

化 学

I

解答

問 1. ④ 問 2. ⑤ 問 3. ③ 問 4. ⑤ 問 5. ④

問 6. ① 問 7. ⑥ 問 8. ③ 問 9. ④ 問 10. ⑤

問 11. ② 問 12. ⑤

解説

《小問集合》

問 1. ④不適。黄リンは空気中では酸素と反応し自然発火するため、水中に保存する。

問 3. a. 誤文。ナトリウムとカリウムは 1 価の陽イオンになる。

b. 誤文。マグネシウムイオンはネオンと同じ電子配置 (K : 2, L : 8) である。c. 正文。

問 5. a・b. 正文。c. 誤文。共有結合の結晶である黒鉛は電気をよく通し、ケイ素の単体も半導体である。

問 6. 0.5 カラットのダイヤモンド (式量 12) に含まれる炭素原子の物質量は

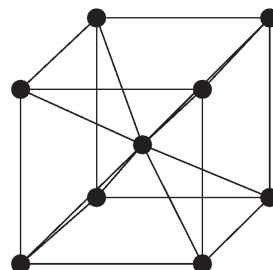
$$\frac{0.20 \times 0.50}{12} = \frac{1}{120} [\text{mol}]$$

問 8. 体心立方格子には, 計 2 個 $\left(\text{頂点 } \frac{1}{8} \times 8 + \text{中心 } 1 \right)$

の原子が含まれる。

したがって, 鉄の密度は

$$\frac{\frac{56}{6.0 \times 10^{23}} \times 2}{(2.9 \times 10^{-8})^3} = 7.77 \div 7.8 [\text{g/cm}^3]$$



問 9. a. 正文。b. 正文。気体と液体が共存する気液平衡では, 圧力は蒸気圧を示す。

c. 誤文。体積を半分にすると圧力は2倍になるが、100°Cにおける飽和蒸気圧を超えているため、水蒸気は凝縮し、気液平衡となる。そのため、圧力は飽和蒸気圧である $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ を示す。

問10. 求める体積を $V[\text{L}]$ とすると、シャルルの法則より

$$\frac{22.4}{273} = \frac{V}{273+t}$$

$$V = \frac{273+t}{273} \times 22.4$$

問11. ドルトンの分圧の法則より、反応前の窒素の分圧は

$$1.2 \times 10^5 \times \frac{0.30}{0.30 \times 3} = 4.0 \times 10^4 [\text{Pa}]$$

水素が燃焼しても窒素の物質量は変化しないので、体積一定の容器では分圧も変化しない。

問12. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (式量 250) 250 g には CuSO_4 (式量 160) が 160 g 含まれる。よって

$$\frac{40}{100} = \frac{\frac{160}{250}w}{100 + \frac{90}{250}w}$$

Ⅱ

解答

問1. (1)—⑤ (2)—② (3)—⑤ (4)—⑤

問2. (1)—⑤ (2)—⑦ (3)—⑥ (4)—⑤ (5)—⑦

問3. (1)—④ (2)—⑤ (3)—②

問4. (1)—② (2)—⑥ (3)—② (4)—⑦

解説

《電離平衡，酸化還元，イオン交換膜法，化学平衡》

問1. (3) a・c. 正文。b. 誤文。弱酸とその塩もしくは弱塩基とその塩の混合水溶液が緩衝液である。水酸化カリウムは強塩基である。

(4) 正塩の水溶液の性質はもとの酸や塩基の強弱によって決まる。

a : Na_2SO_4 中性 (H_2SO_4 : 強酸 NaOH : 強塩基)

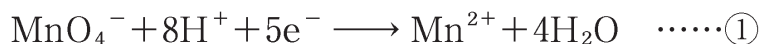
b : CuCl_2 酸性 (HCl : 強酸 $\text{Cu}(\text{OH})_2$: 弱塩基)

c : Na_2CO_3 塩基性 (H_2CO_3 : 弱酸 NaOH : 強塩基)

d : NH_4NO_3 酸性 (HNO_3 : 強酸 NH_3 : 弱塩基)

e : KCl 中性 (HCl : 強酸 KOH : 強塩基)

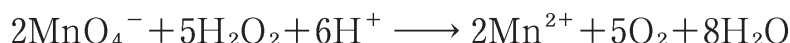
問 2 . (2) 過マンガン酸カリウムが酸化剤として働くときの e^- を含む反応式は



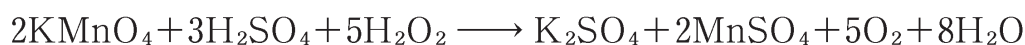
(3) 過酸化水素が還元剤として働くときの e^- を含む反応式は



①式 $\times 2$ +②式 $\times 5$ より



両辺に 2K^+ と 3SO_4^{2-} を足すと

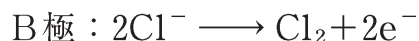
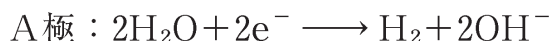


(5) 式①, ②および酸化還元の量的関係より, 求める体積を $v[\text{mL}]$ とすると

$$0.0500 \times \frac{10.0}{1000} \times 5 = 0.0100 \times \frac{v}{1000} \times 2$$

$$\therefore v = 125[\text{mL}]$$

問 3 . (1) それぞれの電極で起こる反応は



A 極は還元反応が起こるため陰極, B 極は酸化反応が起こるため陽極である。

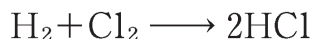
(2) 電気分解により A 極では陰イオンが過剰になり, B 極では陽イオンが過剰になる。電荷のバランスを取るために, B 極の Na^+ が陽イオン交換膜を通過し A 極へ移動することにより NaOH が生成する。

(3) A 極の反応式より生じる水酸化物イオンと電子の物質量は等しいので, 電流を流した時間を t 秒とすると, ファラデーの法則より

$$\frac{7.00 \times t}{9.65 \times 10^4} = 0.0100$$

$$\therefore t = 137.8 \div 138 \text{ 秒}$$

また, 水素と塩素は光により爆発的に反応し塩化水素を生じる。



問 4 . (3) 化学平衡時の物質量は次のようになる。



反応前	12	0	[mol]
変化量	$-x$	$+2x$	[mol]
平衡時	$12-x$	$2x$	[mol]

化学平衡の法則より

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{2x}{8.0}\right)^2}{\frac{12-x}{8.0}} = 0.50$$

$$x^2 + x - 12 = 0$$

$$\therefore x = 3.0, -4.0$$

$x > 0$ より, 平衡状態における二酸化窒素の濃度は

$$\frac{2 \times 3.0}{8.0} = 0.75 [\text{mol/L}]$$

(4) 各物質の分圧の変化は次のとおり。

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	2NO_2	
反応前	1.0		0	$\times 10^5 [\text{Pa}]$
変化量	-1.0×0.60		$+2 \times 1.0 \times 0.60$	$\times 10^5 [\text{Pa}]$
平衡時	0.40		1.2	$\times 10^5 [\text{Pa}]$

したがって, 全圧は $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる。



解答

問 1. (1)—④ (2)—④ (3)—⑤ (4)—⑤

問 2. (1)—③ (2)—② (3)—① (4)—⑤

解説

《硫酸, 両性金属》

問 1. (1) a・b. 正文。c. 誤文。斜方硫黄や単斜硫黄の分子式は S_8 である。

(2) ①不適。硫酸の不揮発性を利用した塩化水素の製法である。



②不適。硫酸の強酸性を利用した水素の製法である。



③不適。熱濃硫酸の酸化作用を利用した二酸化硫黄の製法である。



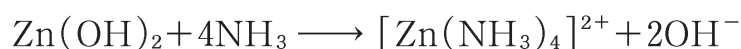
(4) 硫黄原子に着目すると 1 mol の FeS_2 (式量 120) から, 2 mol の硫酸 H_2SO_4 (分子量 98) が生じる。したがって, 黄鉄鉱 240 kg から生じる硫酸は

$$\frac{240}{120} \times 2 \times 98 = 392 [\text{kg}]$$

よって, 収率は

$$\frac{294}{392} \times 100 = 75 [\%]$$

問 2. (3) a. 正文。b. 誤文。亜鉛はアンモニアと錯イオンを形成するが, 鉛は形成しないため, 水酸化鉛は溶解しない。



c. 誤文。硫化鉛は黒色だが, 硫化亜鉛は白色である。

IV

解答

問 1. (1)—③ (2)—③

問 2. (1)—⑥ (2)—⑥ (3)—⑤ (4)—⑤

問 3. (1)—③ (2)—② (3)—④

解説

《元素分析, エステル, 芳香族化合物》

問 1. (1) a: 試料をナトリウムとともに加熱すると S^{2-} を生じる。

b: 試料をソーダ石灰とともに加熱すると NH_3 を生じる。

c: 試料を完全燃焼させると H_2O を生じる。

(2) エタノールを濃硫酸とともに約 130°C に加熱すると, 分子間で脱水しジエチルエーテル (化合物 A) を生じる。同様に約 170°C に加熱するとエチレン (化合物 B) を生じる。c. 正文。

a. 誤文。ジエチルエーテルは常温で液体であり, エチレンは気体である。

b. 誤文。ジエチルエーテル $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ の同族体は, ジメチルエーテル CH_3OCH_3 などである。

問 2. (2) エステル A に含まれる炭素, 水素, 酸素の質量は, 生じた二酸化炭素 (分子量 44) と水 (分子量 18) の質量より

$$\text{C} : 0.66 \times \frac{12}{44} = 0.18 [\text{g}]$$

$$\text{H} : 0.27 \times \frac{2.0}{18} = 0.030 [\text{g}]$$

$$\text{O} : 0.33 - (0.18 + 0.030) = 0.12 [\text{g}]$$

したがって、化合物 A の組成比は

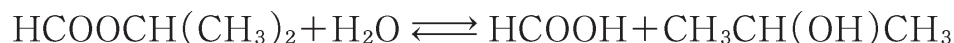
$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{0.18}{12} : \frac{0.030}{1.0} : \frac{0.12}{16} = 2 : 4 : 1$$

よって、組成式は $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ である。加水分解により 2 分子生じることからエステル結合を 1 つもつので、分子式は $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ と考えられる。

(4) 化合物 B は銀鏡反応を示す酸性物質であるため、ギ酸 HCOOH である。

化合物 C はヨードホルム反応を示す炭素数が 3 のアルコールであるので、2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ である。

したがって、A の加水分解の反応式は次のように表すことができる。



問 3. (1) トルエンの一置換体には *o*-, *m*-, *p*- の 3 種類の構造異性体が考えられる。

(3) a・b. 正文。c. 誤文。アニリンは塩酸とは中和反応により塩を生成するため、よく溶ける。

