

1・2-① 理論小問集合問題（出典：早稲田大学）

(1) の解答：(A)ウ、(B)ウ、(C)イ

(1) - (C) の計算；同位体の質量と存在比を眺めれば、 $A_r(\text{太陽}) < K < A_r(\text{地球})$ は自明である。計算をするにしても、原子量の計算には要領の良い計算方法を用いよう。

Kの原子量の計算

A_r (地球) の原子量の計算

A_r (太陽) の原子量の計算

1・2-① 理論小問集合問題（出典：早稲田大学）

(1) の解答：(A)ウ、(B)ウ、(C)イ

(1) - (C) の計算；同位体の質量と存在比を眺めれば、 $A_r(\text{太陽}) < K < A_r(\text{地球})$ は自明である。計算をするにしても、原子量の計算には要領の良い計算方法を用いよう。

Kの原子量の計算

$$\begin{aligned} 39 \times 0.9326 + 40 \times 0.0001 + 41 \times 0.0673 \\ = 39 + 1 \times 0.0001 + 2 \times 0.0673 = 39.1347 \end{aligned}$$

$A_r(\text{地球})$ の原子量の計算

$A_r(\text{太陽})$ の原子量の計算

1・2-① 理論小問集合問題（出典：早稲田大学）

（1）の解答：（A）ウ、（B）ウ、（C）イ

（1）-（C）の計算；同位体の質量と存在比を眺めれば、 $A_r(\text{太陽}) < K < A_r(\text{地球})$ は自明である。計算をするにしても、原子量の計算には要領の良い計算方法を用いよう。

Kの原子量の計算

$$\begin{aligned} 39 \times 0.9326 + 40 \times 0.0001 + 41 \times 0.0673 \\ = 39 + 1 \times 0.0001 + 2 \times 0.0673 = 39.1347 \end{aligned}$$

$A_r(\text{地球})$ の原子量の計算

$$\begin{aligned} 36 \times 0.0034 + 38 \times 0.0006 + 40 \times 0.9960 \\ = 36 + 2 \times 0.0006 + 4 \times 0.9960 = 39.9852 \end{aligned}$$

$A_r(\text{太陽})$ の原子量の計算

1・2-① 理論小問集合問題（出典：早稲田大学）

（1）の解答：（A）ウ、（B）ウ、（C）イ

（1）-（C）の計算；同位体の質量と存在比を眺めれば、 $A_r(\text{太陽}) < K < A_r(\text{地球})$ は自明である。計算をするにしても、原子量の計算には要領の良い計算方法を用いよう。

Kの原子量の計算

$$\begin{aligned} 39 \times 0.9326 + 40 \times 0.0001 + 41 \times 0.0673 \\ = 39 + 1 \times 0.0001 + 2 \times 0.0673 = 39.1347 \end{aligned}$$

$A_r(\text{地球})$ の原子量の計算

$$\begin{aligned} 36 \times 0.0034 + 38 \times 0.0006 + 40 \times 0.9960 \\ = 36 + 2 \times 0.0006 + 4 \times 0.9960 = 39.9852 \end{aligned}$$

$A_r(\text{太陽})$ の原子量の計算

$$\begin{aligned} 36 \times 0.8417 + 38 \times 0.1581 + 40 \times 0.0020 \\ = 36 + 2 \times 0.1581 + 4 \times 0.0020 = 36.317 \end{aligned}$$

(2) の解答 : (A) **エ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(2) - (A) ~ (C) の計算

— 容器 1 での析出量の情報から、流れた電子の物質量を求める。 —

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した A g の質量 (g)}} =$$

— 上述 (流れた電子の物質量) の情報から、流れた電流の大きさを求める。 —

流れた電子の電気量 (C) = 電流の大きさ (A) × 電流を流した時間 (秒) であるから、

(A) の解答 : **エ**

— 上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 2 での析出量を求める。 —

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cu の質量 (g)}} =$$

(B) の解答 : **イ**

— 上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 3 での析出量を求める式を立てる。 —

$\text{Cr}^{n+} + n\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cr}$ とおくと、

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cr の質量 (g)}} =$$

(C) の解答 : **イ**

(2) の解答 : (A) **エ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(2) - (A) ~ (C) の計算

容器 1 での析出量の情報から、流れた電子の物質量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した A g の質量 (g)}} = \frac{1 \text{ (mol)}}{108 \text{ (g)}} = \frac{x \text{ [mol]}}{0.540} \quad \therefore x = 5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、流れた電流の大きさを求める。

流れた電子の電気量 (C) = 電流の大きさ (A) × 電流を流した時間 (秒) であるから、

(A) の解答 : **エ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 2 での析出量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cu の質量 (g)}} =$$

(B) の解答 : **イ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 3 での析出量を求める式を立てる。

$\text{Cr}^{n+} + n\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cr}$ とおくと、

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cr の質量 (g)}} =$$

(C) の解答 : **イ**

(2) の解答 : (A) **エ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(2) - (A) ~ (C) の計算

容器 1 での析出量の情報から、流れた電子の物質量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した A g の質量 (g)}} = \frac{1 \text{ (mol)}}{108 \text{ (g)}} = \frac{x \text{ [mol]}}{0.540} \quad \therefore x = 5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、流れた電流の大きさを求める。

流れた電子の電気量 (C) = 電流の大きさ (A) × 電流を流した時間 (秒) であるから、

$$9.65 \times 10^4 \times 5.00 \times 10^{-3} \times i \times 4825 \quad \therefore i = 0.10 \text{ (A)}$$

(A) の解答 : **エ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 2 での析出量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cu の質量 (g)}} =$$

(B) の解答 : **イ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 3 での析出量を求める式を立てる。

$\text{Cr}^{n+} + n\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$ とおくと、

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cr の質量 (g)}} =$$

(C) の解答 : **イ**

(2) の解答 : (A) **エ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(2) - (A) ~ (C) の計算

容器 1 での析出量の情報から、流れた電子の物質量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した A g の質量 (g)}} = \frac{1 \text{ (mol)}}{108 \text{ (g)}} = \frac{x \text{ [mol]}}{0.540} \quad \therefore x = 5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、流れた電流の大きさを求める。

流れた電子の電気量 (C) = 電流の大きさ (A) × 電流を流した時間 (秒) であるから、

$$9.65 \times 10^4 \times 5.00 \times 10^{-3} \times i \times 4825 \quad \therefore i = 0.10 \text{ (A)}$$

(A) の解答 : **エ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 2 での析出量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cu の質量 (g)}} = \frac{2 \text{ (mol)}}{64 \text{ (g)}} = \frac{5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}}{y \text{ (g)}} \quad \therefore y = 0.16 \text{ (g)}$$

(B) の解答 : **イ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 3 での析出量を求める式を立てる。

$\text{Cr}^{n+} + n\text{e}^- \longrightarrow \text{Cr}$ とおくと、

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cr の質量 (g)}} =$$

(C) の解答 : **イ**

(2) の解答 : (A) **エ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(2) - (A) ~ (C) の計算

容器 1 での析出量の情報から、流れた電子の物質量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した A g の質量 (g)}} = \frac{1 \text{ (mol)}}{108 \text{ (g)}} = \frac{x \text{ [mol]}}{0.540} \quad \therefore x = 5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、流れた電流の大きさを求める。

流れた電子の電気量 (C) = 電流の大きさ (A) × 電流を流した時間 (秒) であるから、

$$9.65 \times 10^4 \times 5.00 \times 10^{-3} \times i \times 4825 \quad \therefore i = 0.10 \text{ (A)}$$

(A) の解答 : **エ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 2 での析出量を求める。

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cu の質量 (g)}} = \frac{2 \text{ (mol)}}{64 \text{ (g)}} = \frac{5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}}{y \text{ (g)}} \quad \therefore y = 0.16 \text{ (g)}$$

(B) の解答 : **イ**

上述 (流れた電子の物質量) の情報から、容器 3 での析出量を求める式を立てる。

$\text{Cr}^{n+} + n\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$ とおくと、

$$\frac{\text{流れた電子の物質量 (mol)}}{\text{析出した Cr の質量 (g)}} = \frac{n \text{ (mol)}}{52 \text{ (g)}} = \frac{5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}}{0.130 \text{ (g)}} \quad \therefore n = 2 \text{ (価)}$$

(C) の解答 : **イ**

(3) の解答 ; (A) 、 (B) 、 (C)

(3) の解答 : (A) エ、(B) ア、(C) ウ

(4) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) オ

(4) - (B); 単なる濃度の換算に過ぎず、100 g の溶液を仮定すればよい。

電離を考慮することを忘れずに！

$$\frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} =$$

(B) の解答 : ウ

(4) - (C); $\pi = CRT$ に代入すればよいが、『100 mL の淡水を得る』に要注意！

$$\pi = \frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} \times RT =$$

(C) の解答 : オ

(4) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) オ

(4) - (B); 単なる濃度の換算に過ぎず、100 g の溶液を仮定すればよい。

電離を考慮することを忘れずに!

$$\frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} = \frac{\frac{3.3}{58.5} \times 2}{\frac{100}{1.02} \times \frac{1}{1000}} = 1.150 \text{ (mol/L)}$$

(B) の解答 : ウ

(4) - (C); $\pi = CRT$ に代入すればよいが、『100 mL の淡水を得る』に要注意!

$$\pi = \frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} \times RT =$$

(C) の解答 : オ

(4) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) オ

(4) - (B); 単なる濃度の換算に過ぎず、100 g の溶液を仮定すればよい。

電離を考慮することを忘れずに!

$$\frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} = \frac{\frac{3.3}{58.5} \times 2}{\frac{100}{1.02} \times \frac{1}{1000}} = 1.150 \text{ (mol/L)}$$

(B) の解答 : ウ

(4) - (C); $\pi = CRT$ に代入すればよいが、『100 mL の淡水を得る』に要注意!

$$\pi = \frac{\text{溶質 (mol)}}{\text{溶液 (L)}} \times R T = \frac{1.15}{\frac{1000 - 100}{1000}} \times 8.3 \times 10^3 \times 300 = 31.8 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

(C) の解答 : オ

(5) の解答 : (A) **ウ**、(B) **イ**、(C) **イ**
(5) - (A) ~ (C); 単純な混合気体の計算問題である。

酸素の分圧 =

(A) の解答 : **ウ**

全圧 =

(B) の解答 : **イ**

平均分子量 =

(C) の解答 : **イ**

(5) の解答 : (A) **ウ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(5) - (A) ~ (C); 単純な混合気体の計算問題である。

$$\text{酸素の分圧} = 3.0 \times 10^4 \times \frac{4.0}{6.0} = 2.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

(A) の解答 : **ウ**

全圧 =

(B) の解答 : **イ**

平均分子量 =

(C) の解答 : **イ**

(5) の解答 : (A) **ウ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(5) - (A) ~ (C); 単純な混合気体の計算問題である。

$$\text{酸素の分圧} = 3.0 \times 10^4 \times \frac{4.0}{6.0} = 2.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

(A) の解答 : **ウ**

$$\text{全圧} = 2.0 \times 10^4 + 1.2 \times 10^5 \times \frac{2.0}{6.0} = 6.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

(B) の解答 : **イ**

平均分子量 =

(C) の解答 : **イ**

(5) の解答 : (A) **ウ**、(B) **イ**、(C) **イ**

(5) - (A) ~ (C); 単純な混合気体の計算問題である。

$$\text{酸素の分圧} = 3.0 \times 10^4 \times \frac{4.0}{6.0} = 2.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

(A) の解答 : **ウ**

$$\text{全圧} = 2.0 \times 10^4 + 1.2 \times 10^5 \times \frac{2.0}{6.0} = 6.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

(B) の解答 : **イ**

$$\text{平均分子量} = 32 \times \frac{2.0 \times 10^4}{6.0 \times 10^4} + 28 \times \frac{4.0 \times 10^4}{6.0 \times 10^4} = 29.3$$

(C) の解答 : **イ**

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

-20℃ の氷 100 g から、0℃ の氷 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の水 100 g から、 t ℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

-20℃ の氷 100 g から、0℃ の氷 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の水 100 g から、t℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

-20℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

0℃ の水 100 g から、 t ℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

~~-20℃の水100gから、0℃の水100gへの変化に用いる熱量は ?~~

$$2.1 \times 100 \times 20 \times 10^{-3} = 4.2 \text{ (kJ)}$$

~~0℃の水100gから、0℃の水100gへの変化に用いる熱量は ?~~

0℃の水100gから、 t ℃の水100gへの変化に用いる熱量は ?

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

-20°C の氷 100 g から、0°C の氷 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$2.1 \times 100 \times 20 \times 10^{-3} = 4.2 \text{ (kJ)}$$

0°C の氷 100 g から、0°C の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$322 \times 100 \times 10^{-3} = 32.2 \text{ (kJ)}$$

0°C の水 100 g から、 t °C の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

-20℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$2.1 \times 100 \times 20 \times 10^{-3} = 4.2 \text{ (kJ)}$$

0℃ の氷 100 g から、0℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$322 \times 100 \times 10^{-3} = 32.2 \text{ (kJ)}$$

0℃ の水 100 g から、 t ℃ の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$4.2 \times 100 \times t \times 10^{-3} \text{ (kJ)}$$

すなわち、次式が成立する。

(C) の解答 : ウ

(6) の解答 : (A) ア、(B) ウ、(C) ウ

(6) - (B) の計算 ; 反応熱 = (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和)

プロパンガスの生成熱を x kJ/mol とすると、

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - x \quad \therefore x = 106 \text{ kJ/mol}$$

(B) の解答 : ウ

0.56 L のプロパンガスの燃焼による発熱量は ?

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

-20°C の氷 100 g から、0°C の氷 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$2.1 \times 100 \times 20 \times 10^{-3} = 4.2 \text{ (kJ)}$$

0°C の氷 100 g から、0°C の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$322 \times 100 \times 10^{-3} = 32.2 \text{ (kJ)}$$

0°C の水 100 g から、 t °C の水 100 g への変化に用いる熱量は ?

$$4.2 \times 100 \times t \times 10^{-3} \text{ (kJ)}$$

すなわち、次式が成立する。

$$55.5 = 4.2 + 32.2 + 4.2 \times 100 \times t \times 10^{-3} \quad \therefore t = 45.4 \text{ (°C)}$$

(C) の解答 : ウ

1・2-**2** 反応速度に関する問題（出典：北海道大学）

1行目～3行目+問1；一般的な反応速度式

題意の反応速度式

問1の解答；お

4行目～10行目；特殊な反応速度式

酢酸メチルの加水分解反応の反応速度式

11行目～18行目+問2；反応進行中の、酢酸メチル（反応物）の濃度と酢酸（生成物）の濃度の関係

ヒント：濃度の和は一定

反応進行中、次の関係式が成立する。

すなわち、

問2の解答； $6.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

1・2-**2** 反応速度に関する問題（出典：北海道大学）

1行目～3行目+問1；一般的な反応速度式

題意の反応速度式

$$v = k [A]^2$$

問1の解答；お

4行目～10行目；特殊な反応速度式

酢酸メチルの加水分解反応の反応速度式

11行目～18行目+問2；反応進行中の、酢酸メチル（反応物）の濃度と酢酸（生成物）の濃度の関係

ヒント：濃度の和は一定

反応進行中、次の関係式が成立する。

すなわち、

問2の解答； $6.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

1・2-② 反応速度に関する問題（出典：北海道大学）

1行目～3行目+問1；一般的な反応速度式

題意の反応速度式

$$v = k [A]^2$$

問1の解答：お

4行目～10行目；特殊な反応速度式

酢酸メチルの加水分解反応の反応速度式

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdots (3) \text{ 式}$$

反応物の濃度

生成物の濃度

11行目～18行目+問2；反応進行中の、酢酸メチル（反応物）の濃度と酢酸（生成物）の濃度の関係

ヒント：濃度の和は一定

反応進行中、次の関係式が成立する。

すなわち、

問2の解答： $6.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

1・2-② 反応速度に関する問題（出典：北海道大学）

1行目～3行目+問1；一般的な反応速度式

題意の反応速度式

$$v = k [A]^2$$

問1の解答：お

4行目～10行目；特殊な反応速度式

酢酸メチルの加水分解反応の反応速度式

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdots (3) \text{ 式}$$

反応物の濃度

生成物の濃度

11行目～18行目+問2；反応進行中の、酢酸メチル（反応物）の濃度と酢酸（生成物）の濃度の関係

ヒント：濃度の和は一定

反応進行中、次の関係式が成立する。

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] + [\text{CH}_3\text{COOH}] &= [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]_0 + [\text{CH}_3\text{COOH}]_0 \\ &= 5.0 \times 10^{-1} + 1.0 \times 10^{-1} \\ &= 6.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

すなわち、

問2の解答：6.0×10⁻¹ mol/L

1・2-**2** 反応速度に関する問題（出典：北海道大学）

1行目～3行目+問1；一般的な反応速度式

題意の反応速度式

$$v = k [A]^2$$

問1の解答：お

4行目～10行目；特殊な反応速度式

酢酸メチルの加水分解反応の反応速度式

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdots (3) \text{ 式}$$

反応物の濃度

生成物の濃度

11行目～18行目+問2；反応進行中の、酢酸メチル（反応物）の濃度と酢酸（生成物）の濃度の関係

ヒント：濃度の和は一定

反応進行中、次の関係式が成立する。

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] + [\text{CH}_3\text{COOH}] &= [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]_0 + [\text{CH}_3\text{COOH}]_0 \\ &= 5.0 \times 10^{-1} + 1.0 \times 10^{-1} \\ &= 6.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

すなわち、

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (4) \text{ 式}$$

問2の解答：6.0×10⁻¹ mol/L

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v =$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] =$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$\therefore k =$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$v =$

となり、

$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1})$ のとき、 $v =$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$ のとき、 $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol}/\text{L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3)式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{式}$$

(反応)速度定数の算出

(5)式に、 $v =$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] =$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k =$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} \text{ [L/(mol/s)]}$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5)式に $k = 1.1 \times 10^{-3} \text{ [L/(mol/s)]}$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v =$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v =$$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L) のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ [mol/(L} \cdot \text{s)]}$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] =$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k =$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v =$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v =$$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k =$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v =$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v =$$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol}/\text{L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})] \quad \text{※ 一次反応ではないので、単位に注意!}$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v =$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v =$$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})] \quad \text{※ 一次反応ではないので、単位に注意!}$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v =$$

言い換えれば、

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol}/\text{L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})] \quad \text{※ 一次反応ではないので、単位に注意!}$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v = 5.5 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

言い換えれば、

問4の解答：か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol}/\text{L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})] \quad \text{※ 一次反応ではないので、単位に注意!}$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol} \cdot \text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v = 5.5 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

言い換えれば $v \neq 0$

問4の解答： か

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

19行目～20行目+問3、4；酢酸メチル(反応物)の濃度だけで表した反応速度式

式の導入

(3) 式に(4)式を代入すると、

$$v = k [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3]) \cdots (5) \text{ 式}$$

(反応)速度定数の算出

(5) 式に、 $v = 8.8 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times 0.40 = 2.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L})$$

を代入すると、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})] \quad \text{※ 一次反応ではないので、単位に注意!}$$

問3の解答： $1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$

式のグラフの検討(形状の概略)

(5) 式に $k = 1.1 \times 10^{-3} [\text{L}/(\text{mol}/\text{s})]$ を代入すると、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$ を $[A]$ とおくと、

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

となり、

$$[A] = [A]_0 (= 5.0 \times 10^{-1}) \text{ のとき、 } v = 5.5 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

言い換えれば、 $v \neq 0$

問4の解答： 否

式のグラフの検討(最大値)

$$v = -1.1 \times 10^{-3} ([A] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

より明らかに、

$$[A] = 3.0 \times 10^{-1} (\text{mol}/\text{L}) \text{ のとき、 } v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$$

問5： $v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目:閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [] 個含まれている。

そのそれぞれは、[] 個の [] に囲まれている。

イ の解答：4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

ア の解答：MX

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目:閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [4] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [] 個含まれている。

そのそれぞれは、[] 個の [] に囲まれている。

イ の解答: 4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

ア の解答: MX

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目：閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [4] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [4] 個含まれている。

そのそれぞれは、[] 個の [] に囲まれている。

イ の解答：4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

ア の解答：MX

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目：閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [4] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [4] 個含まれている。

そのそれぞれは、[4] 個の [] に囲まれている。

イ の解答：4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

ア の解答：MX

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目：閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [4] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [4] 個含まれている。

そのそれぞれは、[4] 個の [陰イオン] に囲まれている。

イ の解答：4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

ア の解答：MX

1・2-③ イオン結晶に関する問題

1行目～5行目：閃亜鉛鉱型構造についての説明

図中の陰イオンの配置

図中の陰イオンは、面心立方格子における粒子の配置と同じである。

よって、単位格子中には陰イオンが [4] 個含まれている。

図中の陽イオンの配置

図中の陽イオンは、面心立方格子の正四面体隙間の半分に位置している。

よって、単位格子中には陽イオンが [4] 個含まれている。

そのそれぞれは、[4] 個の [陰イオン] に囲まれている。

イ の解答：4

図すなわち、閃亜鉛鉱型構造の組成式は、

MX である。

ア の解答：MX

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さを1とすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

すなわち、

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

ウ の解答 ; 0. 1 9 (計算の仕方によっては、0. 2 1)

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さをLとすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

$$r_+ + r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{3} L$$

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

すなわち、

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

ウ の解答 ; 0. 1 9 (計算の仕方によっては、0. 2 1)

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さをLとすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

$$r_+ + r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{3} L$$

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

$$r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{2} L$$

すなわち、

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

ウ の解答； 0. 1 9 （計算の仕方によっては、 0. 2 1 ）

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さをLとすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

$$r_+ + r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{3} L$$

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

$$r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{2} L$$

すなわち、

$$r_+ + r_- : r_- = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

ウ の解答: 0.19 (計算の仕方によっては、0.21)

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さをLとすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

$$r_+ + r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{3} L$$

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

$$r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{2} L$$

すなわち、

$$r_+ + r_- : r_- = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

$$\frac{r_+ + r_-}{r_-} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2} \quad \therefore \frac{r_+}{r_-} = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1 = \frac{1.4 \times 1.7}{2} - 1 = 0.19$$

ウ の解答: 0.19 (計算の仕方によっては、0.21)

6行目～10行目:閃亜鉛鉱型構造の限界半径比

単位格子の一辺の長さをLとすると、
立方体の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で r_+ と r_- が接しているので、

$$r_+ + r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{3} L$$

また、面の対角線上にある、その4分の1の長さの線分上で2つの r_- が接しているので、

$$r_- = \frac{1}{4} \times \sqrt{2} L$$

すなわち、

$$r_+ + r_- : r_- = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

よって、求める限界半径比 $\left(\frac{\text{陽イオン半径}}{\text{陰イオン半径}} \right)$ すなわち、 $\frac{r_+}{r_-}$ は、

$$\frac{r_+ + r_-}{r_-} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2} \quad \therefore \frac{r_+}{r_-} = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1 = \frac{1.4 \times 1.7}{2} - 1 = 0.19$$

注；有理化しない式を誘導して数値を代入すると、0.21

ウ の解答；0.19（計算の仕方によっては、0.21）

参考 興味がある方のために、ZnS 型、CaF₂ 型の単位格子を示しておきます。図 5 の○は面心立方格子を形成しています。●は、正四面体隙間（p85 を参照）と呼ばれる 4 つの○に囲まれた空間です。図 6 では、ZnS 型において、例えば、S²⁻が面心立方格子を形成し、Zn²⁺が正四面体隙間に、1 つおきに半分入っている様子が描かれています。図 7 では、CaF₂ 型において、Ca²⁺が面心立方格子を形成し、F⁻が正四面体隙間のすべてに入っている様子が描かれています。ちなみに、図 1 では、NaCl 型において、●（陰イオン）が面心立方格子を形成し、●（陽イオン）が正八面体隙間（p85 を参照）のすべてに入っている様子が描かれています。

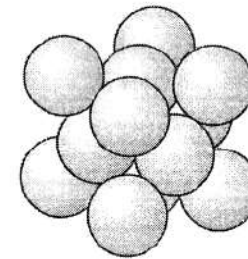
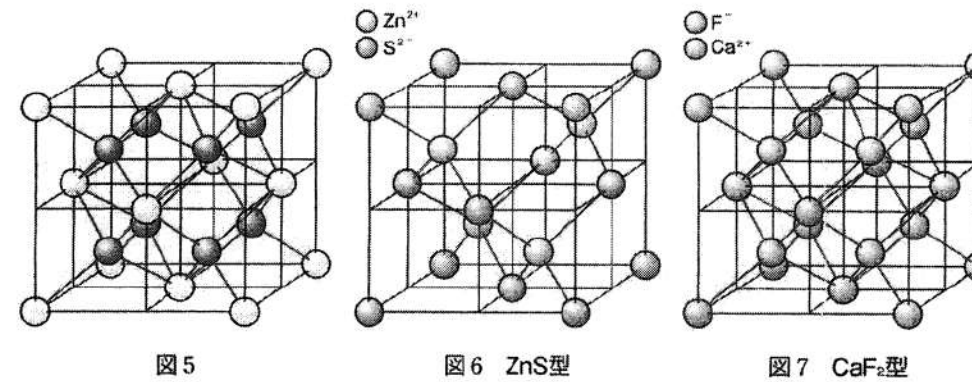
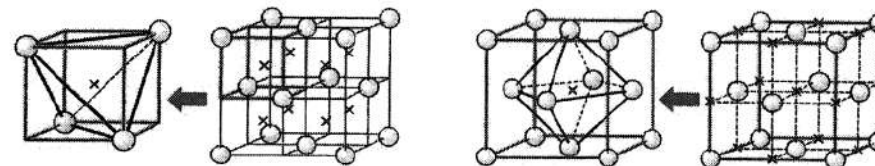


図 5 面心立方格子

参考 面心立方格子には、正四面体隙間と呼ばれる 4 個の原子に囲まれた隙間（下左側の 2 つの図中の×）と正八面体隙間と呼ばれる 6 個の原子に囲まれた隙間（下右側の 2 つの図中の×）があります。



●イオン半径の比から結晶の型を予想する 参考

前ページまでの結論として、 $\frac{r_+}{r_-} \geq \sqrt{2} - 1$ のとき、NaCl 型の結晶構造が安定であること、 $\frac{r_+}{r_-} \geq \sqrt{3} - 1$ のとき、CsCl 型の結晶構造が安定であることがわかりました。同様に、ZnS の結晶構造について検討すると、 $\frac{r_+}{r_-} \geq \frac{\sqrt{6}}{2} - 1$ のとき、ZnS 型の結晶構造が安定であることがわかります。すると、 $\frac{r_+}{r_-} \geq \sqrt{3} - 1$ のときには、ここまでの結論からは、ZnS 型 (4 配位)、NaCl 型 (6 配位)、CsCl 型 (8 配位) のすべてが安定な構造をとれることになります。しかし、実際には、 $\frac{r_+}{r_-} \geq \sqrt{3} - 1$ のときには、イオン結晶の構造は、CsCl 型になる可能性が高いのです。その理由は、イオン結晶では、1つのイオンができるだけ多くの反対符号のイオンに取り囲まれた方が安定である、つまり、配位数が多い方が安定であるからです。そのように考えると、イオン半径の比 (r_+/r_-) を求めることによって、次のまとめのように、結晶の型を予想することができます。

イオン半径の比と配位数から結晶の型を予想すると？ 

イオン半径の比 (r_+/r_-) の範囲	予想される結晶の型 (配位数)
0.225 以上～0.414 未満	閃亜鉛鉱 ZnS 型 (4)
0.414 以上～0.732 未満	塩化ナトリウム NaCl 型 (6)
0.732 以上～1 未満	塩化セシウム CsCl 型 (8)

ただし、この関係にあてはまらないイオン結晶もある。

イオン半径の比が大きいほど、配位数が大きい結晶の型をとる！

ちなみに、私達が学習するイオン結晶では、陽イオン半径に比べて陰イオン半径の方が大きいことが多いので、ここまでのイオン結晶の安定性に関する検討では、 $r_- > r_+$ と仮定して検討を行っています。

1・2－1 小問集合

【正解】

- (1) A : ウ B : ウ C : イ (2) A : エ B : イ C : イ (3) A : エ B : ア C : ウ
 (4) A : ア B : ウ C : オ (5) A : ウ B : イ C : イ (6) A : ア B : ウ C : ウ

【解説】

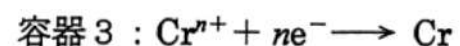
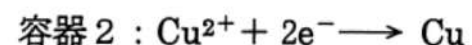
- (1) C : 各原子量の大小関係は、同位体の存在比より、 $\text{Ar}(\text{太陽}) < \text{K} < \text{Ar}(\text{地球})$ であることは容易に推測できる。ちなみに、 $\text{相対質量} \approx \text{質量数}$ とすると、各原子量は、

$$\text{K} = 39 \times 0.9326 + 40 \times 0.0001 + 41 \times 0.0673 \approx 39 + 2 \times 0.0673 = 39.1$$

$$\text{Ar}(\text{地球}) = 36 \times 0.0034 + 38 \times 0.0006 + 40 \times 0.9960 \approx 40$$

$$\text{Ar}(\text{太陽}) = 36 \times 0.8417 + 38 \times 0.1581 + 40 \times 0.0002 \approx 36 + 2 \times 0.1581 = 36.3$$

- (2) 各容器の陰極での反応は、容器 1 : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$



回路を流れた電子の物質量は、析出した Ag の質量より、 $\frac{0.540}{108} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

A : 流れた電流 $x \text{ (A)}$ は、

$$x \times 4825 = 5.00 \times 10^{-3} \times 9.65 \times 10^4 \quad \therefore x = 0.10 \text{ (A)}$$

B : 容器 2 で析出した Cu の質量は、

$$5.00 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} \times 64 = 0.16 \text{ (g)}$$

C : Cr イオンの価数 n は、

$$\frac{0.130}{52} \times n = 5.00 \times 10^{-3} \quad \therefore n = 2 \text{ (価)}$$

(3) コロイドは早稲田大で頻出である。

(4) B : 3.3%の海水(食塩水)のモル濃度は,

$$\frac{1 \times 10^3 \times 1.02 \times 0.033}{58.5} = 0.575 \text{ (mol/L)}$$

よって, 海水中のイオン濃度は (食塩は完全に電離していると考えて),

$$0.575 \times 2 = 1.15 \text{ (mol/L)}$$

C : 海水 1L から淡水 100mL を得た後の食塩水のイオン濃度は,

$$1.15 \times \frac{1000}{900} = 1.27 \text{ (mol/L)}$$

この食塩水の 27°C における浸透圧 x [Pa] は,

$$x = 1.27 \times 8.3 \times 10^3 \times 300 = 31.6 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

(5) A : 酸素の分圧は, ボイルの法則より,

$$3.0 \times 10^4 \times \frac{4.0}{4.0 + 2.0} = 2.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

B : 窒素の分圧は, ボイルの法則より,

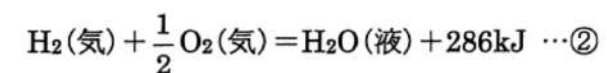
$$1.2 \times 10^5 \times \frac{2.0}{4.0 + 2.0} = 4.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

したがって, 全圧は, $(2.0 + 4.0) \times 10^4 = 6.0 \times 10^4 \text{ (Pa)}$

C : 求める平均分子量は,

$$32.0 \times \frac{2.0 \times 10^4}{6.0 \times 10^4} + 28.0 \times \frac{4.0 \times 10^4}{6.0 \times 10^4} = 29.3$$

(6) B : 与えられた燃焼熱より,



②式より, $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ の生成熱は 286kJ/mol , ③式より, $\text{CO}_2(\text{気})$ の生成熱は 394kJ/mol なので, プロパンガスの生成熱を $x[\text{kJ/mol}]$ とすると, ①式について,

反応熱 = (生成物の生成熱の和) - (反応物の生成熱の和) より,

$$2220 = (394 \times 3 + 286 \times 4) - (x) \quad \therefore x = 106 \text{ (kJ/mol)}$$

<別解> ② $\times$ 4 + ③ $\times$ 3 - ① より,



よって, プロパンガスの生成熱は 106kJ/mol となる。

C : 標準状態で 0.56L のプロパンガスの燃焼による発熱量は,

$$2220 \times \frac{0.56}{22.4} = 55.5 \text{ (kJ)}$$

-20°C の氷 100g が $t[^\circ\text{C}]$ の水 100g になったとすると, このときの吸熱量は次のとおりである。

-20°C の氷 100g	吸熱量
↓	$2.1 \times 100 \times 20 \times 10^{-3} = 4.2 \text{ (kJ)}$
0°C の氷 100g	
↓	$322 \times 100 \times 10^{-3} = 32.2 \text{ (kJ)}$
0°C の水 100g	
↓	$4.2 \times 100 \times t \times 10^{-3} \text{ (kJ)}$
$t[^\circ\text{C}]$ の水 100g	

したがって,

$$55.5 = 4.2 + 32.2 + 4.2 \times 100 \times t \times 10^{-3} \quad \therefore t = 45.4 (^\circ\text{C})$$

よって, (ウ) が正解である。

1・2-2 反応速度

【正解】

問1 (お) 問2 $6.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ 問3 $1.1 \times 10^{-3} \text{ L/(mol} \cdot \text{s)}$ 問4 (か)

問5 v_{max} ; $9.9 \times 10^{-5} \text{ L/(mol} \cdot \text{s)}$ $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]$; $3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

【解説】

問1 $v = k[\text{A}]^2$ を表すグラフを選ぶ。

問2 酢酸メチルと酢酸の濃度の和は、 $(5.0 \times 10^{-1} + 1.0 \times 10^{-1}) = 6.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ で一定である。

問3 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 5.0 \times 10^{-1} \times \frac{40}{100} = 2.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$ だから、式(5)より、

$$8.8 \times 10^{-5} = k \times 2.0 \times 10^{-1} \times (6.0 \times 10^{-1} - 2.0 \times 10^{-1})$$

$$\therefore k = 1.1 \times 10^{-3} \text{ (L/(mol} \cdot \text{s))}$$

問4, 5 式(5)より、

$$v = 1.1 \times 10^{-3} \times [\text{CH}_3\text{COOCH}_3] \times (6.0 \times 10^{-1} - [\text{CH}_3\text{COOCH}_3])$$

$$= -1.1 \times 10^{-3} \times ([\text{CH}_3\text{COOCH}_3] - 3.0 \times 10^{-1})^2 + 9.9 \times 10^{-5}$$

したがって、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ のとき、

$$v_{\text{max}} = 9.9 \times 10^{-5} \text{ L/(mol} \cdot \text{s)} \text{ となる。}$$

また、 $[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]_0 = 5.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ のとき、 $v = 5.5 \times 10^{-5} \text{ L/(mol} \cdot \text{s)}$ だから、問4のグラフは(か)である。

1・2-3 ZnS型結晶格子

【正解】

(ア) MX (イ) 4 (ウ) 0.19 または 0.21

【解説】

(ア) 単位格子中の陽イオン(M)は4個, 陰イオン(X)は $\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$ (個)なので, 組成式はMX と書ける。

(ウ) 陽イオンの半径を r_+ , 陰イオンの半径を r_- とすると, 両イオンの半径比が限界半径比に等しいとき

の $\frac{r_+}{r_-}$ の値は,

$$(r_+ + r_-) : r_- = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

$$\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{\frac{3}{2}} - 1 = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1 = \frac{1.4 \times 1.7}{2} - 1 = 0.19 \quad \text{または}$$

$$\frac{r_+}{r_-} = \sqrt{\frac{3}{2}} - 1 = \frac{1.7}{1.4} - 1 = 0.214$$
