

2020 東京大学 化学 解答例

第1問

I

ア $C_{13}H_{18}O_7$

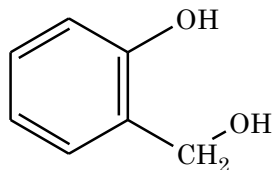
イ B: グルコース, D: フルクトース, F: アセチルサリチル酸

ウ 鎖状構造: 4, 六員環構造: 5

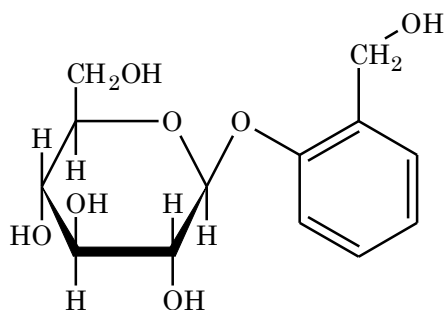
エ セロビオース, マルトース

理由: 二糖類を構成する片方のグルコース中に存在する環状ヘミアセタール構造が, 水中でアルデヒド基をもつ鎖状構造に変化して還元性を示すから。

オ

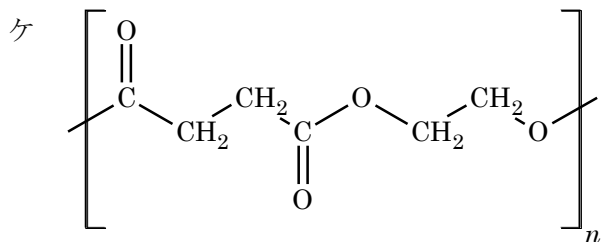


カ

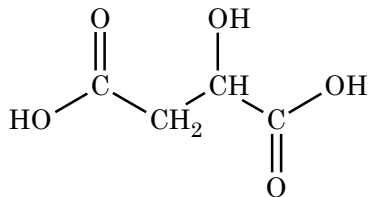


II
キ CHI_3

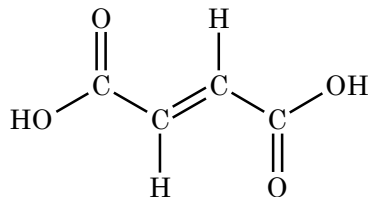
ク 118



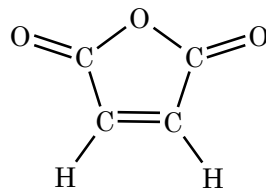
コ K :



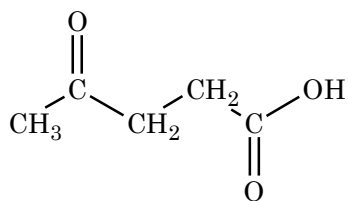
L :



N :



サ



第2問

I

ア (2), (3)

イ 操作1: CO₂, 操作2: O₂, 操作3: H₂O

ウ 問イの実験で得た気体中の Ar の体積百分率: 1.1%
実験に用いた空気中の Ar の体積百分率: 0.88%

エ $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ の反応によって H₂ が発生することで、混合気体の平均分子量が小さくなってしまうから。

オ 化学反応式: $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
反応前の窒素原子の酸化数: -3, +3
反応後の窒素原子の酸化数: 0

カ CO₂ の還元反応: $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HCOOH}$
H₂O の酸化反応: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

II

キ HCN: $\text{H} \cdot \text{C} \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} \text{N} \cdot$, NO₂⁻: $\left[\begin{array}{ccc} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \text{O} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{array} \right]^-$

ク HCN, NO₂⁺, N₃⁻

ケ 単位格子は1辺 $0.40 \times 10^{-7} \times \sqrt{2}$ cm の立方体であり、単位格子中には CO₂(分子量 44.0) が4分子存在するので、求める CO₂ の密度は、

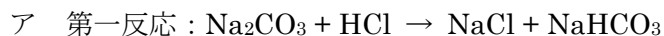
$$\frac{\frac{44.0}{6.02 \times 10^{23}} \times 4}{\left(0.40 \times 10^{-7} \times \sqrt{2}\right)^3} \doteq 1.61 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

(答) 1.6 g/cm³

コ 酸素原子は炭素原子よりも電気陰性度が大きく、CO₂ 分子中の炭素原子は正電荷、酸素原子は負電荷を帯びているため、分子間で炭素原子と酸素原子が静電的に引き合うから。

第3問

I



イ a：
$$\frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

b：
$$\frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

c：
$$[\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

d：
$$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

e：
$$\sqrt{K_1 K_2}$$

f：8.34

ウ 炭酸ナトリウム：炭酸水素ナトリウム：水和水 = 1：1：2

エ 10.33

オ 酸を微量加えた場合： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ の反応によって $[\text{H}^+]$ の増加が緩和されるから。

塩基を微量加えた場合： $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ の反応によって $[\text{OH}^-]$ の増加が緩和されるから。

II

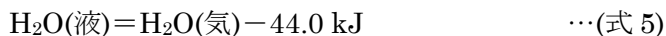
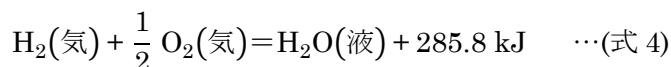
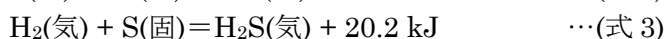
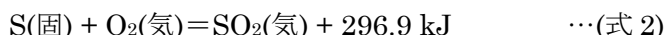
カ 求める H_2O (分子量 18.0)の気体の体積を V (L)とおくと、気体の状態方程式より、

$$8.00 \times 10^7 \times V = \frac{2.40 \times 10^3 \times 1.00 \times \frac{1.00}{100}}{18.0} \times 8.31 \times 10^3 \times (1047 + 273)$$

$$\therefore V \approx 0.182 \text{ (L)} \quad (\text{答}) \quad 0.18 \text{ L}$$

キ 0.85 倍

ク SO_2 (気), H_2S (気), H_2O (気)の生成熱と H_2O (液)の蒸発熱は、それぞれ以下の熱化学方程式で表すことができる。



(式 2) \times (-1) + (式 3) \times 3 + (式 4) \times 2 + (式 5) \times 2 より、(式 1)の熱化学方程式は、



(答)206.9 kJ

ケ g : 発熱, h : 正, i : 増加, j : 逆

コ 理由 : 式 1 の正反応が進行すると、火山ガス中のモル分率が大きな SO_2 は一部のみが H_2 との反応で消費され、生成物である H_2S のモル分率は増加するので、 SO_2 と H_2S の反応が起こって単体の硫黄が析出するから。

