

第1問

- ア 分子量が大きいほどファンデルワールス力が強くなるから。
- イ $MgO > CaO > NaF > KF$
- ウ Na, K, Rb, Cs のいずれか
理由：アルカリ金属は価電子の数が少なく、金属結合が弱いから。
- エ 図1-4の単位格子には水分子が4個含まれる。したがって、氷の密度は、

$$\frac{\frac{18.0}{6.0 \times 10^{23}} \times 4}{0.45 \times 0.45 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 0.74 \times 10^{-21}} = 0.923$$

したがって、氷の密度 $0.92 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ は、液体の水の密度 $1.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ よりも低い。

※ 計算の手順によっては、氷の密度は $0.93 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ となる。

- オ (A) : (3) (B) : (3)
カ 溶質のモル分率は $(1-x)$ で表されるから、

$$1-x = \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{0.0720}{100}$$

希薄水溶液 S の質量モル濃度を $m [\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}]$ とすると、溶質のモル分率について、

$$\frac{0.0720}{100} = \frac{m}{\frac{1000}{18.0} + m} \doteq \frac{m}{\frac{1000}{18.0}} \quad m = \frac{1000}{18.0} \times \frac{0.0720}{100} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$\Delta T_b = K_b m$ より、

$$\Delta T_b = 0.52 \times \frac{1000}{18.0} \times \frac{0.0720}{100} = 0.0208$$

答 0.021 K

- キ 圧力 P_1 において、加熱して温度勾配をつけることで、昇華しない物質は X に残し、化合物 A よりも昇華・凝華する温度が低い物質は Z に析出させ、A は中間の位置に凝華させるようにする必要がある。
- ク a, b : 再結晶、抽出 (順不同)
理由：溶媒を用いる手法により精製した固体物質には、溶媒分子が含まれる可能性があるから。
- ケ 気体の状態方程式より、

$$\frac{2.00 \times 10^7 \times 18.0}{8.31 \times 10^3 \times 650} \times 10^{-3} = 6.66 \times 10^{-2}$$

答 $6.7 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

- コ 蒸発エンタルピー(または、蒸発熱)

第2問

ア 塩化水素の水への溶解度は非常に大きいので、凝縮水に主に含まれる。二酸化炭素、硫化水素の水への溶解度は塩化水素にくらべて小さく、かつ塩化水素の溶解によって凝縮水は酸性であり、さらに水へ溶解しにくくなるため、残留気体に主に含まれる。

イ (あ)

$$[\text{H}^+] = 10^{-8.3} = 5.0 \times 10^{-9} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

K_1 , K_2 の式より、

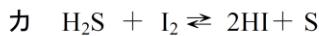
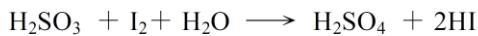
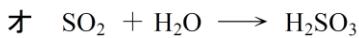
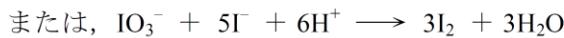
$$\begin{aligned} [\text{CO}_2]:[\text{HCO}_3^-]:[\text{CO}_3^{2-}] &= \frac{5.0 \times 10^{-9} \times [\text{HCO}_3^-]}{5.0 \times 10^{-7}} : [\text{HCO}_3^-] : \frac{5.0 \times 10^{-11} \times [\text{HCO}_3^-]}{5.0 \times 10^{-9}} \\ &= 1.0 \times 10^{-2} : 1 : 1.0 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

よって、炭酸水素カルシウムのみかけの溶解度を $x [\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}]$ とすると、

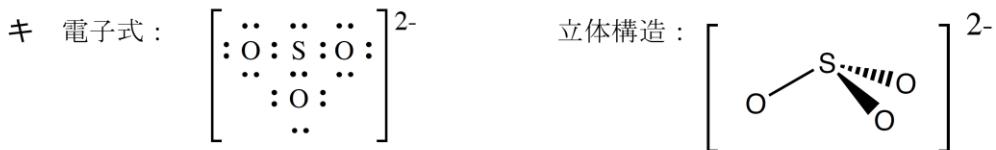
$$[\text{Ca}^{2+}] = x, \quad [\text{CO}_3^{2-}] = 2x \times \frac{1.0 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-2} + 1 + 1.0 \times 10^{-2}} = \frac{2x}{102}$$

$$K_{\text{sp}} = x \times \frac{2x}{102} = 5.0 \times 10^{-9} \quad \text{よって, } x = \sqrt{25.5} \times 10^{-4} \doteq 5 \times 10^{-4} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

ウ この溶液中には硫化水素が溶け、かつ塩基性なので、硝酸銀水溶液を加えると、硫化銀の沈殿が生成するから。



理由：硫黄は水に溶けにくく、硫黄の沈殿生成側に反応が進行するから。



理由：亜硫酸イオンには、中心の硫黄原子に3つの共有電子対と、1つの非共有電子対がある。これら4つの電子対が硫黄原子を中心とした四面体の頂点方向に配置される。四面体の頂点の3か所に酸素原子が結合しているので、亜硫酸イオンは三角錐構造をとると考えられる。

ク $K = \frac{K_{GQ}K_{WW}}{K_{GW}K_{WQ}}$

ケ 問クの解答の式の常用対数を考えると,

$$\begin{aligned}\log_{10} K &= \log_{10} K_{GQ} + \log_{10} K_{WW} - \log_{10} K_{GW} - \log_{10} K_{WQ} \\ &= \alpha_G \beta_Q + \alpha_W \beta_W - \alpha_G \beta_W - \alpha_W \beta_Q = (\alpha_G - \alpha_W)(\beta_Q - \beta_W)\end{aligned}$$

問クの式(3)が右に偏るとき, $K > 1$, すなわち $\log_{10} K > 0$ なので, 上式より条件1, または条件2のいずれかとわかる。

コ 条件1: 分子Gと溶媒分子Wの間および分子Qと溶媒分子Wの間の水素結合よりも, 分子Gと分子Qの間の水素結合の方が強い。

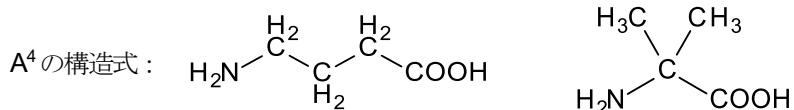
条件2: 分子Gと溶媒分子Wの間および分子Qと溶媒分子Wの間の水素結合よりも, 溶媒分子Wどうしの間の水素結合の方が強い。

サ G:(き) Q:(き)

水分子どうしの間には水素結合が形成されるため, 疎水部と水分子の間の結合よりも, 水分子間の結合の方が強いので, 条件2と考えられる。

第3問

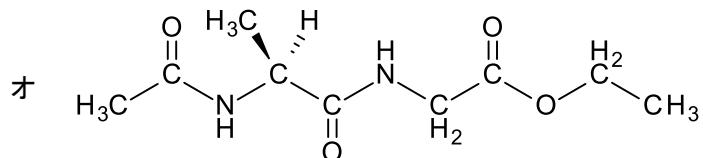
ア 試薬:(4) 液性:(7)

イ A¹:リシン A²:アラニン A³:グリシン(または A¹:アスパラギン酸 A²:リシン A³:グリシン)(または A¹:グルタミン酸 A²:リシン A³:グリシン)

ウ あ:立体異性体(ジアステレオ異性体, ジアステレオマー)

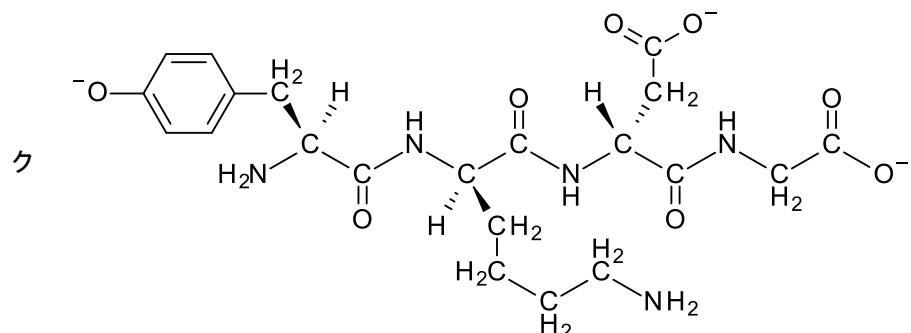
い:活性化エネルギー う:手前

エ 4種類



カ アミノ基がアセチル基で保護されたアミノ酸の脱保護時にはアミド結合の加水分解が起こるが、同じ条件下ペプチド結合の加水分解も起こるから。

キ ろ過して溶液を除く。

ケ 工程③のペプチド結合の形成は完全には進行せず、脱保護されたアミノ酸 Y⁴ のアミノ基が一部未反応で残っているため、小分けした樹脂ビーズをニンヒドリン溶液に浸し加熱しても呈色しなくなるまで、工程③を行なう。