

国公立大理系化学～直前講習会第1回～＜解答＞◆理論・無機①◆

<演習問題>

【1】

(1)

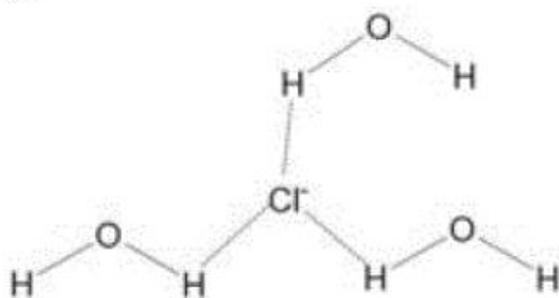
ア 水素

イ 親水

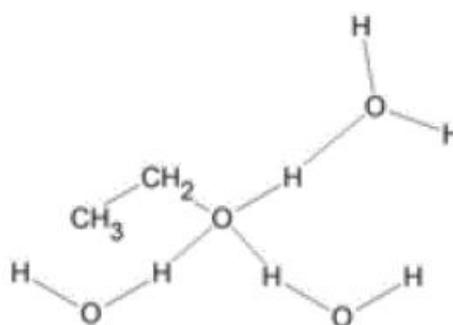
ウ 疎水

(2)

(i)



(ii)



(3)

あ (c)

い (b)

う (a)

え (f)

お (e)

か (d)

(4)

(i)

0.73

(ii)

0.41

(iii)

A 1

B 8

C 4

D 6

E 8

F 6

き CsCl

く CsCl

け NaCl

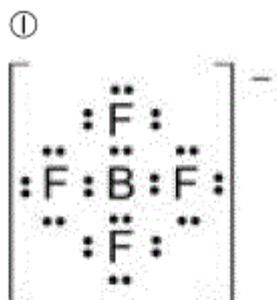
こ NaCl

【2】

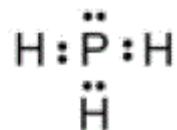
<解答>

(1)

(i)



②



(ii)

③, ⑤

(iii)

②, ④

(2)

(i)

1.3

(ii)

充填剤 1 : (エ)      充填剤 2 : (イ)

(iii)

カラム 1 の化学反応式 :  $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$

カラム 2 の化学反応式 :  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(iv)

(c)

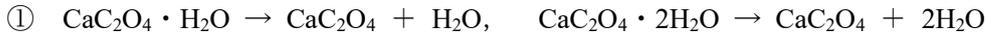
(v)

$\text{CO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$

<解説>

(2)(i)  $\text{CaC}_2\text{O}_4=128$ ,  $\text{H}_2\text{O}=18$  より,  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}=146$ ,  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}=164$

シュウ酸カリウム水和物を熱分解すると, 以下のように段階的に反応が起こる。



よって, 問題文中の①の質量減少では, 水の脱離が起きたことになる。

一水和物  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  が  $x(\text{mol})$ , 二水和物  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  が  $y(\text{mol})$  あったとすると, 条件より  $128x + 128y = (146x + 164y) \times 0.82$

$$\text{これを計算すると, } 23x = 18y \quad \text{よって, } \frac{y}{x} = \frac{23}{18} \approx 1.3$$

【3】 <解答>

(1) (ア) +IV (イ) +VI

(2) 空气中で溶液を流し出すと, 亜硫酸ナトリウム水溶液が多量の空気と接触して酸化されてしまうから。(46字)

(3) 微量のデンプンを加えると,  $\text{I}_2$  分子が残存しているうちは青色を示すが,  $\text{I}_2$  分子がなくなると無色になる。(50字)

(4) (ウ) 1 (エ)  $2.5 \times 10^{-4}$  (オ) 10.0 (5)  $1.5 \times 10^{-3} \text{ mol/h}$

<解説>

(4) ヨウ素溶液 50 mL 中には  $5.0 \times 10^{-2} \times \frac{50}{1000} = 2.5 \times 10^{-3} [\text{mol}]$  の  $\text{I}_2$  が含まれる。

また, 亜硫酸ナトリウム溶液 5.0 mL 中には

$$0.45 \times \frac{5.0}{1000} = 2.25 \times 10^{-3} [\text{mol}] \text{ の } \text{Na}_2\text{SO}_3 \text{ が含まれる。}$$

したがって, 反応式②より, 残存する  $\text{I}_2$  は

$2.5 \times 10^{-3} - 2.25 \times 10^{-3} = 2.5 \times 10^{-4} [\text{mol}]$  である。反応式③より, この2倍の物質量のチオ硫酸ナトリウムと反応するから, 求める滴定量を  $v [\text{mL}]$  とおくと

$$2.5 \times 10^{-4} \times 2 = 5.0 \times 10^{-2} \times \frac{v}{1000} \quad \text{よって } v = 10.0 [\text{mL}]$$

(5) 酸素と反応しないときの滴定量 10.0 mL が, 酸素と反応した結果 12.0 mL になったので, チオ硫酸ナトリウムと反応した  $\text{I}_2$  は 1.20 倍。

$$2.5 \times 10^{-4} \times 1.20 = 3.0 \times 10^{-4} [\text{mol}]$$

これだけの  $\text{I}_2$  が[操作2]で残ったのだから  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  と反応した  $\text{I}_2$  の物質量は

$$2.5 \times 10^{-3} - 3.0 \times 10^{-4} = 2.20 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

これは, [操作2]のはじめの反応液 5.0 mL に残っていた  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  の物質量に等しい。

はじめ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  は  $2.25 \times 10^{-3} \text{ mol}$  あったので, 酸素に酸化された  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  は

$$2.25 \times 10^{-3} - 2.20 \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-5} [\text{mol}]$$

よって, 反応式①より, 反応した酸素は  $5.0 \times 10^{-5} \div 2 = 2.5 \times 10^{-5} [\text{mol}]$

これは, [操作2]の反応液 5.0 mL あたりなので, [操作1]の反応液 300 mL あたりでは

$$2.5 \times 10^{-5} \times \frac{300}{5.0} = 1.5 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

これだけの酸素が反応したので、これは溶解した酸素の物質量である。したがって、酸素の溶解速度は  $1.5 \times 10^{-3} \text{ mol/h}$  である。

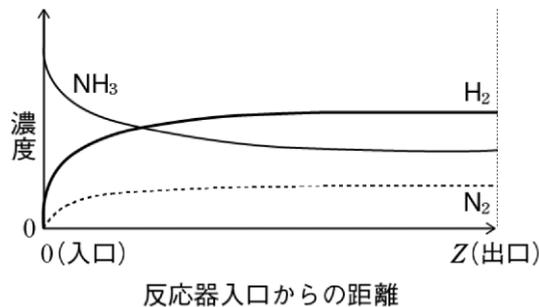
【4】<解答>

問1 (ア) 吸 (イ) 46

問2  $\text{NH}_3 : 2.00 \text{ mol/min}$      $\text{N}_2 : 1.00 \text{ mol/min}$

問3  $2.00 \text{ mol/L}$     問4  $3.00(\text{mol/L})^2$

問5 [右図]



問6 C【理由】Arのモル流量を増加させた分だけ圧力が増加するが、体積流量は実験1と同じなので、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NH}_3$ の濃度は変化しない。そのため平衡は移動せず、出口における $\text{H}_2$ のモル流量は変化しない。

問7 A【理由】体積流量が増加すると $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NH}_3$ の濃度が減少し、圧力が高くなる方向に平衡が移動する。そのため出口における $\text{H}_2$ モル流量は大きくなる。

<解説>

問2  $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$

出口における $\text{H}_2$ のモル流量が  $3.00 \text{ mol/min}$  なので、反応式の係数比より、出口までに生成した $\text{N}_2$ は  $1.00 \text{ mol/min}$ 、反応した $\text{NH}_3$ は  $2.00 \text{ mol/min}$ 、未反応の $\text{NH}_3$ は、 $4.00 - 2.00 = 2.00(\text{mol/min})$

問3 出口におけるモル流量の総和は、

$$3.00 + 1.00 + 2.00 + 6.00 = 12.00(\text{mol/min})$$

入口におけるモル流量の総和は、

$$4.00 + 6.00 = 10.00(\text{mol/min})$$

このとき混合気体の体積流量が  $1.25 \text{ L/min}$ 。圧力は容器内で一定なので、出口における混合気体の体積流量はモル流量の総和に比例する。

$$1.25 \times \frac{12.00}{10.00} = 1.50(\text{L/min})$$

よって、 $\text{H}_2$ のモル濃度は、

$$[\text{H}_2] = \frac{\text{H}_2\text{のモル流量}}{\text{混合気体の体積流量}} = \frac{3.00}{1.50} = 2.00(\text{mol/L})$$

問4 問3と同様にして、出口における $\text{N}_2$ と $\text{NH}_3$ のモル濃度を求めると、

$$[\text{N}_2] = \frac{1.00}{1.50}(\text{mol/L}), \quad [\text{NH}_3] = \frac{2.00}{1.50}(\text{mol/L})$$

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{1.00}{1.50} \times \left(\frac{3.00}{1.50}\right)^3 = 3.00(\text{mol/L})^2$$

問5 各物質の濃度変化の傾きの大きさは、反応式の係数に比例する。出口では平衡状態になっているので、傾きは0となる。