

# 化学基礎・化学

## 問題 1

(1)

ア	アモルファス (非晶質)	イ	強 (大き)
ウ	低	エ	水素
オ	NaF (フッ化ナトリウム)	カ	小さ
キ	面心立方	ク	2

(2)

二酸化ケイ素	金属結晶	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶
ヨウ化カリウム	金属結晶	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶
二酸化炭素	金属結晶	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶
ナトリウム	金属結晶	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶

(3)

氷が水になると、水素結合が部分的に切れて水分子がすき間に入り込み、体積が減少するから。(43 文字)

(4)

黒鉛は炭素原子の 4 個の価電子のうち、3 個の電子を使って隣接する 3 個の炭素原子と共有結合している。残った 1 個の価電子は自由に動くことができるので電気を通す。(77 文字)

(5)

(a)

原子半径を  $r$ 、単位格子の一辺の長さを  $a$  とする。

図より、この結晶構造は体心立方格子である。

体心立方格子では次の関係が成り立つ。

$$r = \frac{\sqrt{3}}{4} a$$

ここで、 $a = 5.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$  を代入すると、

$$r = \frac{1.73}{4} \times 5.3 \times 10^{-8} \text{ cm} = 2.292 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

有効数字を考慮すると、 $2.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$

答 2.3×10<sup>-8</sup> cm

(b)

体心立方格子では、単位格子中に含まれる原子の数は2個である。

したがって、原子モル質量と結晶の密度のあいだに次の関係が成り立つ。

$$\frac{(\text{原子モル質量}/\text{アボガドロ定数}) \times 2}{(\text{一辺の長さ})^3} = \text{密度}$$

この式を変形して、

$$\text{原子モル質量} = \frac{(\text{一辺の長さ})^3 \times \text{密度} \times \text{アボガドロ定数}}{2}$$

になる。この式に与えられた数値を代入して、

$$\begin{aligned} \text{原子モル質量} &= \frac{(5.3 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 \times (0.87 \text{ g/cm}^3) \times (6.0 \times 10^{23} / \text{mol})}{2} \\ &= 38.857 \text{ (g/mol)} \end{aligned}$$

有効数字を考慮して、さらに、原子量は、原子モル質量と同じ値の無次元量であるから、原子量は39。

答 39

# 化学基礎・化学

## 問題 2

(1)

活性化エネルギー	$E_3 - E_2$
反応熱	$E_2 - E_1$

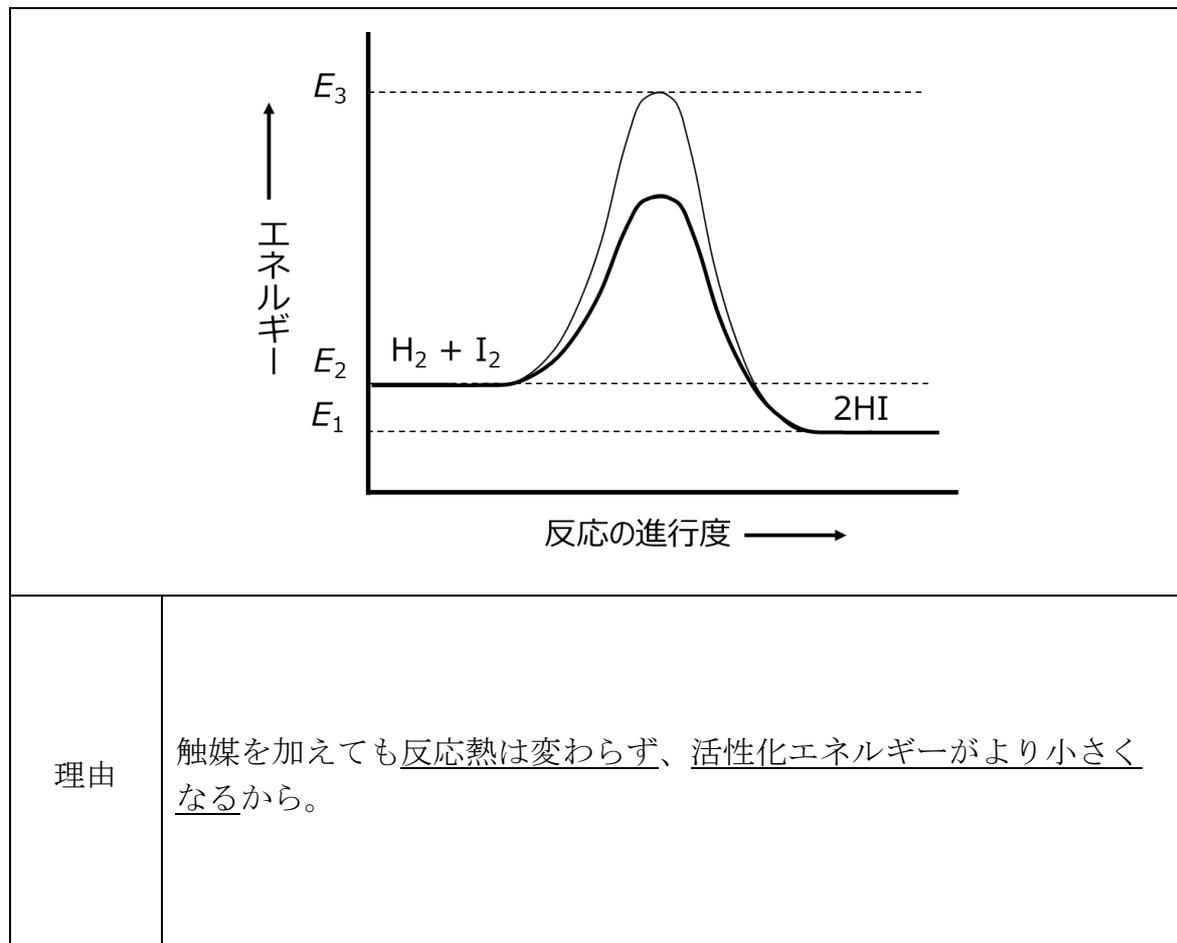
(2)

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;">発熱反応</div>	吸熱反応
---	------

(3)

速くなる	変わらない	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;">遅くなる</div>
------	-------	---

(4)



(5)

温度を上昇させると活性化エネルギーを超える運動エネルギーを持つ分子の割合が増え、分子が衝突した際に反応物が活性化状態になりやすくなるため。

(6)

(a)

平衡時における各物質の物質量 [mol] は次の通り。

	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI
反応前	2.3	4.0	0
変化量	-1.5	-1.5	+3.0
平衡時	0.8	2.5	3.0

反応容器の体積を V とすると

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left[\frac{3.0}{V}\right]^2}{\left[\frac{0.8}{V}\right]\left[\frac{2.5}{V}\right]} = \frac{3.0 \times 3.0}{0.8 \times 2.5} = 4.5$$

答 4.5

(b)

この反応において、気体の総物質量は変化しない。  
したがって温度一定に保った場合、圧力は常に 100 kPa のままである。

水素およびヨウ素の分圧 ( $P_{\text{H}}$  および  $P_{\text{I}}$ ) が 20 kPa の場合、平衡時のヨウ化水素の分圧  $P_{\text{HI}}$  は

$P_{\text{HI}} = 100 - 20 - 20 = 60 \text{ kPa}$  となる。

容器の体積を  $V$  [L] として、 $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HI}$  の物質量をそれぞれ  $n_{\text{A}}$ 、 $n_{\text{B}}$ 、 $n_{\text{C}}$  [mol] とすると、気体の状態方程式より、それぞれの気体のモル濃度 [mol/L] は

$$[\text{H}_2] = \frac{n_{\text{A}}}{V} = \frac{P_{\text{H}}}{RT}, \quad [\text{I}_2] = \frac{n_{\text{B}}}{V} = \frac{P_{\text{I}}}{RT}, \quad [\text{HI}] = \frac{n_{\text{C}}}{V} = \frac{P_{\text{HI}}}{RT}$$

となる。

したがって、濃度平衡定数  $K_{\text{c}}$  は

$$K_{\text{c}} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left[\frac{P_{\text{HI}}}{RT}\right]^2}{\left[\frac{P_{\text{H}}}{RT}\right]\left[\frac{P_{\text{I}}}{RT}\right]} = \frac{60 \times 60}{20 \times 20} = 9.0$$

答 9.0

# 化学基礎・化学

## 問題 3

(1)

ア	2	イ	アルカリ土類
ウ	塩基（アルカリ）		

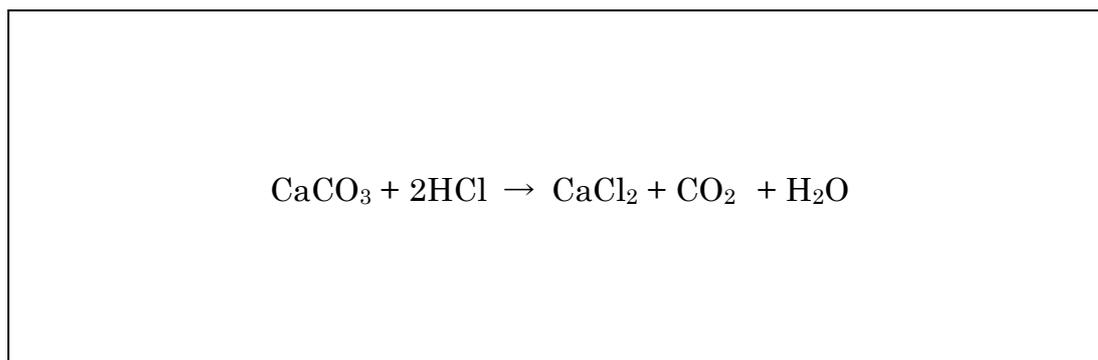
(2)

	名称	化学式
化合物 A	水酸化カルシウム	$\text{Ca(OH)}_2$
化合物 B	炭酸水素カルシウム	$\text{Ca(HCO}_3)_2$
化合物 C	酸化カルシウム	$\text{CaO}$

(3)

カルシウム	A	B	C	Ⓓ	E
ストロンチウム	A	Ⓑ	C	D	E
バリウム	A	B	Ⓒ	D	E

(4)





(6)

$\text{CaCl}_2$  は水溶液中で完全に電離するので、 $[\text{Ca}^{2+}] = 0.010 \text{ mol/L}$  である。

溶解度積の定義より、

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 6.7 \times 10^{-5}$$

であるから、炭酸カルシウムの沈殿が生じたときの  $\text{CO}_3^{2-}$  の濃度は

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{6.7 \times 10^{-5}}{[\text{Ca}^{2+}]} = \frac{6.7 \times 10^{-5}}{0.010} = 6.7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

液量は 100 mL であり、体積変化は無視できるので、炭酸カルシウムの沈殿が生じたときの  $\text{CO}_3^{2-}$  の物質量は

$$6.7 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 0.10 \text{ L} = 6.7 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

加えた炭酸ナトリウム水溶液の濃度は 0.50 mol/L なので、求める液量は

$$\frac{6.7 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.50 \text{ mol/L}} = 1.34 \times 10^{-3} \text{ L}$$

有効数字と単位を考慮すると、1.3 mL

答 1.3 mL

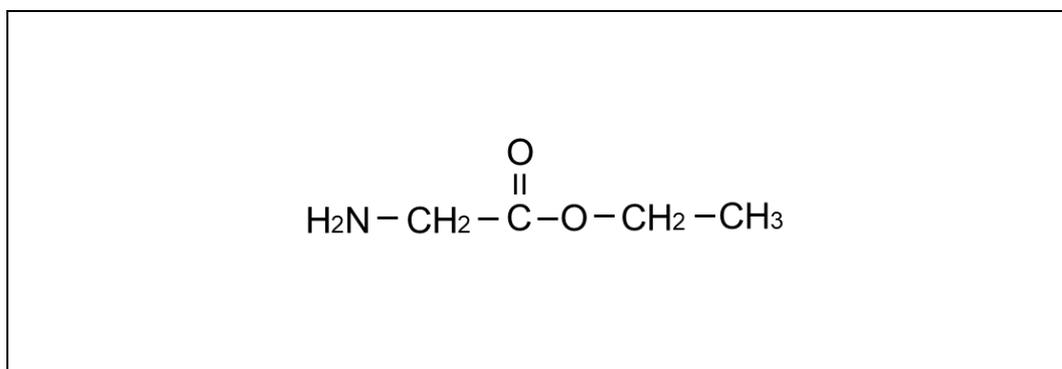
化学基礎・化学
---------

## 問題 4

(1)

A	リシン	B	グリシン
C	グルタミン酸		

(2)

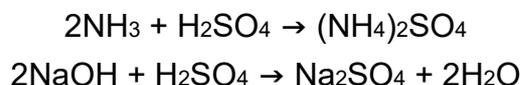


(3)

選択肢	ア <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">イ</span> ウ
理由	<p>アミノ酸 B (グリシン) は中性アミノ酸であり、pH4 (酸性) の水溶液中では、アミノ酸 B の大部分が陽イオン(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)になっており、電気泳動を行うと陰極へ移動する。</p>

(4)

アンモニアと硫酸、水酸化ナトリウムと硫酸の反応式はそれぞれ次のとおりである。



硫酸は 2 価の酸なので、

(発生したアンモニアの物質量) + (中和に必要とした水酸化ナトリウムの物質量) = 2 × (硫酸の物質量)

という関係が成り立つ。

したがって、発生したアンモニアの物質量を  $x$  [mol] とすると、

$$x + 0.10 \text{ (mol/L)} \times \frac{5.0}{1000} \text{ (L)} = 2 \times [5.0 \times 10^{-2}] \text{ (mol/L)} \times \frac{10}{1000} \text{ (L)}$$

が成り立つ。

これを解いて、

$$x = 5.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

が得られる。

アンモニア  $\text{NH}_3$  の分子モル質量は  $14 + 1.0 \times 3 = 17 \text{ (g/mol)}$  なので、発生したアンモニアの質量は、

$$5.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)} \times 17 \text{ (g/mol)} = 8.5 \times 10^{-3} \text{ (g)}$$

答 8.5 × 10<sup>-3</sup> g

(5)

(4) より、発生したアンモニアの物質量は、 $5.0 \times 10^{-4}$  mol である。

窒素 N の原子モル質量は 14 g/mol なので、発生したアンモニアのうち、窒素の質量は、

$$5.0 \times 10^{-4} (\text{mol}) \times 14 (\text{g/mol}) = 7.0 \times 10^{-3} (\text{g})$$

ある食品に含まれるタンパク質の質量を  $y$  [g] とすると、 $y$  のうち 16 % が窒素の質量なので、

$$y(\text{g}) \times \frac{16}{100} = 7.0 \times 10^{-3} (\text{g})$$

が成り立つ。

これを解いて、

$$y = 4.375 \times 10^{-2} (\text{g})$$

が得られる。

有効数字を考慮すると、 $4.4 \times 10^{-2}$  (g)

答 4.4 × 10<sup>-2</sup> g