

化学基礎・化学

問題 1

(1)

溶かした NaCl と KNO₃ の質量は、

$$\text{NaCl} : 90.0 \text{ g} \times \frac{30.0}{100} = 27.0 \text{ g}$$

$$\text{KNO}_3 : 90.0 \text{ g} - 27.0 \text{ g} = 63.0 \text{ g}$$

20 °C に冷却しても、表 1 の溶解度より NaCl の量は 37.8 g / 100 g 水を下回るため、析出しない。一方、KNO₃ の溶解度は 20 °C で 31.6 g / 100 g なので、

$$63.0 \text{ g} - 31.6 \text{ g} = 31.4 \text{ g}$$

の KNO₃ が析出する。

有効数字 3 桁より、31.4 g

NaCl は析出しない
答
KNO₃ は 31.4 g 析出する

(2)

溶けにくい	A	B	C
少し溶ける	A	B	C
よく溶ける	A	B	C

(3)

(a)

表 2 より、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ において水 1 L に溶ける酸素 O_2 の物質量は、 $1.39 \times 10^{-3}\text{ mol}$ である。

よって、 $3.03 \times 10^5\text{ Pa}$ の酸素が水 20 L に溶ける物質量は、

$$1.39 \times 10^{-3}\text{ mol} \times \frac{3.03 \times 10^5\text{ Pa}}{1.01 \times 10^5\text{ Pa}} \times \frac{20\text{ L}}{1\text{ L}} = 8.34 \times 10^{-2}\text{ mol}$$

有効数字 3 桁より、 $8.34 \times 10^{-2}\text{ mol}$

答 $8.34 \times 10^{-2}\text{ mol}$

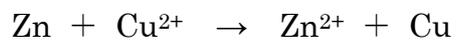
(b)

窒素 N_2 の分圧	<p>60 °C における水の飽和蒸気圧と酸素の分圧を x とすると、空気には窒素 : 酸素 = 物質質量比 4 : 1 で含まれるので、</p> <p>窒素 N_2 の分圧 = $4x$ [Pa] 酸素 O_2 の分圧 = x [Pa]</p> <p>となる。空気の全圧は 1.20×10^5 Pa なので、</p> <p>$x + x + 4x = 6x = 1.20 \times 10^5$ Pa $x = 2.00 \times 10^4$ Pa</p> <p>よって、窒素の分圧は、</p> <p>$4x = 2.00 \times 10^4 \times 4 = 8.00 \times 10^4$ Pa となる。</p> <p style="text-align: right;">答 <u> 8.00×10^4 Pa </u></p>
窒素 N_2 が水 1.00 L に溶けている物質質量	<p>60 °C において窒素 N_2 が容器内の水 1 L に溶けている物質質量は、表 2 と上で求めた分圧より、</p> <p>$4.84 \times 10^{-4} \text{ mol} \times \frac{8.00 \times 10^4 \text{ Pa}}{1.01 \times 10^5 \text{ Pa}} \times \frac{1.00 \text{ L}}{1.00 \text{ L}} \doteq 3.834 \times 10^{-4} \text{ mol}$</p> <p>有効数字 3 桁より、</p> <p>窒素 N_2 が水 1.00 L に溶けている物質質量は $3.83 \times 10^{-4} \text{ mol}$</p> <p style="text-align: right;">答 <u> $3.83 \times 10^{-4} \text{ mol}$ </u></p>

化学基礎・化学

問題 2

(1)



(2)

Ⓐ B C D Ⓔ

(3)

ZnSO₄水溶液と CuSO₄水溶液が混ざり、負極側の亜鉛板上に銅が析出する反応が起こり、電気エネルギーを取り出すことができなくなる。

(4)

正極	A	B	C	Ⓔ	E
負極	A	B	Ⓒ	D	E

(5)

正極	PbO ₂ + 4H ⁺ + SO ₄ ²⁻ + 2e ⁻ → PbSO ₄ + 2H ₂ O
負極	Pb + SO ₄ ²⁻ → PbSO ₄ + 2e ⁻

(6)

$$\frac{5.00 \times (2 \times 60 \times 60 + 40 \times 60 + 50)}{9.65 \times 10^4} = 0.500$$

答 0.500 mol

(7)

電子 e^- 1 mol あたり 1 mol の硫酸が消費されるので、

$$1.00 \times 10^3 \times 1.25 \times \frac{30}{100} - 0.5 \times (1.00 \times 2 + 32.0 + 16.0 \times 4) = 3.26 \times 10^2$$

答 3.26×10^2 g

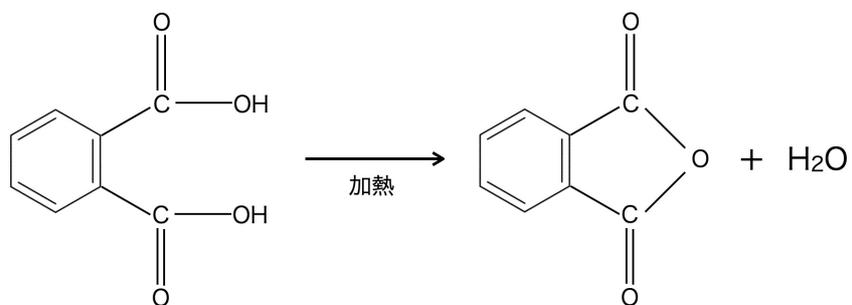
化学基礎・化学

問題 3

(1)

化合物 E の 名称	フタル酸
化合物 F の 名称	無水フタル酸

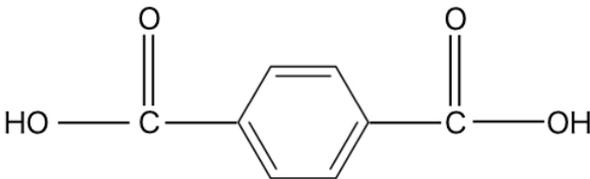
化学反応式



(2)

化合物 B の 名称	<i>m</i> -キシレン (<i>m</i> -ジメチルベンゼン、1,3-ジメチルベンゼンでも正解)
化合物 B の 構造式	

(3)

化合物 G の 名称	テレフタル酸
化合物 G の 構造式	

(4)

化合物 H はポリエチレンテレフタレート (PET) である。

PET の構成単位

$[-O-(CH_2)_2-O-CO-C_6H_4-CO-]$

の式量は

$$16 + (12 + 1 \times 2) \times 2 + 16 + 12 + 16 + (12 \times 6 + 1 \times 4) + 12 + 16 = 192$$

であるから、構成単位の数 (重合度) は

$$\frac{9.6 \times 10^4}{192} = 500$$

である。

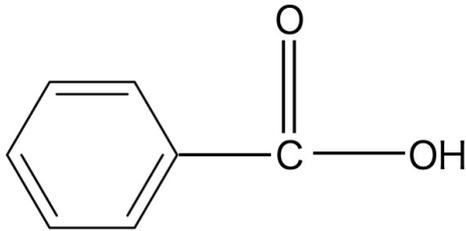
PET の構成単位中にエステル結合は 2 個ある。

また、分子末端にはエステル結合が無いので、分子全体におけるエステル結合の数は

$$500 \times 2 - 1 = 999 \approx 1.0 \times 10^3 \text{ (個)}$$

答 1.0 × 10³ 個

(5)

化合物 I の 名称	安息香酸
化合物 I の 構造式	

(6)

融点が最も 高い化合物	A	B	Ⓒ
その理由	<p>化合物 A は <i>o</i>-キシレン、化合物 B は <i>m</i>-キシレン、化合物 C は <i>p</i>-キシレンである。<i>p</i>-キシレンは他の二種の構造異性体よりも分子の対称性が高い。</p> <p>そのため、<i>p</i>-キシレンは固体の状態では、他の二種の構造異性体よりも規則正しい配列をとっていると考えられる。</p> <p>そのため、分子間の距離が近くなり、分子同士にはたらく分子間力が大きくなる。</p> <p>分子間力が大きいほど物質の融点は高くなるので <i>p</i>-キシレンが三種の構造異性体のうちでもっとも融点が高くなる。</p>		

化学基礎・化学

問題 4

(1)

ア	黄リン (白リン)	イ	自然発火
ウ	赤リン	エ	吸湿 (潮解)
オ	十酸化四リン (五酸化二リン)	カ	過リン酸石灰

(2)

a	SiO_2	b	C
---	----------------	---	---

(3)

c	P_4
---	--------------

(4)

①	$4\text{P} + 5\text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$ $(\text{P}_4 + 5\text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10})$
②	$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$
③	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$

(5)

最外殻の電子殻の名称	M 殻
最外殻電子の数	5

(6)

NaH_2PO_4 の濃度は $0.30 \times (100/200) = 0.15 \text{ mol/L}$

Na_2HPO_4 の濃度は $0.10 \times (100/200) = 0.05 \text{ mol/L}$

どちらも弱酸と強塩基の塩なので、水溶液中では完全に電離する



$$K_2 = [\text{H}^+] [\text{HPO}_4^{2-}] / [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 6.3 \times 10^{-8} \text{ mol/L より}$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 6.3 \times 10^{-8} \times ([\text{H}_2\text{PO}_4^-] / [\text{HPO}_4^{2-}]) = 6.3 \times 10^{-8} \times (0.15/0.05) \\ &= 189 \times 10^{-9} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] = -\log (189 \times 10^{-9}) = 9 - \log 189 \\ &= 9 - \log (3^3 \times 7) = 9 - \log 7 - 3 \times \log 3 \\ &= 9 - 0.85 - 3 \times 0.48 = 6.71 \end{aligned}$$

答 6.71