

2021年度大学入学共通テスト 解説 〈化学〉

第1問

問1 アに当てはまるものは Mg, Ba である。このうち, イに当てはまるものは Mg である。

(答) …①

問2 体心立方格子の単位格子には2個の原子が含まれている。よって, 次の式が成り立つ。

$$d(\text{g/cm}^3) = \frac{\frac{2}{N_A(\text{/mol})} \times M(\text{g/mol})}{L^3(\text{cm}^3)}$$

よって,

$$N_A = \frac{2M}{L^3 d}$$

(答) …⑤

問3

I…正 極性が小さな分子は, 極性溶媒である水には溶けにくい。

II…正 すべての分子間には, ファンデルワールス力がはたらく。

III…誤 液体の分子間にはたらく分子間力が大きいほど, その液体の沸点は高くなる。

(答) …②

問4

a 90℃のままでは気体の体積を5倍にしたときの圧力は,

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{1}{5} = 0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$$

である。よって, 図1のグラフより, 圧力を $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま温度を下げたときに凝縮が始まる温度は42℃である。

(答) …④, …②

b 加熱していくと, 液体が残っている間は飽和蒸気圧曲線に沿って圧力が変化する。一方, すべて蒸発した後は, 温度に比例して圧力が高くなる。理想気体としたときの100℃での圧力は,

$$\frac{0.024 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 373 \text{ K}}{1.0 \text{ L}} \doteq 0.74 \times 10^5 \text{ Pa}$$

で点Gである。よって, A → B → C → G である。

(答) …①

第2問

問1 光合成は光を吸収して進む反応であり、吸熱反応である。よって、③の記述は誤りである。

なお、①, ②, ④の記述は正しい。

(答) …①

問2 電池の質量増加は、取り込まれた酸素の質量である。よって、求める値は、

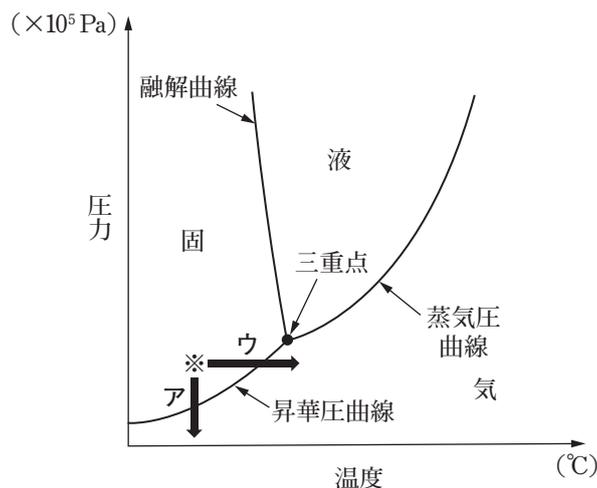
$$\frac{16.0 \times 10^{-3} \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} \times 4 \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} \times \frac{1}{7720 \text{ s}} \times 10^3 = 25.0 \text{ mA}$$

である。

(答) …①

問3

a 下図(水の状態図)より、※印の位置の水を水蒸気に昇華させるには、アかウの操作を行えばよい。



(答) …①

b 水分子1個あたり2本の水素結合を形成しているの、水分子1 molに含まれる水素結合は2 molである。よって、水素結合1 molを切るために必要なエネルギーは、氷の昇華熱 Q (kJ/mol) の $\frac{1}{2}$ 倍に相当する。以上より、求める値は、 $\frac{1}{2} Q$ (kJ/mol) である。

(答) …②

c 図2において、 0°C の H_2O (固)と 0°C の H_2O (気)のエネルギーの差を求めればよい。

・ 0°C の H_2O (固)と 0°C の H_2O (液)のエネルギーの差

→ 6 kJ/mol

・ 0°C の H_2O (液)と 25°C の H_2O (液)のエネルギーの差

$$\rightarrow 0.080 \text{ kJ}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \times 25 \text{ K} = 2 \text{ kJ}/\text{mol}$$

・ 25℃の H₂O (液) と 25℃の H₂O (気) のエネルギーの差

$$\rightarrow 44 \text{ kJ}/\text{mol}$$

・ 25℃の H₂O (気) と 0℃の H₂O (気) のエネルギーの差

$$\rightarrow 0.040 \text{ kJ}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \times 25 \text{ K} = 1 \text{ kJ}/\text{mol}$$

以上より、求める値は、

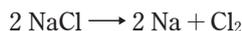
$$6 + 2 + 44 - 1 = 51 \text{ kJ}/\text{mol}$$

である。

(答) …④

第3問

問1 塩化ナトリウムの熔融塩電解(融解塩電解)では、陰極でナトリウム、陽極で塩素の単体が生成する。よって、全体の反応は次の反応式で表される。



以上より、③の記述は誤りである。なお、①、②、④の記述は正しい。

(答) …③

問2 Iより、アとイは Sn, Zn のいずれか、ウとエは Ag, Pb のいずれかである。また、IIより、ウは Pb である(エは Ag)。さらに、IIIより、アが Sn である(イは Zn)。

(答) …③, …④

問3

a Fe²⁺ の水溶液に K₃[Fe(CN)₆] 水溶液を加えると、濃青色の沈殿を生じる。

(答) …③

b 1 mol の C₂O₄²⁻ が酸化されると 2 mol の CO₂ が生成する。式(1)では、2 mol の [Fe(C₂O₄)₃]³⁻ から 2 mol の CO₂ が生成していることから、このとき 1 mol の C₂O₄²⁻ が酸化されたことが分かる。以上より、1.0 mol の [Fe(C₂O₄)₃]³⁻ が反応するとき酸化される C₂O₄²⁻ は 0.5 mol である。

(答) …①

c 実験操作において、0.0109 mol の [Fe(C₂O₄)₃]³⁻ に含まれる C₂O₄²⁻ のうち CO₂ に酸化されなかった C₂O₄²⁻ は、すべて CaC₂O₄・H₂O として沈殿するため、その物質量は、

$$\frac{4.38 \text{ g}}{146 \text{ g}/\text{mol}} = 0.030 \text{ mol}$$

である。よって、CO₂ に酸化された C₂O₄²⁻ は、

$$0.0109 \times 3 - 0.030 = 2.7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

であり、bの結果より、このとき反応した $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ は、

$$2.7 \times 10^{-3} \times 2 = 5.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

である。以上より、求める割合は、

$$\frac{5.4 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.0109 \text{ mol}} \times 100 \cong 50 \%$$

である。

(答) …④

第4問

問1 ナフタレンを高温で酸化バナジウム(V)を触媒として酸化すると、無水フタル酸が生成する。よって、①の記述は誤りである。なお、②～④の記述は正しい。

(答) …①

問2 硬化油は、液体の油脂を水素で還元してつくられる。よって、③の記述は誤りである。なお、①、②、④の記述は正しい。

(答) …③

問3

a 適切な酸化剤を作用させてケトンが得られるのは、第2級アルコールである。ア～エのアルコールのうち、第2級アルコールはイ、ウ、エの3つである。

(答) …③

b イの分子内脱水で得られるアルケンのうち、構造異性体の関係にあるものは1-ペンテンと2-ペンテンである。このうち、2-ペンテンにはシス・トランス異性体が存在する。よって、イから得られるアルケンの異性体の数は合計で3つである。

(答) …②

問4 ナイロン6は、繰り返し単位にアミド結合を一つしか含まない。一方、ナイロン66は、繰り返し単位にアミド結合を二つ含む。なお、②～⑥は正しい記述である。

(答) …①

問5 ポリペプチド鎖Aを構成するアミノ酸Bの数は、

$$\frac{2.56 \times 10^4}{89 - 18} \cong 360$$

である。よって、3.6個分が0.54 nmに相当することから、求める長さは、

$$360 \times \frac{0.54}{3.6} = 54 \text{ nm}$$

である。

(答) …②

第5問

問1

a 表1より、 α -グルコースが0.032 molのとき平衡に達したと分かる。 α -グルコースの物質質量 + β -グルコースの物質質量 = 0.100 mol が成り立つので、求める値は、

$$0.100 - 0.032 = 0.068 \text{ mol}$$

である。

(答) …④

b aより、 β -グルコースの割合が平衡時の50%のとき、その物質質量は0.034 molであり、 α -グルコースは0.066 molである。よって、表1より、 α -グルコースが0.066 molとなるのは、0.5~1.5 hの間であるため、選択肢より1.0 hである。なお、方眼紙を用いて表1の結果をもとにグラフを描き、 α -グルコースが0.066 molとなる時間を読み取ってもよい。

(答) …②

c 20℃におけるこの反応の平衡定数は $\frac{0.068}{0.032}$ であるから、平衡時の β -グルコースを x (mol/L) とおくと、次の式が成り立つ。

$$\frac{0.068}{0.032} = \frac{x}{(0.100 + 0.100) - x}$$

よって、

$$x = 0.136$$

より、求める値は、

$$0.136 \text{ mol/L} \times 1.0 \text{ L} = 0.136 \text{ mol}$$

である。

(答) …④

問2 グルコースの1位の炭素に結合したヒドロキシ基がメタノールと反応し、エーテル結合を形成したことによって、化合物Xは水溶液中で開環できない構造となる。よって、 α 型から β 型への変換が行われないため、①のグラフが正解である。

(答) …①

問3

a Yは銀鏡反応を示すため、HCHOかHCOOHである。また、Yは酸化されるとZになるため、YがHCHO、ZがHCOOHである。

(答) …④

b YとZは、それぞれ炭素数1の化合物なので、グルコースを構成していた炭素原子の物質量は、

$$2.0 + 10.0 = 12.0 \text{ mol}$$

である。ここで、グルコース1分子には6個の炭素原子が含まれるため、求めるグルコースの物質量は、

$$12.0 \text{ mol} \times \frac{1}{6} = 2.0 \text{ mol}$$

である。

(答) …①