

2024 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, S=32.0, 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 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

酢酸 CH_3COOH は、水溶液中では式(1)のように一部が電離する。酢酸ナトリウム CH_3COONa は、水溶液中では、式(2)のようにほぼ完全に電離する。 CH_3COOH と CH_3COONa をほぼ同じ物質質量で含む水溶液中では、式(1)の平衡が **ア** に移動し、 CH_3COOH と CH_3COO^- が、それぞれ多量に存在する。



この混合水溶液に少量の酸を加えた場合、多量に存在する CH_3COO^- と H^+ との反応が起こるので、 $[\text{H}^+]$ はほとんど増加しない。一方、少量の塩基を加えた場合、多量に存在する CH_3COOH と OH^- との中和反応が起こるので、 $[\text{OH}^-]$ はほとんど増加しない。このように、外から加えた酸または塩基の影響を打ち消して、水溶液の pH の値はほぼ一定に保たれる。このような作用をもつ水溶液は、**イ** とよばれる。

式(1)は、 CH_3COOH の電離平衡を表すが、 CH_3COONa が加わったときでも成立していることから、 CH_3COOH と CH_3COONa を混合して調製した水溶液の pH は、式(3)に示す電離定数 K_a から求めることができる。

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \dots\dots (3)$$

いま、0.200 mol/L の CH_3COOH 水溶液 500 mL と 0.200 mol/L の CH_3COONa 水溶液 500 mL とを混合して混合水溶液 **A** 1.00 L を調製した。

問1 **ア** に該当する語句を a または b から選んで解答欄に書け。

- a. 左 b. 右

問2 **イ** に該当する溶液を何というか。解答欄に書け。

問3 **A** の pH を小数第1位まで求め、解答欄に書け。ただし、 CH_3COOH の電離定数 K_a は $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。必要ならば $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いよ。

問4 **A** に水を加えて10倍に希釈したときの pH の変化として最も適切なものを a～c から選んで解答欄に書け。

- a. 1だけ大きくなる b. 1だけ小さくなる c. あまり変わらない

問5 **A** 100 mL に、1.00 mol/L の NaOH 水溶液 2.00 mL を滴下してよく攪拌したあとの混合水溶液の pH を小数第1位まで求め、解答欄に書け。ただし、 CH_3COOH の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。必要ならば $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いよ。

問6 次の混合水溶液のうち、**イ** となるものを a～c から選んで解答欄に書け。

- a. 0.20 mol/L のアンモニア NH_3 水 500 mL と 0.20 mol/L の塩化アンモニウム NH_4Cl 水溶液 500 mL との混合水溶液
 b. 0.20 mol/L の硝酸 HNO_3 水溶液 500 mL と 0.20 mol/L の硝酸カリウム KNO_3 水溶液 500 mL との混合水溶液
 c. 0.20 mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液 500 mL と 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 500 mL の混合水溶液

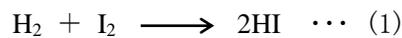
2024 年度 外国人留学生入試 化学 【薬学部】

Ⅱ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

化学反応が起こるためには、反応物(物質を構成する原子や分子、イオンなど)の粒子どうしが衝突する必要がある。このため、反応物の濃度が大きいほど、反応速度は大きくなる。また、①反応物の濃度が一定であれば、常温付近で温度が10 K上昇すると、反応速度は2～4倍にまで大きくなる場合が多い。

実際に、化学反応が進行するためには、粒子どうしが衝突し、衝突した粒子どうしが活性化状態(遷移状態)とよばれるエネルギーの高い状態を経由しなければならない。反応物を活性化状態にするために必要な最小のエネルギーを活性化エネルギーという。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 からヨウ化水素 HI が生成する反応(式(1))の活性化エネルギー E_a は、174 kJ と測定されている。一方、 HI から H_2 と I_2 が生成する反応の活性化エネルギー E_b は、 E_a よりも 9 kJ 大きくなる。



②式(1)の反応において、触媒として白金 Pt を用いると、 Pt を用いない場合よりも活性化エネルギーの $\boxed{ア}$ 反応経路をたどるので、反応速度は $\boxed{イ}$ なる。

問1 下線部①において、温度を上げると反応速度が大きくなる理由を、「活性化エネルギー」の語句を用いて解答欄に 50文字以内 で書け。

問2 式(1)の反応は、 \boxed{X} 反応である。 \boxed{X} に該当する語句を a または b から選んで解答欄に書け。

- a. 吸熱 b. 発熱

問3 下線部②における Pt のように、反応の前後でそれ自身は変化せず、少量でも反応速度を変化させる物質を何というか。解答欄に書け。

問4 $\boxed{ア}$ に該当する語句を a および b から選んでそれぞれ解答欄に書け。

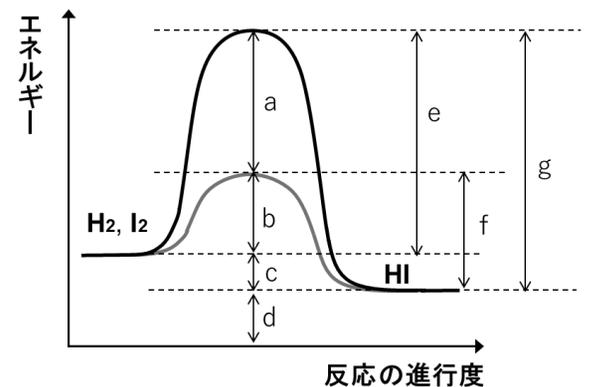
- a. 大きな b. 小さな

問5 $\boxed{イ}$ に該当する語句を a および b から選んでそれぞれ解答欄に書け。

- a. 大きく b. 小さく

問6 右図は、式(1)の反応で触媒がある場合と、触媒がない場合のエネルギーの変化を表している。次の I～III に相当するものを図中の a～g から選んでそれぞれ解答欄に書け。

- I : Pt を用いなかった場合の活性化エネルギー
 II : Pt を用いた場合の活性化エネルギー
 III : Pt を用いた場合の反応熱



問7 式(1)の反応の反応速度は、 H_2 と I_2 のそれぞれの濃度に比例する。ある温度で、1.00 L の容器に H_2 と I_2 を 1.50 mol ずつ入れたところ、反応が進行し、反応開始直後の反応速度は $0.100 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ であった。このときと同じ温度で、500 mL の容器に 0.200 mol の H_2 と 1.80 mol の I_2 を入れたときの反応開始直後の反応速度 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ として最も適切な数値を a～i から選んで解答欄に書け。

- a. 1.6×10^{-1} b. 1.6×10^{-2} c. 1.6×10^{-3} d. 3.2×10^{-1} e. 3.2×10^{-2} f. 3.2×10^{-3}
 g. 6.4×10^{-1} h. 6.4×10^{-2} i. 6.4×10^{-3}

2024 年度 外国人留学生入試 化学 【薬学部】

Ⅲ 次の文を読み、問 1～7 に答えよ。(27 点)

銅 Cu の電解精錬では、① 粗銅板を A 極、純銅板を B 極として、硫酸酸性にした硫酸銅(Ⅱ)水溶液中に入れ、電極間に約 0.3 V の電圧を加えて長時間電気分解を行う。粗銅版から銅(Ⅱ)イオンが溶け出し、純銅板上には 99.99%以上の純銅が析出する。

銅に濃硝酸を反応させると刺激臭をもつ褐色の気体 ア が発生し、希硝酸を反応させると水に溶けにくい無色の気体 イ が発生する。また、銅を空气中で加熱すると、1000℃以下では黒色の ウ が生じる。ウ は、希硫酸に溶けて硫酸銅(Ⅱ)になる。硫酸銅(Ⅱ)の水溶液から結晶を析出させると、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の青色結晶が得られる。この② 結晶を 150℃以上に加熱すると白色粉末状になる。一方、硫酸銅(Ⅱ)の水溶液は、 Cu^{2+} を含むため、水酸化ナトリウムを加えると③ 水酸化銅(Ⅱ)の沈殿を生じる。さらに、④ この沈殿にアンモニア水を過剰に加えると、溶解して深青色の水溶液となる。

問 1 A および B に該当する語句を a または b からそれぞれ選んで解答欄に書け。

- a. 陰 b. 陽

問 2 ア ～ ウ に該当する化合物の化学式をそれぞれ解答欄に書け。

問 3 下線部①において、主に銀、亜鉛、ニッケル、鉄を不純物として含む粗銅板を用いたとき、電気分解後に粗銅板から剥がれ落ちて下に沈殿する金属を解答欄にすべて書け。

問 4 下線部①において、純銅板の質量が 127 g 増加した。このときに流れた電気量 [C] を求め、解答欄に有効数字 2 桁で書け。

問 5 下線部②の反応が進行して完全に白色の粉末状となったときの質量は、最初の結晶の質量に比べて X %減少する。X に該当する数値を求め、解答欄に整数で書け。

問 6 下線部③の色として最も適切なものを a～f から選んで解答欄に書け。

- a. 褐色 b. 黒色 c. 青白色 d. 淡赤色 e. 白色 f. 緑白色

問 7 下線部④の反応で生じる錯イオンの化学式を書け。

2024 年度 外国人留学生入試 化学 【薬学部】

IV 次の文を読み、問1～7に答えよ。(28点)

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、化合物 **A** が生じる。これを飽和塩化ナトリウム溶液に加えると **A** のナトリウム塩が沈殿する。この沈殿をとり、水酸化ナトリウムと加熱融解すると化合物 **B** となる。

濃硝酸と濃硫酸の混合溶液を冷やししながら、ベンゼンを少しずつ加え、しばらく 60°C に保つと化合物 **C** ができる。**C** を分取し、これに粒状のスズを加え、さらに濃塩酸を少しずつ加えてしばらく加熱すると、化合物 **D** の塩酸塩ができる。①この液体部分のみを分取し、水酸化ナトリウム溶液を加えて塩基性になると、**D** が油状となって分離する。冷却後、ジエチルエーテルを加えて、振り混ぜて静置し、二層に分かれたら、上層のエーテル層だけを蒸発皿にとり、ジエチルエーテルを蒸発させると **D** が残留物となる。得られた②**D** に、水と濃塩酸を加えて振り、氷冷しながら亜硝酸ナトリウムの冷溶液を滴下すると化合物 **E** ができる。これに **B** の水溶液を加えると③有色の沈殿を生じる。

問1 **A**～**C** に該当する化合物の構造式を解答欄にそれぞれ書け。

問2 **B** の水溶液に二酸化炭素を通じるとフェノールが遊離する。これは、フェノールの酸の強さが二酸化炭素の水溶液よりも ためである。 に該当する語句を a または b から選んで解答欄に書け。

- a. 強い b. 弱い

問3 下線部①の反応の化学反応式を解答欄に書け。

問4 下線部②の反応の名称を a～e から選んで解答欄に書け。

- a. アセチル化 b. エステル化 c. ジアゾ化 d. スルホン化 e. ニトロ化

問5 下線部②の反応を氷冷せず室温で行うと、生成した **E** が加水分解して気体が生じる。このとき生じる気体として最も適切なものを a～e から選んで解答欄に書け。

- a. アンモニア b. 一酸化窒素 c. 酸素 d. 窒素 e. 二酸化炭素

問6 下線部③の沈殿物の構造式を解答欄に書け。

問7 **D** 1.86 g を無水酢酸と完全に反応させると、 g のアセトアニリドが得られる。 に該当する数字を求め、有効数字2桁で解答欄に書け。