

2014 年度大学入試センター試験 解説〈化学 I〉

第 1 問 物質の構成

問 1 a 1 g に含まれる分子 (分子量 M) の数は, アボガドロ定数を N_A [1/mol] とすると $\frac{1}{M} \times N_A$ [個] と表すことができる。よって, 分子量 M が最も小さい分子の分子数が最も多い。分子量は,

- ① $\text{H}_2\text{O} = 18$ ② $\text{N}_2 = 28$ ③ $\text{C}_2\text{H}_6 = 30$ ④ $\text{Ne} = 20$ ⑤ $\text{O}_2 = 32$
 ⑥ $\text{Cl}_2 = 71$

となり, ①が解答。

(答) 1 ...①

b 炭素 ^{14}C は原子番号 = 陽子の数 = 6 であり, 中性子の数 = 質量数 - 陽子の数 = $14 - 6 = 8$ となる。よって, 陽子の数 : 中性子の数 = $6 : 8 = 3 : 4$

(答) 2 ...④

問 2 元素は, A 炭素 C, D 酸素 O, E ナトリウム Na, G マグネシウム Mg, J アルミニウム Al, L 塩素 Cl である。これらの元素からなる物質の分子式や組成式は次のようになる。

- ① CCl_4 ② Na_2O ③ NaCl ④ MgO ⑤ MgCl_2 ⑥ Al_2O_3

よって, ③が誤り。

(答) 3 ...③

問 3 ③イオン結晶である塩化ナトリウム NaCl は, 固体状態で電気を導かない。水に溶かしたり, 融解して液体にすると, イオンが動けるようになるので, 電気を導く。

(答) 4 ...③

問 4 HCl の分子量は 36.5 であり, この希塩酸のモル濃度 [mol/L] は,

$$\frac{50 \times \frac{36.5}{100} \times \frac{1}{36.5} \text{ mol}}{0.500 \text{ L}} = 1.0 \text{ [mol/L]}$$

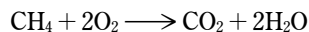
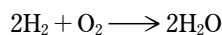
となる。

(答) 5 ...④

問 5 物質質量比が 2 : 1 なので、水素 H_2 の物質量を $2x$ [mol]、メタン CH_4 の物質量を x [mol] とおくことができる。標準状態で 1 mol の気体は 22.4 L を占めるので、この混合気体について、次の (1) 式が成り立つ。

$$\frac{2x}{\text{H}_2 \text{ [mol]}} + \frac{x}{\text{CH}_4 \text{ [mol]}} = \frac{3.0}{22.4} \quad \cdots (1)$$

また、混合気体を完全燃焼させるときの化学反応式は次のようになる。



完全燃焼に必要な空気を V [L] とおくと、必要な O_2 の物質量について、次の (2) 式が成り立つ。

$$2x \times \frac{1}{2} + x \times 2 = V \times \frac{20}{100} \times \frac{1}{22.4} \quad \cdots (2)$$

よって、(1), (2) 式から

$$V = 15 \text{ [L]}$$

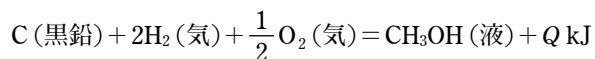
(答) 6 …⑤

問 6 ②お茶は、茶葉から味や香りの成分を湯で抽出している。

(答) 7 …②

第 2 問 物質の変化

問 1 メタノール CH_3OH の生成熱 Q [kJ/mol] は、次の熱化学方程式で示される。



反応熱 = (反応物の燃焼熱の総和) - (生成物の燃焼熱の総和) の関係から、 Q を求める式を次のように表すことができる。

$$Q = (Q_2 + 2Q_3) - Q_1 = -Q_1 + Q_2 + 2Q_3$$

(答) 8 …⑥

問 2 エタン C_2H_6 の物質量を x [mol] とすると、プロパン C_3H_8 の物質量は $1 - x$ [mol] となる。

燃焼熱と発熱量について、次の関係式が成り立つ。

$$1560 \times x + 2220 \times (1 - x) = 2000$$

$$x = \frac{1}{3} \text{ [mol]}$$

よって、エタン C_2H_6 とプロパン C_3H_8 の物質量の比は、

$$x : 1 - x = \frac{1}{3} : \frac{2}{3} = 1 : 2$$

となる。

(答) 9 …②

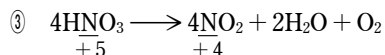
問 3 a グラフの概形から、弱酸を強塩基で中和滴定していることがわかる。

(答) 10 …①

b 中和点が弱塩基性なので、変色域が塩基性側にあるフェノールフタレインを用いる。

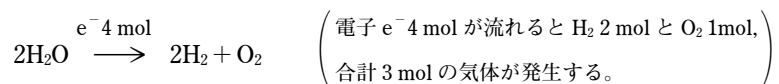
(答) 11 …②

問 4 下線で示した原子の酸化数が減少しているものを選ぶ。



(答) 12 …③

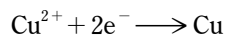
問 5 ①NaOH や④H₂SO₄ を溶かした水溶液を電気分解すると、両極でおこる変化は次のようになる。



よって、電子が 0.4 mol 流れたとき、両極で発生した気体の物質量の総和が①, ④では $0.4 \times \frac{3}{4} = 0.3 \text{ mol}$ となる。

(答) 13 ・ 14 …①・④ (順不同)

問 6 ダニエル電池の銅電極 (正極) では次の反応がおこる。



よって、銅電極では、

$$\frac{0.50 \times 193}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{2} \times 64 = 0.032 \text{ g}$$

の銅 Cu が析出する。つまり、0.032 g 増加する。

(答) 15 …⑤

第 3 問 無機物質

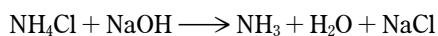
問 1 ③銀は、単体の金属のうちで最も電気伝導性が高い。

(答) 16 …③

問 2 ④過酸化水素 H₂O₂ の酸素の酸化数は -1 である。

(答) 17 …④

問 3 ③アンモニア NH_3 を実験室で得るには、塩化アンモニウム NH_4Cl に NaOH などの強塩基を加える。

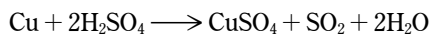


(答) 18 …③

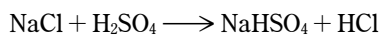
問 4 ④亜鉛イオン Zn^{2+} とアルミニウムイオン Al^{3+} を含む水溶液にアンモニア水を加えていくと、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ と $\text{Al}(\text{OH})_3$ の白い沈殿が生じるが、さらに加えると $\text{Zn}(\text{OH})_2$ の沈殿だけが溶け、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿は溶けない。つまり、亜鉛のみに当てはまる。

(答) 19 …④

問 5 実験 I では、濃硫酸の酸化作用を利用して二酸化硫黄 SO_2 を発生させている。

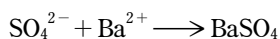
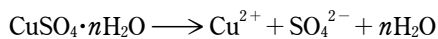


実験 II では、濃硫酸の不揮発性を利用して塩化水素 HCl を発生させている。



(答) 20 …①

問 6 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (式量 $160 + 18n$) を水に溶かし、 BaCl_2 水溶液を十分に加えると BaSO_4 (式量 233) の沈殿が得られる。



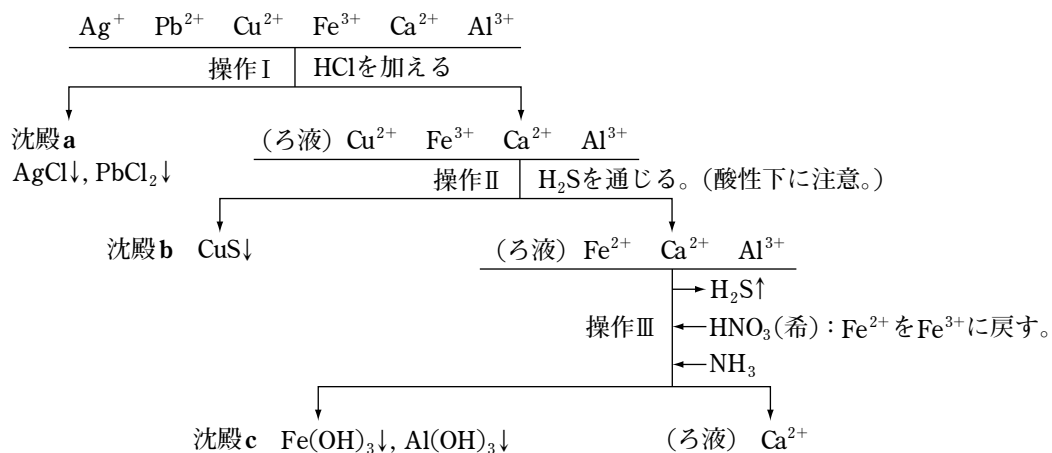
上の反応式から、次の関係式が成り立つ。

$$\frac{1.78}{160 + 18n} \left[\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} \\ \text{[mol]} \end{array} \right] \times 1 \left[\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{SO}_4^{2-} \\ \text{[mol]} \end{array} \right] \times 1 \left[\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{BaSO}_4 \\ \text{[mol]} \end{array} \right] = \frac{2.33}{233} \left[\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{BaSO}_4 \\ \text{[mol]} \end{array} \right]$$

よって、 $n = 1$ とわかる。

(答) 21 …①

問 7 選択肢中にあるすべての金属イオンに操作 I ～ III を行うと次のようになる。



よって、分離された金属イオンは沈殿 a は Ag^+ か Pb^{2+} 、沈殿 b は Cu^{2+} 、沈殿 c は Fe^{3+} か Al^{3+} とわかる。②には、これらのすべてが含まれている。

(答) 22 …②

第 4 問 有機化合物

問 1 a $\cdots \text{C}(=\text{O})\text{O}\cdots$ は③エステル結合

(答) 23 …③

b $-\text{OH}$ は⑧ヒドロキシ基 (ヒドロキシル基)

(答) 24 …⑧

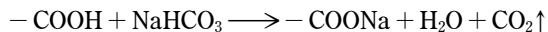
c $-\text{NO}_2$ は⑦ニトロ基

(答) 25 …⑦

問 2 ①ジクロロメタン $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ には、構造異性体が存在しない。

(答) 26 …①

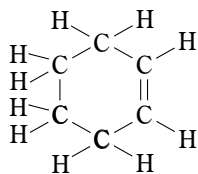
問 3 a 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を加えると、二酸化炭素 CO_2 が発生したとあるので、カルボキシ基 $-\text{COOH}$ をもつステアリン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ が乳酸 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ のいずれかとわかる。



そして、下層（水層）に含まれていたことから、水に溶解しやすい④乳酸 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ とわかる。

(答) 27 ...④

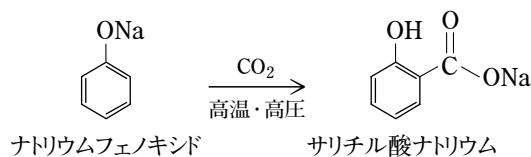
b Br_2 の赤褐色が消えたという記述から、 $\text{C}=\text{C}$ をもつ②のシクロヘキセン C_6H_{10} とわかる。



シクロヘキセン

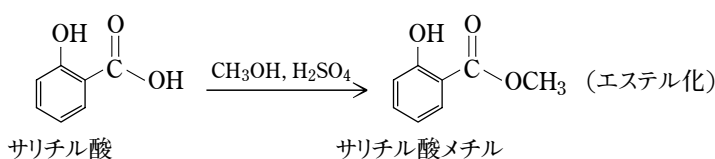
(答) 28 ...②

問 4 サリチル酸ナトリウムは、高温・高圧のもとで、ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素 CO_2 を反応させてつくられる。



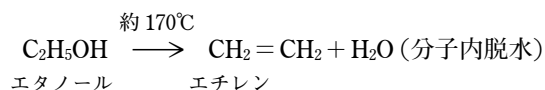
(答) 29 ...②

サリチル酸にメタノール CH_3OH と濃硫酸 H_2SO_4 を作用させると、エステル化によりサリチル酸メチルを生じる。



(答) 30 ...④

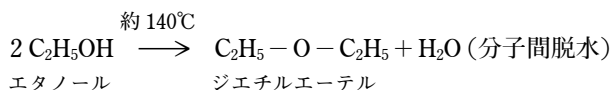
問5 濃硫酸 H_2SO_4 にエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を滴下して約 170°C で反応させると、エチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ が発生する。



a ⑤捕集した気体はエチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ であり、触媒を用いて3分子を重合させるとベンゼンになる気体はアセチレン $\text{CH}\equiv\text{CH}$ である。

(答) 31 …⑤

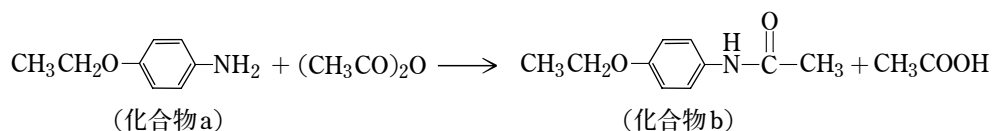
b 反応温度を $130 \sim 140^\circ\text{C}$ に下げると生じるのは、エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2分子から水 H_2O 1分子がとれて縮合したジエチルエーテルである。



(答) 32 …⑤

問6 化合物 a (分子量 137) と無水酢酸 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ (分子量 102) からアセチル化により化合物 b (分子量 179) を合成することができる。

ここで、化合物 a は $\frac{13.7}{137} = 0.1$ [mol]、無水酢酸は $\frac{15.3}{102} = 0.15$ [mol] であり、その量的関係は次のようになる。



(反応前) 0.1 mol 0.15 mol

(反応後) 0 0.05 mol 0.1 mol 0.1 mol

よって、化合物 b は最大で、 $0.1 \times 179 = 17.9$ [g] 合成できる。

(答) 33 …②