

〔I〕問1 (i) ア:同素体, イ:オゾン, ウ:酸素, エ:共有結合, オ:水ガラス, カ:ケイ酸

(ii) HCl (極性分子) (iii)  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(iv) キ:コロイド, ク:ゾル, ケ:ゲル, コ:キセロゲル

問2 (i) サ:(き), シ:(こ), ス:(し), セ:(え)

(ii) (1)  $2.16 \times 10^2 \text{ kg}$  (2) 0.800 (3)  $1.20 \times 10^2 \text{ kg}$

(1) 流れた電子の物質量は,

$$\frac{2.00 \times 10^5 \times (193 \times 60)}{9.65 \times 10^4} = 2.40 \times 10^4 \text{ [mol]}$$

陰極の反応は,  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$  より, 析出したアルミニウムの質量は,

$$2.40 \times 10^4 \times \frac{1}{3} \times 27 \times 10^{-3} = 2.16 \times 10^2 \text{ [kg]}$$

(2) 発生した CO の体積を  $2V$  [mL] とすると,

	$2\text{CO}$	$+ \text{O}_2$	$\rightarrow$	$2\text{CO}_2$
(反応前)	$2V$	$500$		$500 - 2V$
(反応量)	$-2V$	$-V$		$+2V$
(反応後)	$0$	$500 - V$		$500$

燃焼後の気体の体積は800mLより,

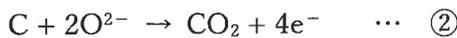
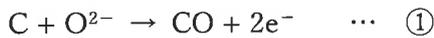
$$(500 - V) + 500 = 800 \quad \therefore V = 200$$

$$\text{CO} : 2V = 400 \text{ [mL]}, \quad \text{CO}_2 : 500 - 2V = 100 \text{ [mL]}$$

したがって, 混合気体中の CO のモル分率は,

$$\frac{400}{400 + 100} = 0.800$$

(3) 陰極では次の2種類の反応が起こる。



(2)の結果より,  $\text{CO} : 0.800n$  [mol],  $\text{CO}_2 : 0.200n$  [mol] とすると,

$$0.800n \times 2 + 0.200n \times 4 = 2.40 \times 10^4 \quad \therefore n = 1.00 \times 10^4 \text{ [mol]}$$

陰極の反応式①②より, 発生する気体の総物質量は電気分解により減少した陽極(炭素)の質量に等しいので,

$$1.00 \times 10^4 \times 12.0 \times 10^{-3} = 1.20 \times 10^2 \text{ [kg]}$$

〔II〕問1 (i) 8

(ii)  $d_D = \frac{\frac{M}{N_A} \times 8}{l^3} = \frac{8M}{N_A l^3} \text{ [g/cm}^3\text{]}$

(iii) 図1の単位格子の $\frac{1}{8}$ 小立方において, 炭素原子間の距離 $a$ と一辺の長さ $l$ との関係は,

$$2a \times \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{l}{2} \quad \therefore l = \frac{4a}{\sqrt{3}}$$

これを(ii)の結果に代入して,

$$d_D = \frac{8M}{N_A \left(\frac{4a}{\sqrt{3}}\right)^3} = \frac{3\sqrt{3}M}{8N_A l^3} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

(iv) 図2の単位格子の層1:

$$\frac{1}{2} \times \frac{60}{360} \times 2 + \frac{1}{2} \times \frac{120}{360} \times 2 + \frac{1}{2} = 1 \text{ (個)}$$

単位格子の層2:

$$1 \times \frac{60}{360} \times 2 + 1 \times \frac{120}{360} \times 2 + 1 = 2 \text{ (個)}$$

単位格子の層1と層3の原子数は同じなので、単位格子に含まれる炭素原子の数は、

$$1+2+1 = 4 \text{ (個)}$$

(v) 黒鉛の結晶の密度 $d_G$ は、

$$d_G = \frac{\frac{M}{N_A} \times 4}{\frac{1}{2} \times b^2 \times \sin 120^\circ \times 6 \times 2c} = \frac{4\sqrt{3}M}{9N_A b^2 c} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

問2 (i) ア:大きく, イ:左向き, ウ:小さく, エ:大きく, オ:左向き, カ:小さく

(ii) (1)  $1.0 \times 10^{-2}$  mol/L (2)  $1.0 \times 10^{-4}$  mol/L

(3) 1000倍に希釈した水溶液におけるHClのモル濃度を $c$  [mol/L] とすると、



(電離前)	$c$		
(変化量)	$-c$	$+c$	$+c$
(電離後)	$0$	$c$	$c$

さらに、 $\text{H}_2\text{O}$ の電離で生じた $\text{H}^+$ のモル濃度を $x$  [mol/L] とする。



(電離前)	多量	$c$	$0$
(変化量)		$+x$	$+x$
(電離後)	多量	$c+x$	$x$

水のイオン積  $K_W = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$  より、

$$K_W = (c+x) \times x$$

$$x^2 + cx - K_W = 0$$

$$x = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 4K_W}}{2} \dots \text{①}$$

HClのモル濃度を $c$  [mol/L] は、(2)をさらに1000倍に希釈しているので、

$$c = 1.0 \times 10^{-4} \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ [mol/L]}$$

さらに $K_W = 1.0 \times 10^{-14}$ であり、これらを①に代入して、

$$x = \frac{-1.0 \times 10^{-7} + \sqrt{(1.0 \times 10^{-7})^2 + 4 \times 1.0 \times 10^{-14}}}{2}$$

$$= \frac{-1.0 \times 10^{-7} + \sqrt{5.0 \times 10^{-14}}}{2}$$

$$= \frac{-1.0 \times 10^{-7} + 2.24 \times 10^{-7}}{2}$$

$$= 6.2 \times 10^{-8}$$

よって、

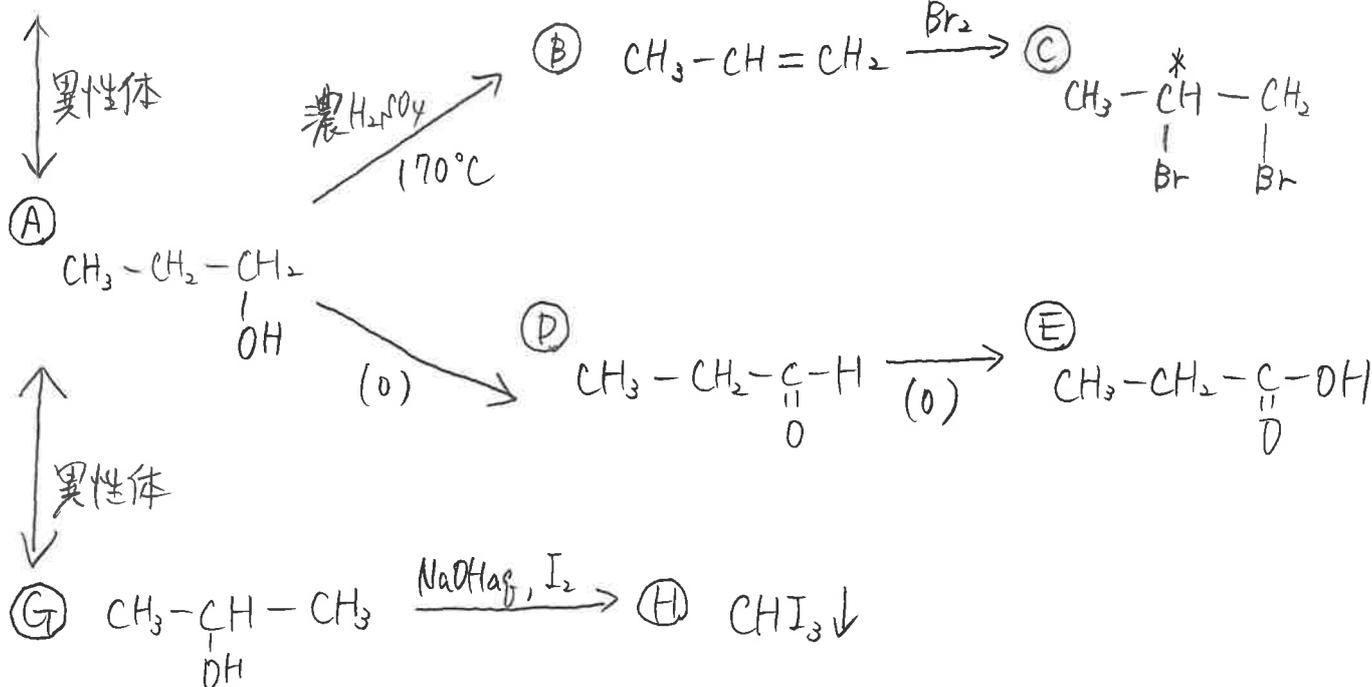
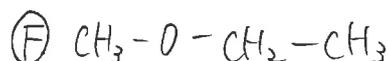
$$[\text{H}^+] = c + x = 1.0 \times 10^{-7} + 6.2 \times 10^{-8} = 1.62 \times 10^{-7} \approx 1.6 \times 10^{-7} \text{ [mol/L]}$$

〔Ⅲ〕問1 (i)  $C:H:O = \frac{60.00}{12.0} : \frac{13.33}{1.00} : \frac{26.67}{16.0} \approx 3:8:1$

よって化合物Aの分子式は $C_{3n}H_{8n}O_n$ であり、炭素の数と水素の数の関係から、

$$8n \leq 3n \times 2 + 2 \quad \therefore n \leq 1$$

$n$ は自然数だから $n=1$ 。よって、化合物Aの分子式は $C_3H_8O$



(iii) C (iv) E

問2 (i) (1)  $CO_2$  (2)  $a:5, b:10, c:8$

(ii) (1)  $HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

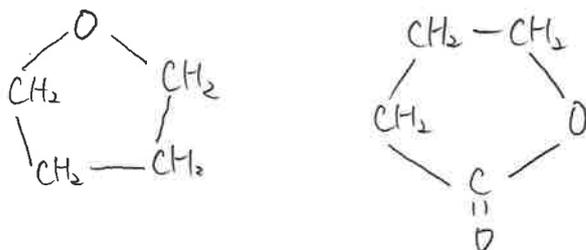
(2) コハク酸分子の2つのカルボキシ基は還元によりホルミル基、または、ヒドロキシ基へと変化する。

カルボキシ基が残っている分子も考えると、5種類の鎖式化合物は次の①～⑤となる。

- ①  $HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$       ②  $HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$   
 ③  $HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$       ④  $OHC-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$   
 ⑤  $OHC-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$

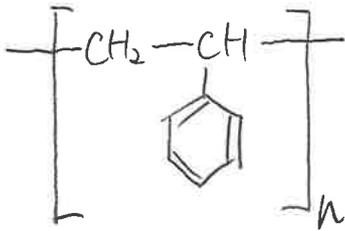
また、フェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じる化合物はホルミル基をもつ②④⑤の3つ。

(3) (2) の5種類のうち、分子内脱水縮合により安定な環式飽和化合物を与えるものは①と③。

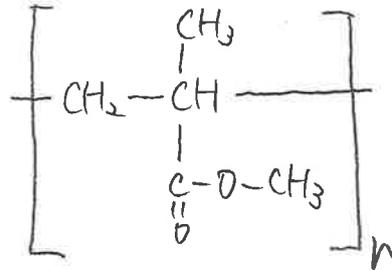


[IV] 問1 (i) (ア) 熱可塑 (イ) 熱硬化 (ウ) ホルムアルデヒド (エ) 生分解

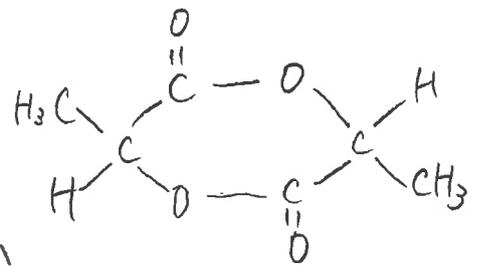
(ii) (a)



(b)



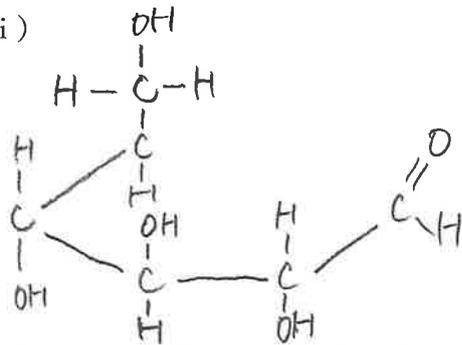
(c)



(2)  $104n = 2.6 \times 10^6 \quad \therefore n = 2.5 \times 10^4$

(3) (c) (d)

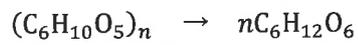
問2 (i)



(ii) デンプン : (あ), セルロース : (う)

(iii) オ : デキストリン, カ : マルトース, (あ) ○, (い) ×

(iv) 求めるデンプンの質量を  $x$  [g] とすると,



$$\frac{x}{162n} \times n = \frac{90}{180} \quad \therefore x = 81 \text{ [g]}$$