.0125$

अतः द्वितीय गैस का आंशिक दाब

$$P_2 = \frac{0.0050}{0.0125} \times 75 = 30 \text{ cm of Hg.}$$

उदा. 10 मेथेन गैस जो कि जल वाष्प के ऊपर एकत्रित है पर कुल दाब 735 टॉर 29ºC तापमान पर कार्यरत है। यदि 29ºC तापमान पर जलीय तनाव 30 टॉर है। तो शुष्क मेथेन द्वारा लगाया गया दाब होगा-

(A) 605 टॉर (B) 205 टॉर
(C) 405 टॉर (D) 705 टॉर

हल. **(D)**

$P_{\text{कुल}} = P_{\text{शुष्क}} + P_{\text{जल वाष्प}}$
$735 = P_{\text{शुष्क}} + 30$
$\therefore \quad P_{\text{शुष्क}} = 735 - 30 = 705$ टॉर

उदा.11 एक गैस A की गन्ध किसी निश्चित बिन्दु से दीवार तक पहुंचने पर 6 सेकण्ड लेती है। यदि गैस A का अणुभार 46 ग्राम प्रति मोल है तथा गैस B का अणुभार 64 ग्राम प्रति मोल है। तो गैस B की गन्ध को उस निश्चित बिन्दु से दीवार तक पहुंचने में कितना समय लगेगा-

(A) 6 Sec (B) 7 Sec
(C) 8 Sec (D) 9 Sec.

हल. **(B)**

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

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{64}{46}} = 1.18$$

अतः गैस B की गन्ध को दीवार तक पहुंचने में लगा समय $= 1.18 \times 6 = 7.08 \text{ sec} \cong 7 \text{ sec.}$

उदा.12 1 लीटर ऑक्सीजन गैस एक छोटे छिद्र से 60 मिनट में निसरित होती है तथा इसी ताप तथा दाब पर 1 लीटर हीलियम गैस 21.2 मिनट में निसरित होती है। तो हीलियम का अणुभार -

(A) 2.99 (B) 3.99
(C) 2.08 (D) 1.99

हल. **(B)**

$$\frac{r_{O_2}}{r_{He}} = \frac{1000/60}{1000/21.2} = \frac{21.2}{60}$$

$$= \sqrt{\frac{M_{He}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{M_{He}}{32}}$$

दोनों तरफ वर्ग करने पर $\frac{(21.2)^2}{(60)^2} = \frac{M_{He}}{32}$

$$M_{He} = \frac{(21.2)^2 \times 32}{(60)^2} = 3.99$$

अतः He का अणुभार = 3.99

उदा.13 किस ताप पर ऑक्सीजन अणुओं का r.m.s. वेग 27ºC पर हाइड्रोजन के बराबर होगा-

(A) 3527ºC (B) 4227ºC
(C) 4527ºC (D) 4000ºC

हल. **(C)**

r.m.s. वेग $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

ऑक्सीजन के लिए $Co_2 = \sqrt{\frac{3RT}{32}}$

27ºC पर $C_{H2} = \sqrt{\frac{3 \times R \times 300}{2}}$; जब $Co_2 = C_{H_2}$

$$\sqrt{\frac{3RT}{32}} = \sqrt{\frac{3 \times R \times 300}{2}}$$

$$\frac{3RT}{32} = \frac{3R \times 300}{2}$$

$$T = \frac{300 \times 32}{2} = 4800 \text{ K.}$$

तो ºC में T = 4800 - 273 = 4527ºC

उदा.14 जूल मे कुल गतिज ऊर्जा की गणना करो जबकि मेथेन के 8 g अणुओं का तापमान 27ºC हो-

(A) 1770.5 Joule (B) 1870.5 joule
(C) 1970.5 joule (D) 1670.5 joule

हल. **(B)**

E_K (For 1 mole) $= \frac{3}{2}RT = 3741$ Joule.

अतः 8 gm मेथेन की कुल ऊर्जा = $\frac{1}{2}$ मोल मैथेन की ऊर्जा = $\frac{3741}{2}$ = 1870.5 Joule.

उदा.15 मानक ताप तथा दाब पर SO_2 की मूल माध्य वर्ग वेग (r.m.s. velocity) की गणना करो-

(A) 3.26×10^4 cm/sec
(B) 1.26×10^2 cm/sec
(C) 1.26×10^4 cm/sec
(D) 3.26×10^2 cm/sec

हल. **(A)**

$$\therefore \quad v_{rms} \text{ of } SO_2 = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 10^7 \times 273}{64}} = 3.26 \times 10^4 \text{ cm/sec.}$$

उदा.16 एक ग्राम हीलियम में परमाणुओं की संख्या की गणना करो-

(A) 1.506×10^{23} atoms
(B) 1.605×10^{32} atoms
(C) 1.056×10^{25} atoms
(D) None of these

हल. **(A)**

He का परमाणु भार = 4

4 ग्राम हीलियम में है = 6.023×10^{23} परमाणु

∴ 1 ग्राम हीलियम में है

$$= \frac{6.023 \times 10^{23}}{4} = 1.506 \times 10^{23} \text{ परमाणु}$$

उदा.17 300 K तथा 1 वायुमण्डल दाब पर कोई 7.00 ग्राम गैस 4.1 लीटर आयतन घेरती है। गैस के आण्विक भार की गणना करो-

(A) 40 g mol^{-1} (B) 42 g mol^{-1}
(C) 48 g mol^{-1} (D) 45 g mol^{-1}

हल. **(B)**

$PV = nRT \quad \therefore \quad n = PV/RT$

$$n = \frac{(1 \text{ atm.})\,(4.1 \text{ L})}{\left(0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}\right)(300\text{K})} = \frac{1}{6} \text{ mol}$$

अब $n = \frac{\text{Mass of gas}}{\text{Mol. mass of gas}} = \frac{1}{6}$

$$= \frac{7}{\text{Mol. mass of gas}}$$

इस प्रकार, गैस का आण्विक भार = 7 x 6

= 42 g mol^{-1}

उदा.18 30°C तथा 5 atm दाब पर अमोनिया के घनत्व की गणना करो-

(A) 3.03 ग्राम / लीटर (B) 3.82 ग्राम / लीटर

(C) 3.42 ग्राम / लीटर (D) 4.42 ग्राम / लीटर

हल. **(C)**

$$PV = nRT, \text{ or } PV = \frac{m}{M}RT \text{ or}$$

$$P = \frac{m}{V} \times \frac{RT}{M} \text{ or } P = d \times \frac{RT}{M}$$

$$d = MP/RT \; ; \; d = \frac{17 \times 5}{0.082 \times 303}$$

$$= 3.42 \text{ ग्रा / लीटर}$$

उदा.19 27°C पर किसी गैस के 3 मोल एक पात्र में उपस्थित है। गैस के अणुओं की गतिज ऊर्जा पद में गैस नियतांक (R) के मान की गणना करो-

(A) 7.4×10^{-4} प्रति डिग्री केल्विन

(B) 4.5×10^{-4} प्रति डिग्री केल्विन

(C) 7.4×10^{-5} प्रति डिग्री केल्विन

(D) इनमें से कोई नहीं

हल. **(A)**

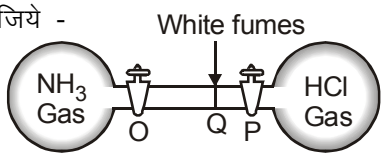
एक मोल के लिए K.E.= 3/2 RT

$$3 \text{ मोल के लिए} = 9/2 \text{ RT. or } R = \frac{2}{9\,T}KE$$

$$= \frac{2}{9\,(300)}KE$$

$= 7.4 \times 10^{-4}$ KE प्रति डिग्री केल्विन

उदा.20 नीचे दिये चित्र में, NH_3 गैस एवं HCl गैस, के पात्रा एक लम्बी नलिका द्वारा जुड़े हुये हैं। जब इन पात्रों के दोनों सिरों को एक साथ खोला जाता है, तो बिन्दु Q पर सबसे पहले NH_4Cl का सफेद छल्ला प्राप्त होता है। यदि OP = 40 cm, तो OQ ज्ञात कीजिये -



(A) 35 cm (B) 23.74cm

(C) 30 cm (D) 31.25 cm

हल. **[B]**

माना OQ = x cm अतः QP = (40 – x) cm

NH_3 गैस का विसरित आयतन = नलिका का क्षेत्राफल x NH_3 गैस द्वारा तय की गई दूरी

$V_{NH_3} = A \times OQ = Ax$

{जहाँ A, नलिका का क्षेत्राफल है}

समान समय में, HCl गैस का विसरित आयतन = नलिका का क्षेत्रफल × HCl गैस द्वारा तय की गई दूरी

$V_{HCl} = A \times OP = A\,(40 - x)$

ग्राहम के नियम से

$$\Rightarrow \frac{r_{NH_3}}{r_{HCl}} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{NH_3}}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_{NH_3/t}}{V_{HCl/t}} = \sqrt{\frac{36.5}{17}} = 1.46$$

$$\Rightarrow \frac{x}{(40-x)} = 1.46$$

$\Rightarrow$ x = 23.74 cm

$\therefore$ OQ = 23.74 cm