

第1問

I

ア 再結晶

イ a 33, 温度 10 °C

ウ 水溶液X中の硫酸ナトリウムの質量を x [g], 水の質量を y [g] とする。
60°Cの飽和水溶液について,

$$\frac{x+10}{y} = \frac{45}{100}$$

20°Cの飽和水溶液について,

$$\frac{x - 32.2 \times \frac{142}{322}}{y - 32.2 \times \frac{180}{322}} = \frac{20}{100}$$

$$x = 27.0 \text{ (g)}, y = 82.4 \text{ (g)}$$

求める値は,

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \quad 27.0 \times \frac{322}{142} = 61.2 \text{ (g)}$$

$$\text{水 } 27.0 + 82.4 - 61.2 = 48.2 \text{ (g)}$$

(答) 十水和物 61 g, 水 48 g

エ 発熱反応

理由 温度を高くすると平衡は吸熱反応の方向に移動する。温度を高くすると溶解度が減少することから、析出反応が吸熱反応なので、溶解反応は発熱反応である。

II

オ 水は分子間で水素結合を形成するが、ヘキサンの分子間には水素結合より弱いファンデルワールス力のみがはたらくから。

カ 77°Cまたは78°C

キ 55°Cのヘキサンの分圧は $0.65 \times 10^5 \text{ Pa}$, 水蒸気の分圧は $0.15 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、分圧の比と気体の物質量の比は等しいことから、水蒸気の物質量は,

$$0.10 \times \frac{0.15 \times 10^5}{0.65 \times 10^5} = 0.0230 \text{ (mol)}$$

(答) $2.3 \times 10^{-2} \text{ mol}$

ク (1)

理由 全圧一定の下では、水が凝縮し始めるまでは、窒素、水蒸気、ヘキサンの分圧はいずれも一定である。また、水が凝縮し始めてからヘキサンの凝縮が始まるまでは、水蒸気の分圧は水の蒸気圧曲線に従って減少し、窒素、ヘキサンの分圧はいずれも増加する。ヘキサンが凝縮し始めてからは、ヘキサンの分圧はヘキサンの蒸気圧曲線に従って減少する。

第2問

I

- ア (1) $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$, 三角すい (2) $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$, 直線 (3) $:\ddot{\text{F}}:\text{B}:\ddot{\text{F}}:$, 正三角形
 H :F:

イ 原子半径を r , 単位格子の1辺の長さを a とすると, $8r = \sqrt{3}a$ であり, 単位格子中に原子が8個含まれるから, 求める割合は,

$$\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 8}{a^3} \times 100 = \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{\sqrt{3}}{8}\right)^3 \times 8 \times 100 = 3.39 \times 10 \text{ (%)}$$

(答) $3.4 \times 10 \text{ %}$

ウ ホウ素原子の3個の価電子がすべて共有結合に使われているから。

エ (2), (5)

オ 温度が下がる理由: スズが析出して鉛濃度がしだいに増加し, 凝固点降下度が増大するから。

鉛の質量: 23 g の鉛を溶かしたときの凝固点降下度は $232 - 228 = 4 \text{ (K)}$ であり, 凝固点降下度は溶質である鉛の量に比例するから, 求める鉛の質量は,

$$23 \times \frac{232 - 220}{4} = 6.9 \times 10 \text{ (g)}$$

(答) $6.9 \times 10 \text{ g}$

II

カ a 金属結合 b 低い c 原子半径

キ 化学反応式: $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$

全電子数: 17

ク 陽イオン性が強い: ナトリウム

理由: ナトリウムの方が水素より電気陰性度が小さいから。

化学反応式: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$ ケ イオン: Cs^+

根拠: クラウンエーテルAの場合から類推すると, クラウンエーテルBの空隙に対して, イオン半径が $0.33 - (0.28 - 0.13) = 0.18 \text{ (nm)}$ であるイオンが最適であり, 平衡定数が最大となると考えられる。これに最も近いイオンは Cs^+ である。

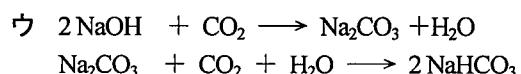
第3問

I

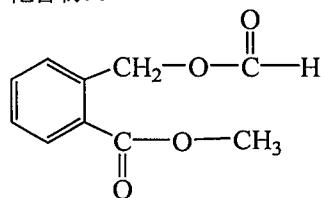
ア (4)

理由 共洗いに用いた水酸化ナトリウム水溶液が残るので、Aと反応した水酸化ナトリウムの量が決められなくなる。

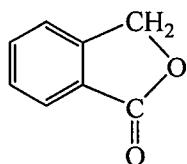
イ 名称 エステル結合 個数 2 (注)



エ 化合物A



化合物C



オ (2), (4)

II

カ a (3) d (1)

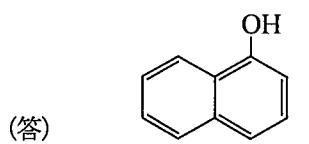
キ (2), (4)

ク 12通り

ケ Dの炭素と水素の原子数の比は、実験6より、

$$\frac{165.0}{44.0} : \frac{27.0}{18.0} \times 2 = 5 : 4$$

実験7より、Dはフェノール類であるから、炭素原子数は6以上である。分子量が144.0であることを考慮すると、分子式は $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}$ に決まる。炭素原子10個がすべてベンゼン環の炭素原子であることから、ナフタレンの構造をもつことがわかり、水素原子が結合していない炭素原子が三つ並んだ構造をもつことから、次の構造に決まる。



コ [c] RとL1の結合率が80%であることから、式(2)より、

$$K_{L1} = \frac{0.80}{(1 - 0.80)[L1]} \quad \text{よって, } [L1] = \frac{4.0}{K_{L1}}$$

(答) $\frac{4.0}{K_{L1}}$

[e] RとL1の結合率が10%であることから、

$$\frac{[R \cdot L1]}{[R] + [R \cdot L1] + [R \cdot L2]} = 0.10 \quad \cdots \textcircled{1}$$

[c]と同じく、 $\frac{[R \cdot L1]}{[R]} = \frac{0.80}{1 - 0.80}$ であるから、 $[R \cdot L1] = 4.0[R]$

これを式①に代入して、 $[R \cdot L2] = 35[R]$

式(4)より、 $1000K_{L1} = \frac{35[R]}{[R][L2]}$ よって、 $[L2] = \frac{3.5 \times 10^{-2}}{K_{L1}}$

(答) $\frac{3.5 \times 10^{-2}}{K_{L1}}$

(注) 与えられた分子式と実験2の結果のみを考えた場合、Aとして次のような化合物も可能になるため、エステル結合の数は1もあり得る。

