

気体の法則 11 まとめ問題 大学入試センター試験過去問から

必要があれば気体定数 $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, H の原子量 = 1.0 を用いよ。

【1】2002 年度本試験

鉄に希硫酸を加え, 発生した水素を水上置換で捕集した。

捕集した気体の温度, 圧力, 体積を測定したところ, それぞれ $T[\text{K}]$, $P[\text{atm}]$, $V[\text{L}]$ であった。

発生した水素の質量(単位 g)を表す式として最も適当なものを, 次のうちから一つ選べ。

ただし, $T[\text{K}]$ における水蒸気圧は $p_w [\text{atm}]$ であり, $R [\text{atm} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ は気体定数である。

(1) $\frac{(P - p_w)V}{RT}$ (2) $\frac{2(P - p_w)V}{RT}$ (3) $\frac{PV}{RT}$ (4) $\frac{2PV}{RT}$ (5) $\frac{(P + p_w)V}{RT}$ (6) $\frac{2(P + p_w)V}{RT}$

【2】2001 年度本試験

次の記述 a ~ c について, 正誤の組合せ a/b/c を 1 つ選べ。

a 圧力が一定のとき, 氷が融解しはじめてからすべて水になるまで温度は一定に保たれる。

b 水の飽和蒸気圧は空気が共存しても変化しない。

c 水の沸点は外圧が変化しても一定である。

(1) 正/正/正 (2) 正/正/誤 (3) 正/誤/正 (4) 正/誤/誤 (5) 誤/正/正 (6) 誤/正/誤

(7) 誤/誤/正 (8) 誤/誤/誤

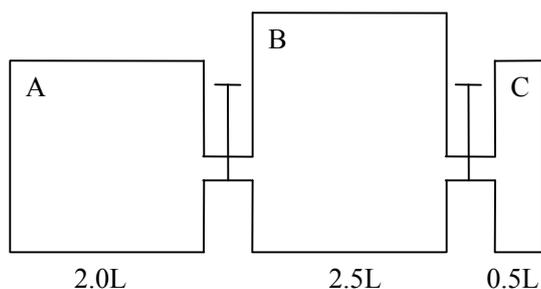
【3】1999 年度本試験

容積が 2.0L, 2.5L, 0.50L の容器 A ~ C を下図のように連結し,

A には 2.0atm の窒素, C には 4.0atm の酸素を入れた。B は真空である。

温度一定のまま, 二つのコックを開け,十分に長い時間がたったとき,

窒素の分圧[atm]はいくらになるか。ただし, 連結部分の内容積は無視してよい。



(1) 0.20 (2) 0.40 (3) 0.60 (4) 0.80 (5) 1.6

【4】1999 年度追試験

実在気体では、一般に低温・高圧になるほど理想気体の状態方程式からのずれが生じる。理想気体からのずれに関する次の記述 a ~ c について、正誤の組合せ a/b/c を 1 つ選べ。

- a 一般に、極性が大きいものほど大きい。
- b 一般に、分子量が小さいものほど大きい。
- c 一般に、沸点が高いものほど大きい。

- (1) 正/正/正 (2) 正/正/誤 (3) 正/誤/正 (4) 正/誤/誤 (5) 誤/正/正 (6) 誤/正/誤
(7) 誤/誤/正 (8) 誤/誤/誤

【5】1999 年度追試験

水への溶解度が無視できる気体の分子量を求めるため、水槽とメスシリンダーを用いて、次の a ~ d の順序で実験した。

- a. 気体がつまった耐圧容器の質量を測定したところ、 W_1 [g] であった。
- b. 耐圧容器からポリエチレン管を通じて気体をメスシリンダーにゆっくりと導き、内部の水面が水槽の水面より少し上まで下がったとき、気体の導入をやめた。メスシリンダーの目盛りを読んだところ、気体の体積は V_1 [L] であった。
- c. メスシリンダーを下に動かし、内部の水面を水槽の水面と一致させて目盛りを読んだところ、気体の体積は V_2 [L] であった。
- d. ポリエチレン管を外して耐圧容器の質量を測定したところ、 W_2 [g] であった。

実験中、大気圧は P [atm]、気温と水温は常に T [K] であった。

水の蒸気圧を p [atm]、気体定数を R [atm · L / (mol · K)] とするとき、

気体の分子量はどのように表されるか。

ただし、ポリエチレン管の内容積は無視できるものとする。

- (1) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{(P + p)V_1}$ (2) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{PV_1}$ (3) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{(P - p)V_1}$ (4) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{(P + p)V_2}$
(5) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{PV_2}$ (6) $\frac{RT(W_1 - W_2)}{(P - p)V_2}$

【6】1998 年度本試験

容積 4.1L のフラスコに、27°C で 1atm の二酸化炭素を満たし、小さな穴をあけたアルミニウム箔でふたをした。これをある温度まで加熱したところ、フラスコの中から 0.050mol の二酸化炭素が追い出された。フラスコは熱膨張しないとすれば、この温度は何°C か。

- (1) 102 (2) 156 (3) 375 (4) 429 (5) 477

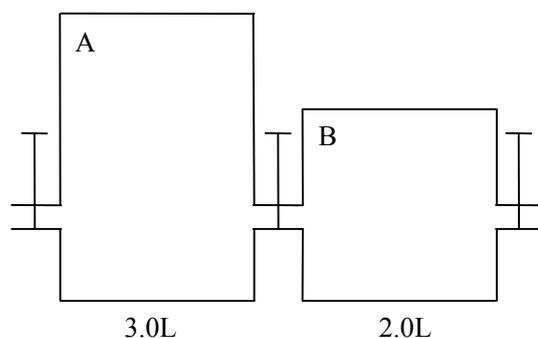
【7】1998 年度追試験

17°Cに保った容積 58L の容器三つ(a,b,c)に、圧力 760mmHg の空気を満たした。
その後、容器 a に 0.10mol、容器 b に 0.30mol、容器 c に 0.50mol のメタノールを入れ、
直ちに密閉して放置した。17°Cでのメタノールの蒸気圧を 82mmHg としたとき、
各容器の中の圧力 (P_a, P_b, P_c) を比べた結果として正しいものを選び。

- (1) $760\text{mmHg} < P_a = P_b = P_c$ (2) $760\text{mmHg} < P_a = P_b < P_c$
(3) $760\text{mmHg} < P_a < P_b = P_c$ (4) $760\text{mmHg} < P_a < P_b < P_c$

【8】1997 年度本試験

下図に示すように、容積 3.0L の容器 A と容積 2.0L の容器 B をコックで連結した装置がある。すべてのコックが閉じている状態で、容器 A には 4.0atm の、容器 B には 5.0atm の窒素が入っている。温度を一定に保ったまま、中央のコックを開き、十分な時間が経過した後、容器内の圧力は何 atm になるか。



- (1) 2.0 (2) 2.4 (3) 3.6 (4) 4.4 (5) 4.5 (6) 4.8

【9】1997 年度追試験

次の記述のうちから正しいものを一つ選べ。

- (1) 氷が融解するとき熱が放出される。
(2) 液体の水が入った密閉容器内の空間が水蒸気で飽和されているならば
液体の水と水蒸気の間で水分子の移動がまったく起こらない。
(3) 同じ温度の純水と飽和食塩水では、両者の飽和蒸気圧が等しい。
(4) 密閉容器内の飽和水蒸気を含んだ気体を温度一定で圧縮すると、水蒸気が凝縮する。
(5) 室温、1atm の条件下、容積が一定の容器に水を入れ、密閉してから加熱すると、
容器内の水は 100°C で沸騰する。

【10】1997 年度追試験

ドライアイス (分子量 44) の小片と 9.2g のエタノール (分子量 46) を容積 4.1L の密閉
容器中で加熱して完全に気化させた。さらに温度を上げて 127°C にすると、この 2 種類
の気体の分圧は合わせて 2.0atm になった。ドライアイスの質量は何 g か。

- (1) 0.6 (2) 2.2 (3) 4.4 (4) 11.0 (5) 25.8

解答

- 【1】 (2) 【2】 (2) 【3】 (4) 【4】 (3) 【5】 (6)
 【6】 (2) 【7】 (3) 【8】 (4) 【9】 (4) 【10】 (2)

解説

【1】

水素の分圧は $P - p_w$ [atm]，水素の質量を w g とすると水素の物質量は $\frac{w}{2}$ [mol]

$$\text{よって，水素の状態方程式は } (P - p_x)V = \frac{w}{2}RT \quad \therefore w = \frac{2(P - p_w)V}{RT}$$

【3】

求める窒素の分圧を p_N とすると，

$$\text{ボイルの法則より， } p_N \cdot (2.0 + 2.5 + 0.5) = 2.0 \cdot 2.0 \quad \therefore p_N = 0.80 \text{ [atm]}$$

【4】

分子間力が大きい物質は沸点が高いです。

【5】

気体の分子量を M とする。

$$\text{メスシリンダーに導かれた気体の質量} = W_1 - W_2 \text{ [g]}$$

$$\text{メスシリンダーに導かれた気体の分圧} = P - p$$

大気圧 P とメスシリンダー内の気体の圧力が等しいとき，

メスシリンダー内外の水面（液面）の高さも等しいから，

メスシリンダー内の気体の圧力が大気圧 P と等しいときの気体の体積 $= V_2$

$$\text{よって，メスシリンダー内に導かれた気体の状態方程式は } (P - p)V_2 = \frac{W_1 - W_2}{M}RT$$

$$\therefore M = \frac{RT(W_1 - W_2)}{(P - p)V_2}$$

【6】

解法 1

求める温度を t [°C] とする。

はじめにフラスコを満たしていた二酸化炭素の物質量を n [mol] とすると，

加熱後のフラスコ内の二酸化炭素の物質量は $n - 0.050$ [mol]

よって，はじめと加熱後の二酸化炭素の状態方程式は，それぞれ

$$1 \cdot 4.1 = n \cdot 0.082 \cdot (273 + 27) \quad \dots \textcircled{1}$$

$$1 \cdot 4.1 = (n - 0.050) \cdot 0.082 \cdot (273 + t) \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} \text{より, } n = \frac{4.1}{0.082 \cdot 300} = \frac{1}{6} \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\frac{\textcircled{2}}{\textcircled{1}} \text{より, } \frac{(n-0.050)(273+t)}{n \cdot 300} = 1 \quad \therefore (n-0.050)(273+t) = n \cdot 300 \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\textcircled{3} \text{を}\textcircled{4} \text{に代入すると, } \frac{7}{60}(273+t) = 50 \quad \therefore 273+t = \frac{3000}{7} \approx 429 \text{ [K]}$$

ゆえに, $t \approx 156 \text{ [}^\circ\text{C]}$

解法 2

求める温度を $t \text{ [}^\circ\text{C]}$,

はじめにフラスコを満たしていた二酸化炭素の物質量を $n_1 \text{ [mol]}$,

加熱後のフラスコ内の二酸化炭素の物質量を $n_2 \text{ [mol]}$ とすると,

よって, はじめと加熱後の二酸化炭素の状態方程式は, それぞれ

$$1 \cdot 4.1 = n_1 \cdot 0.082 \cdot (273 + 27) \quad \therefore n_1 = \frac{4.1}{0.082 \cdot 300} = \frac{50}{300}$$

$$1 \cdot 4.1 = n_2 \cdot 0.082 \cdot (273 + t) \quad \therefore n_2 = \frac{4.1}{0.082(273+t)} = \frac{50}{273+t}$$

$$n_1 - n_2 = 0.050 \text{ より, } \frac{50}{300} - \frac{50}{273+t} = 0.050 \quad \therefore 273+t = \frac{3000}{7} \approx 429 \text{ [K]}$$

ゆえに, $t \approx 156 \text{ [}^\circ\text{C]}$

【7】

メタノールがすべて気体になると仮定したときの各容器のメタノールの分圧を

p_a, p_b, p_c とすると, 状態方程式 $PV = nRT$ において, 条件より V, R, T は定数だから,

$$\frac{P}{n} = \text{一定が成り立つ.}$$

$$\text{よって, } \frac{p_a}{0.10} = \frac{p_b}{0.30} = \frac{p_c}{0.50} \text{ より, } p_a : p_b : p_c = 1 : 3 : 5 \quad \dots \textcircled{1}$$

また, $p_a \cdot 58 = 0.10 \cdot 0.082 \cdot (273 + 17)$ より,

$$p_a = \frac{0.10 \cdot 0.082 \cdot (273 + 17)}{58} = 0.041 \text{ [Pa]} \approx 31 \text{ [mmHg]} < 82 \text{ [mmHg]}$$

$$\text{よって, } \textcircled{1} \text{より, } p_b = 3p_a = 93 \text{ [mmHg]} > 82 \text{ [mmHg]}, \quad p_c = 5p_a = 155 \text{ [mmHg]} > 82 \text{ [mmHg]}$$

メタノールの分圧が 17°C でのメタノールの蒸気圧を 82 mmHg を越えることはないので, 容器 a, b, c のメタノールの分圧はそれぞれ $31 \text{ mmHg}, 82 \text{ mmHg}, 82 \text{ mmHg}$

$$\text{よって, } P_a = 760 + 31 \text{ mmHg}, \quad P_b = P_c = 760 + 82 \text{ mmHg}$$

ゆえに, $760 \text{ mmHg} < P_a < P_b = P_c$

【8】

コックを開く前の容器 A と容器 B の窒素の物質量をそれぞれ n_A [mol], n_B [mol],
求める圧力を P [atm] とすると,

$$4.0 \cdot 3.0 = n_A RT \quad \dots \textcircled{1}$$

$$5.0 \cdot 2.0 = n_B RT \quad \dots \textcircled{2}$$

$$P(3.0 + 2.0) = (n_A + n_B)RT \quad \dots \textcircled{3}$$

①, ②より, $(n_A + n_B)RT = 22$

これと③より, $P = 4.4$ [atm]

【10】

求める質量を w [g] とすると,

$$\text{容器内の気体の状態方程式は } 2.0 \cdot 4.1 = \left(\frac{w}{44} + \frac{9.2}{46} \right) \cdot 0.082 \cdot (273 + 127)$$

よって, $w = 2.2$ [g]

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>

バックナンバー中の記載「このメルマガは, 転載・複写自由です。」に甘え,

内容を保ったまま, 整理・加筆し, 転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>