

2023 年度 外国人留学生入試 化学 【薬学部】

受験番号								氏名	

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Cl=35.5, Cu=63.5

気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 (\text{C/mol})$

I 次の文を読んで、問1～5に答えよ。(25点)

酢酸 CH_3COOH を水に溶かすと、式①のようにその一部が電離し、電離していない物質と電離してできたイオンの間には電離平衡が成立し、



その平衡定数 K は、 $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{H}_2\text{O}]}$ と表せる。

また、この電離平衡の中で、水の濃度は他の物質の濃度よりも十分に大きく一定とみなすことができるため、 $K[\text{H}_2\text{O}]$ を K_a とし、 H_3O^+ を H^+ と略記すれば、

酢酸の電離定数 $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ と表せ、酢酸水溶液の温度が変化しなければ固有の値となる。

ここで、酢酸の初濃度を c [mol/L]、電離度を α とすると、電離平衡時の各成分の濃度は、それぞれ $[\text{CH}_3\text{COOH}] = \text{ア}$ mol/L, $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \text{イ}$ mol/L, $[\text{H}^+] = \text{ウ}$ mol/L となり、

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{\text{エ}}{\text{オ}}$$

となる。

さらに、酢酸の電離度が1よりかなり小さい場合は、 オ を1とみなし、 $K_a = \text{エ}$ の近似式が得られる。したがって、電離度 $\alpha = \frac{\text{カ}}{\text{キ}}$ となり、濃度 c が低いほど電離度 α は大きくなることがわかる。

ここに 500 mL の 0.50 mol/L 酢酸水溶液がある。①この酢酸水溶液に 0.25 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 500 mL 加えてよく攪拌した後、pH を測定した。また、②この混合液に 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 0.5 mL 加えてよく攪拌した後、再度 pH を測定したが、pH はほとんど変化しなかった。

問1 水溶液中で式①の電離平衡が成立しているとき、次の(ア)～(エ)の操作を行った際の平衡状態の変化として適当なものを a～d からそれぞれ選んで解答欄に書け。

- (ア) アンモニアを通じる。
- (イ) 酢酸ナトリウム(固体)を加えて溶解する。
- (ウ) 塩化水素を通じる。
- (エ) 塩化ナトリウム(固体)を加えて溶解する。

- a. 右へ移動する b. 左へ移動する c. 変化しない d. この条件では判断できない

問2 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{キ}}$ に該当するものを a ~ n からそれぞれ選んで解答欄に書け。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- a. α b. c c. $\alpha\alpha$ d. $\alpha\alpha^2$ e. $c^2\alpha$ f. $1-\alpha$ g. $1-\alpha^2$
h. $\alpha(1-\alpha)$ i. $\alpha(1-\alpha^2)$ j. cKa k. \sqrt{c} l. Ka m. \sqrt{Ka} n. $(1-c)Ka$

問3 25°Cにおける 0.50 mol/L 酢酸水溶液の pH は $\boxed{\text{A}}$ である。 $\boxed{\text{A}}$ に該当する数値を解答欄に有効数字二桁で書け。ただし、25°Cにおいて、0.50 mol/L 酢酸の電離度 α は 1 より十分に小さいものとし、電離定数 Ka は 1.8×10^{-5} mol/L とする。また、必要ならば、 $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$ を用いよ。

問4 下線部①の混合液の pH は $\boxed{\text{B}}$ である。 $\boxed{\text{B}}$ に該当する数値を解答欄に有効数字二桁で書け。ただし、混合液の水温は 25°C とし、0.50 mol/L 酢酸の電離定数 Ka は 1.8×10^{-5} mol/L とする。

問5 下線部②のような溶液の性質を何というか。

Ⅱ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

水は、一部が正の電荷をもつ **A** と負の電荷をもつ **B** に電離している。塩酸のような強酸を水に少量加えると、**C** の濃度が増加し、pHは **D** なる。この溶液に **E** を加えると、発熱を伴って中和反応が起こり、**F** の濃度が減少する。

問1 **A** ～ **F** に最も適する語句をそれぞれ a～d から選んで解答欄に書け。ただし、必要に応じて繰り返し選ぶこと。

- a. 大きく b. 水酸化物イオン c. 水素イオン d. 小さく

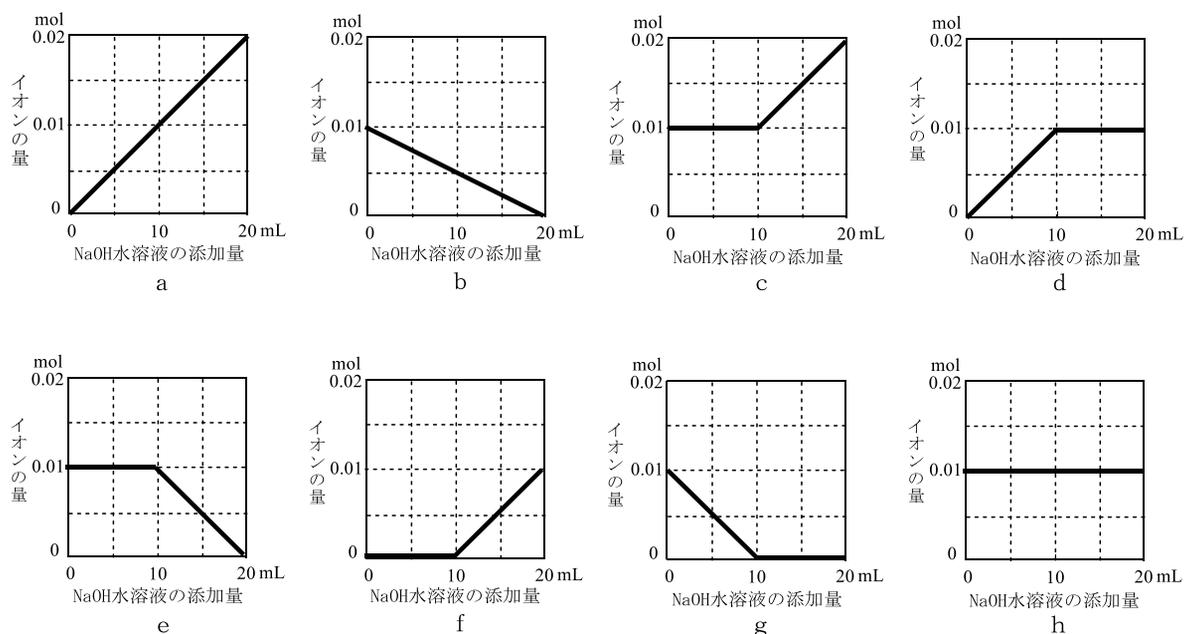
問2 質量パーセント濃度が 16.0%の塩酸のモル濃度を **X** mol/L と表すとき、**X** に該当する数値を解答欄に有効数字二桁で書け。ただし、この塩酸の密度は 1.10 g/cm³ とする。

問3 1.0×10^{-1} mol/L の酢酸水溶液の電離度 (25℃) を **Y** と表すとき、**Y** に該当する数値を解答欄に書け。ただし、同酢酸水溶液の 25℃における pH は 2.8 であり、 $10^{-2.8} = 1.6 \times 10^{-3}$ とする。

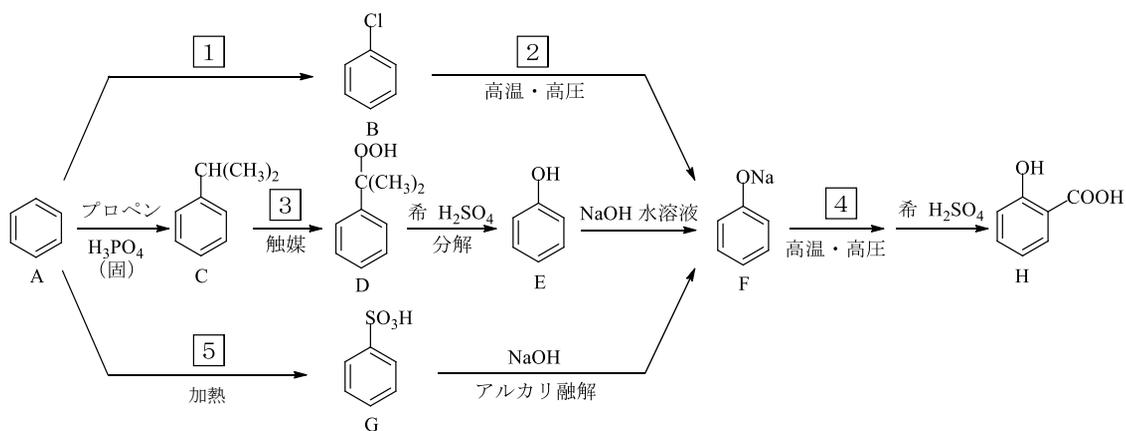
問4 等しいモル濃度で以下の化合物を水に溶かしたとき、それぞれの水溶液の pH の大小関係を正しく表しているものを a～d から選んで解答欄に書け。

- a. フッ化水素 < 塩化水素
 b. ナトリウムフェノキシド < 安息香酸ナトリウム
 c. 炭酸水素ナトリウム < 塩化アンモニウム
 d. 硫酸水素ナトリウム < 硫酸ナトリウム

問5 室温下、よくかきまぜながら、0.10 mol/L の塩酸 100 mL 中に 1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20 mL をゆっくりと加えた。水酸化ナトリウム水溶液の添加量に対する反応液中の Cl⁻、H⁺、Na⁺ および OH⁻ の物質の変化として最も適するグラフをそれぞれ a～h から選んで解答欄に書け。ただし、すべての電解質は完全に電離しているものとする。



Ⅲ 下図は、ベンゼン（化合物 A）からサリチル酸（化合物 H）を合成する経路を示したものである。H を用いた実験に関する記述も読み、問 1～6 に答えよ。（28 点）



実験 1：H をメタノールに溶かし、少量の濃硫酸を加えて加熱した後、すべての内容物を炭酸水素ナトリウム飽和水溶液に加えたところ、油状の化合物 X が遊離した。

実験 2：H を無水酢酸に溶かし、少量の濃硫酸を加えて加熱した後、すべての内容物を水に注いでかき混ぜたところ、化合物 Y の沈殿が得られた。

問 1 [1]～[5] に最も適する試薬をそれぞれ a～k から選んで解答欄に書け。

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---|
| a. 濃 HNO_3 | b. 濃 H_2SO_4 | c. 濃 H_2SO_4 , 濃 HNO_3 |
| d. 濃 HCl | e. 濃 NaOH 水溶液 | f. Cl_2 , Fe |
| g. CO_2 | h. CO | i. H_2 , Pt 触媒 |
| j. NaNO_2 , 希 HCl | k. O_2 | |

問 2 E～H に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたとき、二酸化炭素が激しく発生する化合物はどれか。E～H からすべて選んで解答欄に書け。

問 3 D から E が生成するとき、同時にアセトンが生成する。アセトンの性質として最も適するものを a～d から選んで解答欄に書け。

- エタノールと反応してエステルを生成する。
- 塩化鉄(III)水溶液と反応して赤紫色を呈する。
- フェーリング液を還元する。
- ヨードホルム反応に陽性である。

問 4 H, X および Y に塩化鉄(III)水溶液を加えたとき、溶液が赤紫色を呈するものはどれか。H, X および Y からすべて選んで解答欄に書け。

問 5 X の構造式を書け。

問 6 Y の構造式を書け。

IV 次の文を読み、問1～5に答えよ。(22点)

二糖類(分子式： $C_{12}H_{22}O_{11}$)であるマルトース、スクロース、セロビオース、ラクトース、トレハロースのいずれかを含む水溶液A～Eに関して以下の実験結果を行った。

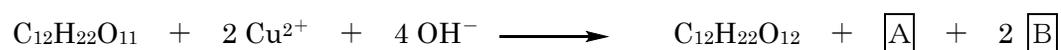
- 1 水溶液A～Eに希塩酸を加えて加水分解すると、水溶液A、B、Cからはグルコースのみが得られた。
- 2 水溶液A～Eにフェーリング試液を加えて加熱すると、水溶液A、C、Eはア色の沈殿を生じた。
- 3 水溶液Dを希塩酸で加水分解すると、グルコースとイが得られた。
- 4 水溶液Aをマルターゼで処理しても変化がなかった。

問1 アに該当する色を解答欄に記入せよ。

問2 イに該当する糖の名称を解答欄に記入せよ。

問3 水溶液A～Eに含まれる糖質の名称を解答欄に記入せよ。

問4 2の反応式を以下のように表す時、AおよびBに該当する分子式を係数を含めて解答欄に記入せよ。



問5 濃度未知のラクトース水溶液100 mLを2等分し、一方にはそのまま、もう一方には希塩酸を加えて加水分解した。その後同量のフェーリング試液を加えて加熱したところ、それぞれ10.0 mgおよび15.0 mgのア色の沈殿が得られた。元のラクトース水溶液の濃度(mol/L)はいくらか。有効数字3桁まで求めて解答欄に記入せよ。