

## 福岡大学医学部 化学

2024年2月2日実施

1

問 1 (3) 問 2 (6) 問 3 (4)

### 解説

問 1 それぞれの文章の正誤は以下のとおり。

- (a) 正； $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$  の反応で銅は酸化されて塩化銅(Ⅱ)になる。
- (b) 誤；鉄の赤さびは主成分が  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  で鉄原子が酸化されて生じた物質である。
- (c) 誤；硫化水素は強い還元作用を持つ。
- (d) 正；過酸化水素は過マンガン酸カリウムに対して還元剤として働く。
- (e) 誤；硫酸鉄(Ⅱ)における硫黄原子の酸化数は +6 である。

問 2 それぞれの文章の正誤は以下のとおり。

- (a) 誤；密閉容器中の水は温度を上げても気液平衡の状態にあり、蒸発する水分子の数と凝縮する水分子の数は等しい。
- (b) 誤；温度と容器の体積を一定に保つと、不活性ガスを注入しても気液平衡状態は続くので、水蒸気圧は変化しない。
- (c) 正；温度一定で容器の体積を小さくしても、気液平衡は保たれて水蒸気圧は変化しない。体積が小さくなる分気体として存在できる水分子が減るので液体の水の量が増える。
- (d) 正；温度一定で容器の体積を小さくしても、気液平衡は保たれて水蒸気圧は変化しない。

問 3 (1) はマルトース、(2) はフルクトース、(3) はトレハロースの構造で、(4) がセロビオースの構造である。

2

問 1 ア (12) イ (14) ウ (18) エ (22) オ (27) カ (31)

問 2 (i) (37) (ii)  $\text{KNO}_3$

問 3 A  $\text{CO}$  B  $\text{CO}_2$  X  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  Y  $\text{CaCO}_3$

### 解説

問 2 (i)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  それぞれの 0.8 mol の質量は 46.8 g, 59.6 g, 68.0 g, 80.8 g である。これらが 60 °C における溶解度を超えていないものは、 $\text{NaNO}_3$  と  $\text{KNO}_3$  である。

(ii) 0.25 mol の  $\text{KCl}$  は 18.625 g であるが、0 °C における  $\text{KCl}$  の溶解度はグラフより 28 g/水 100 g なので、0 °C にしても析出はしない。

0.35 mol の  $\text{NaNO}_3$  は 29.75 g であるが、0 °C における  $\text{NaNO}_3$  の溶解度はグラフより 73 g/水 100 g なので、0 °C にしてもやはり析出はしない。

これらは水溶液中では  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  に電離しているので、溶液中には  $\text{NaCl}$  や  $\text{KNO}_3$  も溶けていると考えることができる。 $\text{NaCl}$  が析出するかどうかは厳密には溶解度積を考えないといけなのだが、 $\text{Na}^+$  が 0.35 mol,  $\text{Cl}^-$  が 0.25 mol 溶けているので、多く見積もって  $\text{NaCl}$  が 0.35 mol (=20.475 g) としても 0 °C

までは析出しない。逆に  $\text{KNO}_3$  を少なく見積もって  $0.25 \text{ mol}(=25.25 \text{ g})$  としても、少なくとも  $15^\circ\text{C}$  に達する前に析出することがわかる。

問3 グラフの縦軸の質量は、各化合物の式量に比例するので、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  の式量 146.0 に合わせるために  $\frac{146.0}{10.57}$  をかけてやると

$$\begin{aligned} X \text{ の式量} &= 9.27 \times \frac{146.0}{10.57} = 128, & Y \text{ の式量} &= 7.24 \times \frac{146.0}{10.57} = 100, \\ \text{CaO の式量} &= 4.06 \times \frac{146.0}{10.57} = 56 \quad (\text{これは検算}) \end{aligned}$$

がわかる。

- $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow X$  において式量が 18 減少している。これは  $\text{H}_2\text{O}$  が脱離したことを表す。つまり X は  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  (無水物) である。(これは ① からわかる。)
- $X \longrightarrow Y$  において式量が 28 減少している。これは  $\text{CO}$  が脱離したことを表す。つまり Y は  $\text{CaCO}_3$  である。
- $Y \longrightarrow \text{CaO}$  において式量が 44 減少している。これは  $\text{CO}_2$  が脱離したことを表す。これでつじつまが合う。

3

問1 あ (12) い (15) う (21) え (27)

問2 (i) (3) (ii) (2)

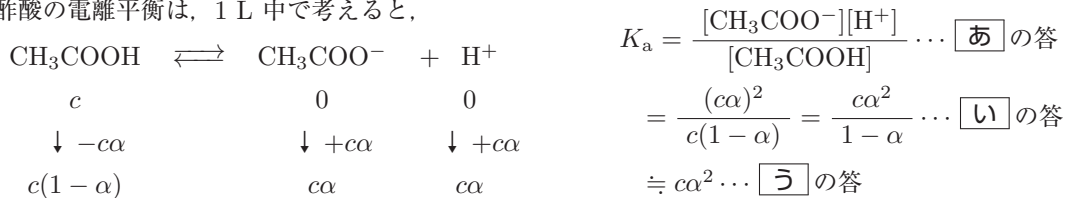
問3 (i) (2) (ii) 加水分解 (iii) 8.63 (iv) (3)

問4 12.30 問5 (2)

解説

問1

酢酸の電離平衡は、1 L 中で考えると、



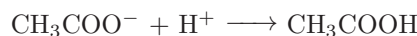
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} \text{ より, } [\text{H}^+] = c\sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{cK_a} \implies \text{pH} = -\log_{10} \sqrt{cK_a} = -\frac{1}{2}(\log_{10} c + \log_{10} K_a)$$

... えの答

問2(i) この緩衝液中では  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  がほぼ同量存在している。ここに塩基を加えると、

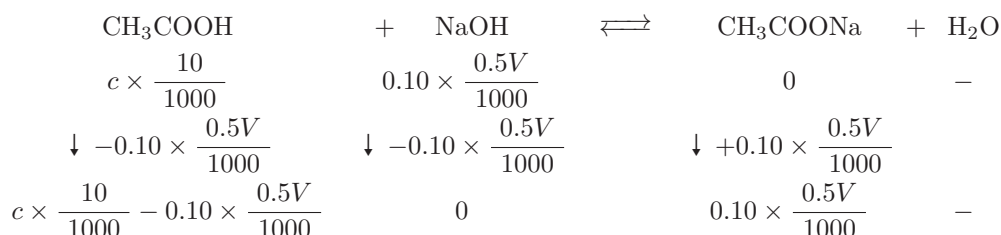


の反応が起こることで、加えた  $\text{OH}^-$  のほとんどを消費してしまうので溶液の pH があまり変動しない。ちなみに酸を加えた場合は、



の反応で加えた  $\text{H}^+$  を消費する。

(ii) 反応のモル関係は、



CH<sub>3</sub>COOH も CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> も同じ溶液中に存在するので、濃度比はモル比と一致する。よって、

$$[H^+] = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \cdot K_a = \frac{c \times \frac{10}{1000} - 0.10 \times \frac{0.5V}{1000}}{0.10 \times \frac{0.5V}{1000}} \cdot K_a = \frac{K_a(200c - V)}{V}$$

問 3 (i)  $1 \times c \times \frac{10}{1000} = 1 \times 0.10 \times \frac{V}{1000} \implies c = \frac{V}{100} = V \times 10^{-2}$

(ii) 弱酸や弱塩基由来の塩が水中で電離し、生成した弱酸イオンや弱塩基イオンが、水と反応して元の弱酸分子や弱塩基分子に一部戻る反応を塩の加水分解という。

(iii) (生成した CH<sub>3</sub>COONa の濃度) =  $c_s = \frac{0.10 \times \frac{10}{1000}}{\frac{10+10}{1000}} = 0.050 \text{ mol/L}$  なので、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{c_s}} = \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-14}}{0.050}} = \sqrt{54 \times 10^{-19}} = 3\sqrt{3} \times \sqrt{2} \times 10^{-9.5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 9.5 - \left( \frac{1}{2} \log_{10} 2 + \frac{3}{2} \log_{10} 3 \right) = 8.63$$

(iv) 弱酸と強塩基の中和点の液性は弱塩基性であり、変色域と一致しているのはフェノールフタレインである。

問 4 過剰の NaOH のみで [OH<sup>-</sup>] を決めればよい。ただし、溶液全体の体積を考慮して、

$$[OH^-] = \frac{1 \times 0.10 \times \frac{15-10}{1000}}{\frac{10+15}{1000}} = \frac{0.10}{5} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = 2 - \log_{10} 2 \iff \text{pH} = 12 + \log_{10} 2 = 12.30$$

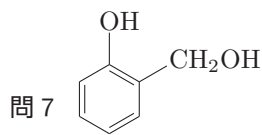
問 5 中和滴定に酸の強弱は関係ないので、同じ量の 1 価の塩酸と 1 価の酢酸とで、中和に必要な塩基の量は全く同じである。

( 酢酸から生じる H<sup>+</sup> が少ないのは酢酸のみが存在する場合であり、中和のために NaOH を加えると、  
 $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$  が起こるため、 $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$  の電離平衡が右に移動して  
 酢酸の電離度はどんどん上がっていく。中和が終わる時にはすべての酢酸は電離してしまうので、  
 中和点での酢酸の電離度は塩酸と同じ 1 である。 )

4

問 1 ア (13) イ (15) ウ (17) エ (22) 問 2 (6) 問 3 様式 I (4), (5) 様式 II (3)

問 4 (1) 問 5 付加縮合 問 6 ホルムアルデヒド



解説

問 1, 問 5, 問 6 合成高分子化合物は原料となる単量体が重合することで共有結合による巨大分子となったものを指す。この際、同じ構造が繰り返されていることが多く、その繰り返しの数を重合度とよぶが、生成する化合物は重合度の異なる高分子の混合物となるため、その分子量としては平均分子量を用いる。

ナイロン 66 はアジピン酸とヘキサメチレンジアミンの縮合重合により合成され、この際はアジピン酸の 2 つのカルボキシ基とヘキサメチレンジアミンの 2 つのアミノ基からそれぞれ水分子が脱離することで反応が進む。一方、たとえばポリ乳酸では乳酸にカルボキシ基とヒドロキシ基が 1 つずつあり、分子間で異なる官能基どうしから水分子が脱離することで反応が進む。

フェノール樹脂 (バークライト) はフェノールとホルムアルデヒドから合成される熱硬化性樹脂であり、酸触媒存在下においてはまずホルムアルデヒドのカルボニル基にフェノールが付加反応を起こして

o-メチロールフェノールが生成し、その後フェノール分子と脱水縮合して連結する。このような重合を付加縮合とよぶ。

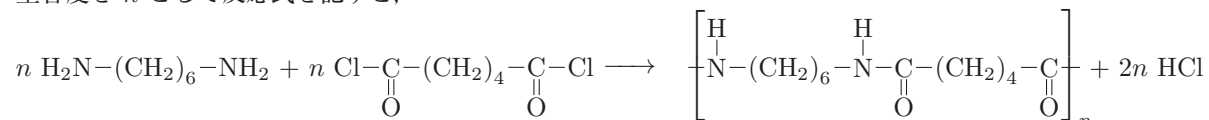
問2 それぞれの文章の正誤は以下のとおり。

- (a) 正；合成高分子化合物は重合度の異なる高分子の混合物であり、明確な融点を示さない。通常、軟化点を用いる。
- (b) 誤；熱可塑性樹脂は鎖状である。熱硬化性樹脂は網目状の立体構造をもつ。
- (c) 正；たとえばポリエチレンテレフタレートはポリエステル繊維としても、樹脂としても用いられる。
- (d) 正；熱硬化性樹脂は分子量が小さい段階で成形し、その後に硬化剤を加えて分子間で架橋構造を作り硬化させる。
- (e) 誤；熱硬化性樹脂は鎖状分子間で架橋構造が作られ立体網目構造をとるため硬化する。

問3 様式Ⅰは同じ官能基を2個もつ2種類の単量体を選べばよい。(4) エチレングリコールと(5) テレフタル酸からは縮合重合によりポリエチレンテレフタレートが合成できる。

様式Ⅱは分子内に異なる官能基を2個もつ単量体を選べばよい。(3) 4-(アミノメチル)安息香酸はアミノ基とカルボキシ基を用いて縮合重合が理論的に可能である。

問4 重合度を  $n$  として反応式を記すと、



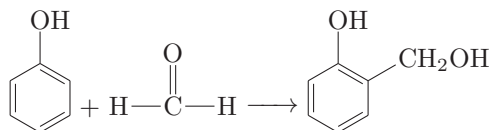
となる。ヘキサメチレンジアミン  $\frac{1.16}{116.0} = 10.0 \text{ mmol}$  とアジピン酸ジクロリド  $\frac{1.83}{183.0} = 10.0 \text{ mmol}$

は過不足なく反応し、 $\text{HCl}$   $20.0 \text{ mmol}$  が生成する。したがって得られるナイロン66は、質量保存則より

$$1.16 + 1.83 - 36.5 \times \frac{20.0}{1000} = 2.26 \text{ g}$$

である。

問7 中間体Yはホルムアルデヒドのカルボニル基にフェノールが付加した物質である。



## 講評

## 1 [小問集合] (標準)

問1は酸化還元, 問2は水蒸気圧, 問3は二糖類の構造に関する問題. どれも基本的な知識を問う問題で落としたくない.

## 2 [アルカリ金属の性質, 溶解度, 加熱に伴う組成変化の推定] (やや難)

アルカリ金属の性質に関する知識問題は基本的である. 溶解度の問題も前半は基本的だが, 計算が多くて時間がかかる.  $KCl$  と  $NaNO_3$  の混合溶液を冷却する場合,  $KNO_3$  が析出する可能性も考慮しないといけないのは盲点であろう.  $CaC_2O_4 \cdot H_2O$  を加熱する問題は, 与えられた数値から計算できっちり求めることができるのだが, 時間を節約するためには決め打ちする方が実際的かもしれない.

## 3 [弱酸の中和と pH] (やや難)

酢酸の電離平衡, および酢酸を水酸化ナトリウムで中和した緩衝液および加水分解平衡に関する問題だった. 分野としてはどの医学部でも頻出の内容なので, 準備できている受験生は多かったと思われるが, 通常数値で表されている値が文字で与えられていることでやや解きにくい形式となっていたり, 問われているものが盛りだくさんだったり, すべてをしっかりと解ききれるかどうかで差がつきそう.

## 4 [合成高分子] (標準)

合成高分子についての用語・計算・構造を問う出題. どの問題も標準的で, この分野をしっかり学習し理解しているかどうかで得点に現れやすそうな問題であった.

2023年度同様, 大問が4題の出題だった. 総合的な難易度としては2023年度より難易度の上がった出題が見られたが, それ以上にページ数が10ページから15ページへと大幅増量した分量の面での解きづらさを感じた受験生が多かったのではないだろうか. 一次合格には70%程度必要だろう.

**メルマガ無料登録で全教科配信!** 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

医学部進学予備校 **メビオ**  
☎0120-146-156 <https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校  
heart of medicine **YMS**

医学部専門予備校  
**英進館メビオ** 福岡校

☎03-3370-0410  
<https://yms.ne.jp/>

☎0120-192-215  
<https://www.mebio-eishinkan.com/>



登録はこちら

後期入試もチャンスあり! 最後まで諦めない受験生をメビオは応援します

**医学部後期模試**

2/16(金) 近畿大学医学部  
2/19(月) 金沢医科大学



**医学部後期入試**

**ガイダンス**  
2/4(日) 14:00~14:30  
大阪梅田ツインタワーズ・ノース



詳しくは Web または お電話で

医学部進学予備校 **メビオ** フリーダイヤル ☎0120-146-156

校舎にて個別説明会も随時開催しています。  
【受付時間】9:00~21:00 (土日祝可)

大阪府大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋  
天満橋駅(京阪/大阪メトロ谷町線)より徒歩3分