

化学基礎の教科書(P. 132~P. 133)と、ノートプリント (P. 54~P. 58)を用意して下さい。

P. 132~133の演習問題 1~6 をやって下さい。

1 同位体

(1) 酸素の3種類の同位体 (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) からできる酸素分子 O_2 は何種類あるか。

6種類

^{16}O 原子(陽子の数8 中性子の数8)を ⑬
 ^{17}O 原子(陽子の数8 中性子の数9)を ⑭
 ^{18}O 原子(陽子の数8 中性子の数10)を ⑮ と示すと

酸素分子 O_2 は ⑬⑬ ⑭⑭ ⑮⑮
⑬⑭ ⑭⑮ ⑮⑮

(2) 銅には ^{63}Cu 原子(相対質量62.9)と ^{65}Cu 原子(相対質量64.9)の2種類の同位体が存在する。銅の原子量を63.5としたときの、 ^{63}Cu と ^{65}Cu の存在比〔%〕を求めよ。

^{63}Cu 原子 $x\%$ ^{65}Cu 原子 $(100-x)\%$

$$\begin{aligned}\text{Cuの原子量} &= 63.5 = 62.9 \times \frac{x}{100} + 64.9 \times \frac{100-x}{100} \\ 6350 &= 62.9x + 64.9(100-x)\end{aligned}$$

$$x = 70$$

$$^{63}\text{Cu} : ^{65}\text{Cu} = 70\% : 30\%$$

(3) 塩素の同位体の存在比を

^{35}Cl (相対質量35.0) : ^{37}Cl (相対質量37.0) = 3 : 1 とする。

このとき、相対質量72.0の塩素分子 Cl_2 は、すべての塩素分子の何%を占めるか。

^{35}Cl 原子を ㉓
存在比 $\frac{3}{4}$

^{37}Cl 原子を ㉔で示す
存在比 $\frac{1}{4}$

塩素分子 Cl_2 は

㉓㉓ 相対質量 70.0 存在比 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$

㉔㉔ 相対質量 74.0 存在比 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

㉓㉔ 相対質量 72.0 存在比 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$ } $\frac{6}{16}$
 ㉔㉓ 相対質量 72.0 存在比 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ }

$$\frac{6}{16} = \frac{3}{8} \quad 37.5\%$$

2 物質質量と原子量・分子量

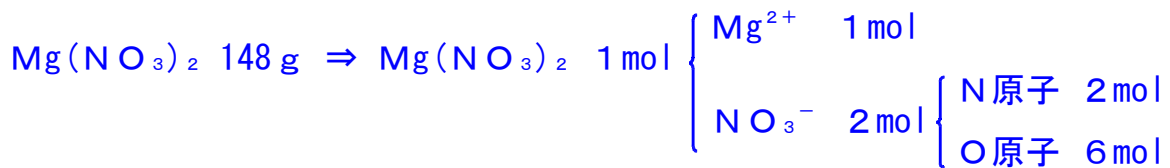
(1) 硝酸マグネシウム74 gに含まれる酸素原子は何個か。

原子量 Mg=24 N=14 O=16

イオンの数

組成式 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 組成式の意味 $\text{Mg}^{2+} : \text{NO}_3^- = 1 : 2$

式量 $24 + (14 + 16 \times 3) \times 2 = 148$ モル質量148 g/mol



$$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \ 74 \text{ g} \text{ は } \frac{74 \text{ g}}{148 \text{ g/mol}} = \frac{1}{2} \text{ mol}$$

$$\text{この中の O原子 は } \frac{1}{2} \text{ mol} \times 2 = 3 \text{ mol}$$

$$3 \times 6.0 \times 10^{23} = 18 \times 10^{23} \text{ 個} = 1.8 \times 10^{24} \text{ 個}$$

- (2) ある金属Mの酸化物 MO_2 には、質量パーセントでMが60%含まれている。この金属Mの原子量を求めよ。

Oの原子量16 Mの原子量を x とする MO_2 の式量 $x+32$

$$\text{MO}_2 (x+32) \text{ g} \Rightarrow \text{MO}_2 1 \text{ mol} = \begin{cases} \text{M原子 } 1 \text{ mol} & x \text{ g} \\ \text{O原子 } 2 \text{ mol} & 16 \text{ g} \times 2 = 32 \text{ g} \end{cases}$$

$$\frac{x \text{ g}}{(x+32) \text{ g}} \times 100 = 60$$

$$10x = 6x + 192 \quad x = 48$$

- (3) 原子1個の質量の平均が $3.28 \times 10^{-22} \text{ g}$ である元素の原子量を、整数で求めよ。

原子量を x とする

原子 $x \text{ g} \Rightarrow$ 原子 $1 \text{ mol} =$ 原子 6.0×10^{23} 個

$$\frac{x \text{ g}}{6.0 \times 10^{23}} = 3.28 \times 10^{-22} \text{ g} \quad x = 196.8 \quad 197$$

- (4) 標準状態の体積が6.72 Lで質量が21.3 gの気体がある。この気体の分子量を求めよ。

分子量を x とする

$$\frac{6.72}{22.4} \text{ mol} = \frac{21.3}{x} \text{ mol} \quad x = 71.0$$

別解

$$\text{標準状態の気体の密度} \left[\frac{\text{g}}{\text{L}} \right] = \frac{\text{分子量 g}}{22.4 \text{ L}} = \frac{21.3 \text{ g}}{6.72 \text{ L}} \quad \text{分子量} = 71.0$$

3 一定量における物理量の大小

次の問いについて、最も適当な気体を下の(ア)～(オ)から選べ。

- (1) 1 L当たりの質量が最も大きい気体。 同温同圧
 (2) 各気体10 gを比較したとき、物質量が最も大きいもの。
 (3) 各気体10 gを比較したとき、構成する原子の総数が最も大きいもの
 (ア) He (イ) CO_2 (ウ) SO_2 (エ) CH_4 (オ) C_3H_8

(ア) He (イ) CO₂ (ウ) SO₂ (エ) CH₄ (オ) C₃H₈
 分子量 4 44 64 16 44

$$(1) \frac{4 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} \quad \frac{44 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} \quad \frac{64 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} \quad \frac{16 \text{ g}}{22.4 \text{ L}} \quad \frac{44 \text{ g}}{22.4 \text{ L}}$$

$$(2) \frac{10}{4} \text{ mol} \quad \frac{10}{44} \text{ mol} \quad \frac{10}{64} \text{ mol} \quad \frac{10}{16} \text{ mol} \quad \frac{10}{44} \text{ mol}$$

$$(3) \frac{10}{4} \text{ mol} \quad \frac{10 \times 3}{44} \text{ mol} \quad \frac{10 \times 3}{64} \text{ mol} \quad \frac{10 \times 5}{16} \text{ mol} \quad \frac{10 \times 11}{44} \text{ mol}$$

He分子1個 = He原子1個 CO₂分子1個 = 原子3個(C1個 O2個)

(1) ウ (2) ア (3) エ

4 見かけの分子量(平均分子量)

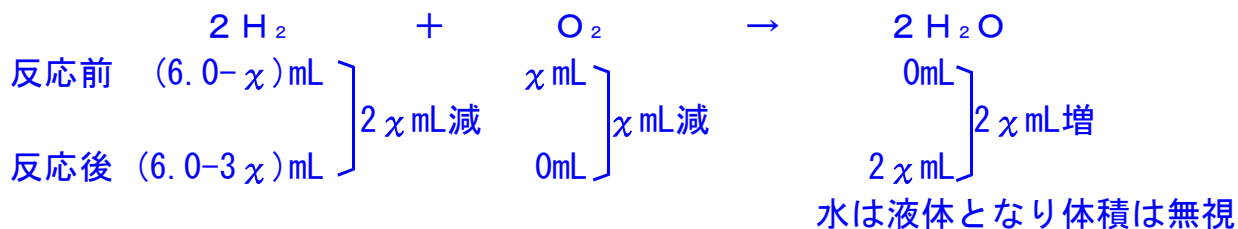
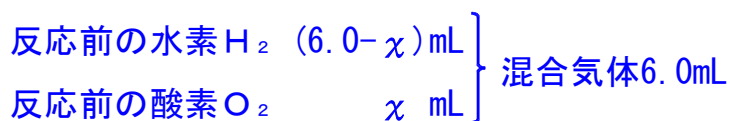
ある温度・圧力で、水素と酸素の混合気体6.0mLを容器に入れて点火した。反応後、もとの温度・圧力にもどすと体積が3.0mLになり、酸素がすべて反応していた。生成した水は液体になり、液体の水の体積や水に溶ける水素と酸素の量は無視できるものとして、次の問いに答えよ。

(1) 反応前の水素と酸素の物質量の比を簡単な整数比で答えよ。

同じ温度・圧力(同温同圧)の気体の体積比と物質量比は一致する。

例えば、標準状態(0℃ 1.013×10⁵Pa)の気体1molの体積は22.4L。

化学反応の反応前、反応後の物質量[mol]の関係を、同温同圧の気体の体積で考えることができる。



反応後の気体の体積はH₂だけで(6.0-3x)mL = 3.0mL x = 1.0

(1) 水素 : 酸素 = (6.0-x)mL : x mL = 5.0mL : 1.0mL = 5 : 1

(2) 反応前の混合気体の見かけの分子量はいくらか。

見かけの分子量 = 混合物 1 mol の質量 [g] から単位を取った数値
(平均分子量)

(1) より 水素 : 酸素 = 5 : 1

混合気体 1 mol は $\text{H}_2 \frac{5}{6} \text{ mol}$ と $\text{O}_2 \frac{1}{6} \text{ mol}$

混合気体 1 mol の質量は $2.0 \text{ g/mol} \times \frac{5}{6} \text{ mol} + 32 \text{ g/mol} \times \frac{1}{6} \text{ mol}$
 $= 7.0 \text{ g}$ 見かけの分子量 7.0

(3) ある気体が空気より重いか軽いかは、どのようにして判断できるかを説明せよ。ただし、原子量は $\text{N} = 14.0$ 、 $\text{O} = 16.0$ とし、空気は、窒素と酸素が 4 : 1 (体積比) の割合で含まれる混合気体とする。

空気の見かけの分子量 = $28 \times \frac{4}{5} + 32 \times \frac{1}{5} = 28.8$

空気の見かけのモル質量 28.8 g/mol

空気 1 mol $\left\{ \begin{array}{l} \text{N}_2 \ 0.8 \text{ mol} \quad 28 \text{ g/mol} \times 0.8 \text{ mol} = 22.4 \text{ g} \\ \text{O}_2 \ 0.2 \text{ mol} \quad 32 \text{ g/mol} \times 0.2 \text{ mol} = 6.4 \text{ g} \end{array} \right.$

空気の見かけの分子量 28.8 より分子量の小さい気体は空気より軽い
大 重い

5 溶液の濃度

1.0 mol/L の希硫酸を 500 mL つくるのに必要な質量パーセント濃度 98% の濃硫酸 (密度 1.8 g/cm^3) の質量は何 g か。また、その濃硫酸の体積は何 mL か。

モル濃度 [mol/L] = $\frac{\text{溶質の物質質量 [mol]}}{\text{溶液の体積 [L]}}$

濃硫酸 = 濃度の高い硫酸 H_2SO_4 の水溶液 H_2SO_4 98%
溶質 水 2%

H_2SO_4 の分子量 98 モル質量 98 g/mol

濃硫酸 (密度 1.8 g/cm^3) の質量を $x \text{ g}$ とする。

モル濃度 [mol/L] = $\frac{x \text{ g} \times \frac{98}{100} \times \frac{1}{98 \text{ g/mol}}}{\frac{500}{1000} \text{ L}} = 1.0 \text{ mol/L}$ $x = 50$ 50 g

$$\text{密度 [g/cm}^3\text{]} = \frac{\text{質量 [g]}}{\text{体積 [cm}^3\text{]}} \quad \text{体積 [cm}^3\text{]} = \frac{\text{質量 [g]}}{\text{密度 [g/cm}^3\text{]}}$$

$$\text{体積 [cm}^3\text{]} = \frac{\text{質量 [g]}}{\text{密度 [g/cm}^3\text{]}} = \frac{50 \text{ g}}{1.8 \text{ g/cm}^3} = 27.7 \text{ cm}^3 = 27.7 \text{ mL}$$

28 mL

6 混合気体の燃焼

- (1) メタン CH_4 とプロパン C_3H_8 を2 : 1の物質量の比で混合した気体 3.6 molがある。この混合気体を十分な酸素で完全燃焼させたとき、生成する二酸化炭素と水の物質量をそれぞれ求めよ。

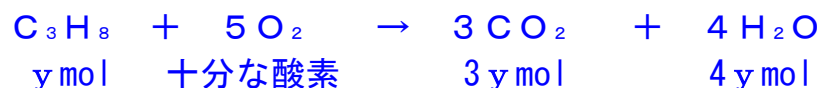
$$\text{メタン } \text{CH}_4 \quad 3.6 \text{ mol} \times \frac{2}{2+1} = 2.4 \text{ mol}$$

$$\text{プロパン } \text{C}_3\text{H}_8 \quad 3.6 \text{ mol} \times \frac{1}{2+1} = 1.2 \text{ mol}$$



- (2) メタン CH_4 とプロパン C_3H_8 の混合気体を十分な酸素で完全燃焼させたところ、二酸化炭素が56L (標準状態)、水が79.2g生成した。混合気体中のメタンとプロパンはそれぞれ何molか。

$$\text{メタン } \text{CH}_4 \quad x \text{ mol} \qquad \text{プロパン } \text{C}_3\text{H}_8 \quad y \text{ mol}$$



$$\text{CO}_2 \quad \frac{56}{22.4} \text{ mol} = 2.5 \text{ mol} = x \text{ mol} + 3y \text{ mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad \frac{79.2}{18} \text{ mol} = 4.4 \text{ mol} = 2x \text{ mol} + 4y \text{ mol}$$

$$x = 1.6 \quad y = 0.3 \qquad \text{CH}_4 \quad 1.60 \text{ mol} \quad \text{C}_3\text{H}_8 \quad 0.30 \text{ mol}$$

7 混合物の純度

不純物を含む炭酸水素ナトリウム30.0gを加熱し、炭酸水素ナトリウムをすべて分解させると、標準状態で二酸化炭素が2.80Lと水と炭酸ナトリウムが得られた。不純物は反応しないものとして、次の問いに答えよ。

- (1) この反応の化学反応式を書け。
 (2) 発生した二酸化炭素の物質量は何molか。
 (3) 炭酸水素ナトリウムの純度（混合物中の質量の割合）は何%か。



(2) 0.125mol

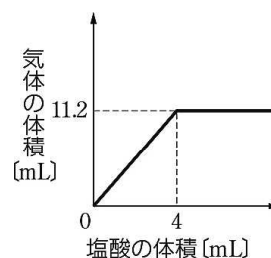
(3) 70%

8 化学反応の量的関係

ある量の亜鉛に0.250mol/L塩酸を加え、加えた塩酸の体積 [mL] と発生した気体の標準状態の体積 [mL] の関係を調べたところ、右のグラフが得られた。

次の問いに答えよ。

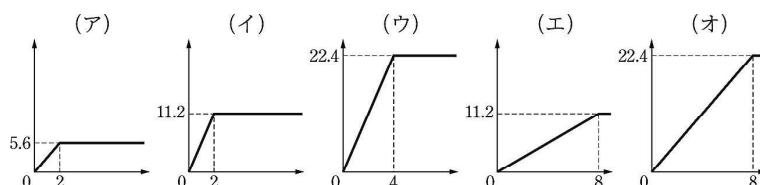
$$\text{Zn} = 65.0$$



- (1) 用いた亜鉛は何gか。
 (2) 次の①～③のように条件を変えたとき、グラフをどのようになるか。

①塩酸の濃度を2倍にしたとき ②亜鉛の質量を2倍にしたとき

③塩酸の濃度を $\frac{1}{2}$ 倍にしたとき



(1) 0.033g

(2) ①イ ②オ ③エ

