

直前難関大化学
【2 回目】



問題

【1】

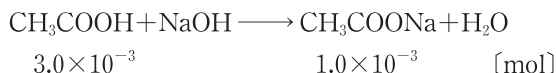
解答・解説

A.

(1) ア：ホールピペット ウ：ビュレット

(2) 2

(3) 滴下後の量的関係は以下のとおりである。



よって、滴下後の濃度比は $[\text{CH}_3\text{COOH}] : [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 3 : 1$ となり、これを酢酸の電離定数を表す式にあてはめると

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}^+]}{3} = 2.0 \times 10^{-5} [\text{mol/L}]$$

$$\therefore [\text{H}^+] = 6.0 \times 10^{-5}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}(6.0 \times 10^{-5}) = -\log_{10}2 - \log_{10}3 + 5 = 4.22$$

答 4.2

B.

(4) フェノールフタレインの電離定数を表す式は

$$K_a = \frac{[\text{A}^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{HA}^-]} = 3.2 \times 10^{-10} [\text{mol/L}] \quad \dots\dots\dots ※$$

※式に $\frac{[\text{HA}^-]}{[\text{A}^{2-}]} = 0.1$, $\frac{[\text{HA}^-]}{[\text{A}^{2-}]} = 10$ をそれぞれ代入し、変色域の $[\text{H}^+]$ を求めると

$$3.2 \times 10^{-11} \leq [\text{H}^+] \leq 3.2 \times 10^{-9}$$

$$\therefore -\log_{10}(3.2 \times 10^{-9}) \leq \text{pH} \leq -\log_{10}(3.2 \times 10^{-11})$$

$$-5\log_{10}2 + 10 \leq \text{pH} \leq -5\log_{10}2 + 12$$

$$8.5 \leq \text{pH} \leq 10.5$$

また、 $[\text{HA}^-] = [\text{A}^{2-}]$ のとき、※式は

$$K_a = [\text{H}^+] = 3.2 \times 10^{-10} [\text{mol/L}]$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}(3.2 \times 10^{-10}) = -5\log_{10}2 + 11 = 9.5$$

答 a : 8.5 b : 10.5 c : 9.5

【配点のめやす】18点

A. (1) 2点(各1点)

(2) 2点

(3) 5点

B. (4) 9点(各3点)

【2】

解答・解説

問1 あ；銑鉄 い；炭素 う；銅 え；淡緑 お；緑白

問2 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問3 $\text{CO}_2 + \text{C} \longrightarrow 2\text{CO}$

問4 (i) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

(ii) 水溶液の色；黄褐色 イオン反応式； $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \longrightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(iii) チオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色溶液となる。

ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると濃青色沈殿を生じる。など

問5 ①⑤⑦

問6 (i) 体心立方格子；2個 面心立方格子；4個

(ii) 単位格子の体対角線の長さは原子半径 r の4倍に等しく，かつ $\sqrt{3}a$ [cm] である。

$$4r = \sqrt{3}a \quad \therefore a = \frac{4\sqrt{3}}{3}r \quad \text{答} \quad \frac{4\sqrt{3}}{3}r$$

(iii) $1\text{mol}(N_A[\text{個}])$ の鉄の質量は M [g] であるから，単位格子1個(2個の鉄原子を含む)

の質量は $\frac{2M}{N_A}$ [g] である。また，その体積は a^3 [cm³] である。 答 $\frac{2M}{a^3 N_A}$

(iv) (iii)に(ii)を代入して，体心立方格子のときの密度 $d_{(\text{体心})}$ を r ， M ， N_A で表すと

$$d_{(\text{体心})} = \frac{2M}{\left(\frac{4\sqrt{3}}{3}r\right)^3 N_A}$$

面心立方格子のときの単位格子一辺の長さを a' [cm] とすると，面心立方格子の

単位格子1個(4個の鉄原子を含む)の質量は $\frac{4M}{N_A}$ [g]，その体積は a'^3 [cm³] である

から，密度は $\frac{4M}{a'^3 N_A}$ [g/cm³] である。また，単位格子の面对角線の長さは原子半径 r

の4倍に等しく，かつ長さは $\sqrt{2}a'$ [cm] であるから

$$4r = \sqrt{2}a' \quad \therefore a' = 2\sqrt{2}r$$

面心立方格子のときの密度 $d_{(\text{面心})}$ を r ， M ， N_A で表すと

$$d_{(\text{面心})} = \frac{4M}{(2\sqrt{2}r)^3 N_A}$$

$$\therefore \frac{d_{(\text{面心})}}{d_{(\text{体心})}} = \frac{4}{9}\sqrt{6} = 1.05 \quad \text{答} \quad 1.1$$

【配点のめやす】35点

問1 5点(各1点) 問2 2点 問3 2点

問4 (i) 2点 (ii) 4点(各2点) (iii) 3点

問5 5点(完答)

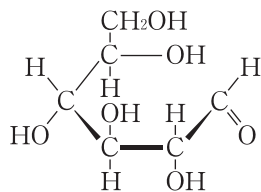
問6 (i) 4点(各2点) (ii) 2点 (iii) 2点 (iv) 4点

【3】- I

解答・解説

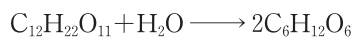
〔1〕 (ア) ; 4 (イ) ; 1 (ウ) ; 2 (エ) ; 4 (オ) ; 0 (カ) ; 5

〔2〕 (i) ;



(ii) 16

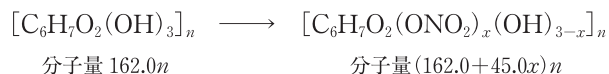
(iii) 1mol の糖 3(マルトース $C_{12}H_{22}O_{11}$, 分子量 342.0) から 4mol のエタノール C_2H_5OH (分子量 46.0) を生じるから



$$\frac{34.2}{342.0} \times 4 \times 46.0 = 18.4 [g]$$

答 18.4g

〔3〕 糖 4(セルロース $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$) のヒドロキシ基を硝酸エステルにすることで、化合物 A(ニトロセルロース) が生成する。このとき、単位構造あたりのエステル化されたヒドロキシ基の平均値を x とおくと、次のように表すことができる。



よって、以下の式が成り立つ。

$$\begin{cases} 162.0n = 18.0 \\ (162.0 + 45.0x)n = 28.0 \end{cases}$$

$$\therefore x = 2$$

つまり、セルロースの単位構造にある 3 つのヒドロキシ基のうち、平均 2 つがエステル化されたので、エステル化されていないヒドロキシ基の割合は

$$\frac{3-2}{3} \times 100 = 33.3 [\%]$$

答 33%

【配点のめやす】 20 点

〔1〕 6 点(各 1 点)

〔2〕 (i) 3 点

(ii) 2 点

(iii) 4 点

〔3〕 5 点

【3】-Ⅱ

解答・解説

- (1) (ア), (イ) 元素分析値より, 12.9mg のアルコール C, D に含まれる各元素の質量は

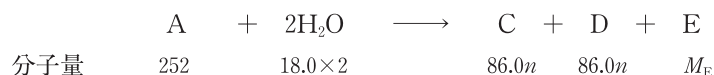
$$\text{C} : 33.0 \times \frac{12.0}{44.0} = 9.00 [\text{mg}]$$

$$\text{H} : 13.5 \times \frac{2.0}{18.0} = 1.5 [\text{mg}]$$

$$\text{O} : 12.9 - 9.00 - 1.5 = 2.4 [\text{mg}]$$

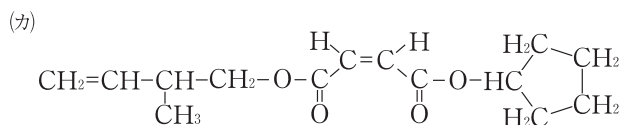
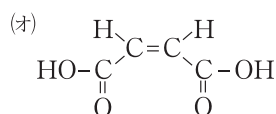
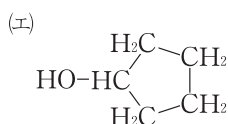
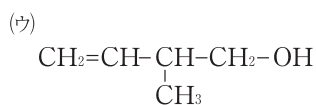
$$\therefore \text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{9.00}{12.0} : \frac{1.5}{1.0} : \frac{2.4}{16.0} = 5 : 10 : 1$$

よって, アルコール C, D の組成式は $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (式量 86.0) である。これらの分子量を $86.0n$ とすると, A (分子量 252) の加水分解は以下のように表される。

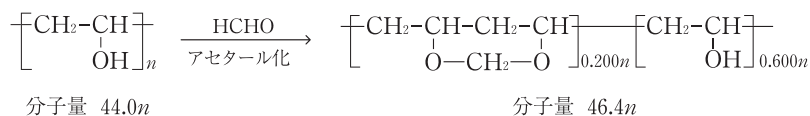


これより n は 1 しか考えられず, アルコール C, D の分子式は $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (分子量 86.0) となる。また, カルボン酸 E の分子量 M_{E} は 116.0 となる。

答 (ア); $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (イ); 116



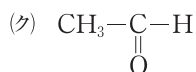
- (2) (キ) ポリビニルアルコールの重合度を n とすると, これに存在するヒドロキシ基の 40.0% がアセタール化されたため, アセタール化されていないヒドロキシ基が 60.0% 残っている。このとき, アセタール構造を含む構造は 20.0% であることに注意する。



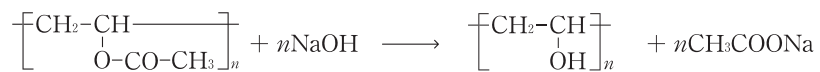
よって

$$3.52 \times \frac{46.4n}{44.0n} = 3.712 [\text{kg}]$$

答 3.71kg



- (ケ) 1mol のポリ酢酸ビニル(分子量 $86.0n$)を完全にけん化して 1mol のポリビニルアルコールにするのに必要な水酸化ナトリウム(式量 40.0)は n [mol]である。



よって

$$\frac{6.02}{86.0n} \times n \times 40.0 = 2.80 [\text{kg}]$$

答 2.80kg



【配点のめやす】 27 点

- (1) (ア) 2 点
 (イ) 2 点
 (ウ) 2 点
 (エ) 2 点
 (オ) 2 点
 (カ) 3 点
 (2) (キ) 4 点
 (ク) 2 点
 (ケ) 4 点
 (コ) 2 点
 (サ) 2 点



会員番号

氏 名