

令和5年度専攻科入学者選抜学力検査問題

専門科目 (応用化学コース)

(注意)

- 1 学力検査問題は指示があるまで開かないでください。
- 2 問題用紙は1ページから6ページまであります。また、解答用紙は2枚あります。検査開始の合図のあと確認してください。
- 3 問題は **1** ~ **4** まであります。解答用紙1枚目の表面に **1**、裏面に **2** を解答し、解答用紙2枚目の表面に **3**、裏面に **4** を解答してください。
- 4 解答用紙には、それぞれ受験番号、氏名を記入してください。
- 5 答えはすべて解答用紙の枠内に記入してください。
- 6 各問題をよく読んで解答してください。
- 7 各問題とも、電卓使用可です。なお、貸与する電卓以外は使用できません。
- 8 **問題及び公表用解答の無断転載を禁じます。**

茨城工業高等専門学校

1 次の各問いに答えなさい。

問1 濃度 0.05 mol/L ($f = 1.000$) のヨウ素標準溶液 10.00 mL に対して、濃度不明のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、 12.00 mL を要した。次の各問いに答えなさい。

- (1) この滴定ではチオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) はヨウ素により、テトラチオン酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$) に酸化される。この反応を化学反応式で示しなさい。
- (2) チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 中の 2 つの S の酸化数をそれぞれ求めなさい。
- (3) このチオ硫酸ナトリウム水溶液の濃度を計算しなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

問2 20.0°C におけるヨウ化鉛 (II) の溶解度は、水 100.0 g に対して $6.0 \times 10^{-2} \text{ g}$ である。ヨウ化鉛 (II) の溶解度積を求めなさい。なお、ヨウ化鉛 (II) の飽和溶液の密度を 1.0 g/cm^3 、ヨウ化鉛 (II) の式量を 461 として計算しなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

2 次の各問いに答えなさい。

問1 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ について、次の各問いに答えなさい。

(1) この錯体の名称を日本語および英語で答えなさい。

(2) この錯体は八面体型の構造で反磁性である。この錯体の d 軌道の電子配置を図示しなさい。

(3) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 、 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_5]^{3+}$ および $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ の吸収極大波長はそれぞれ、476 nm、487 nm、530 nm である。これらの波長がこの順番になることを説明しなさい。

問2 BF_3 および PF_3 の分子の形を VSEPR 則に基づいて推定しなさい。

3 次の各問いに答えなさい。

問1 硫酸 (8.83 g)、酢酸 (11.5 g)、エタノール (16.2 g) の混合溶液を加熱しながら 2時間反応させた。その後、蒸留により精製を行ったところ、酢酸エチルが 11.3 g 得られた。このときの酢酸エチルの収率を求めなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

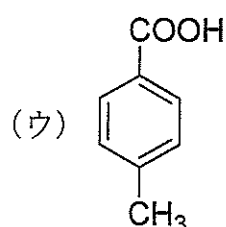
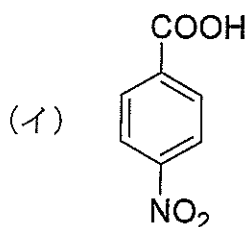
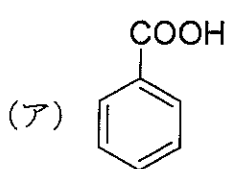
H 1.01 C 12.0 O 16.0 S 32.1

問2 分子式 C_6H_{14} をもつ化合物の構造異性体すべてを構造式で示し、それぞれの異性体の名称 (IUPAC名) を英語で書きなさい。

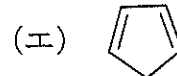
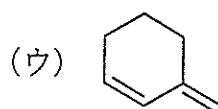
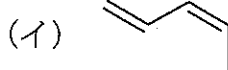
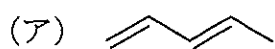
問3 次の各問いに答えなさい。

(1) キシレン 3 種類の異性体のうち、求電子置換反応の反応性が最も高い異性体を構造式で書きなさい。

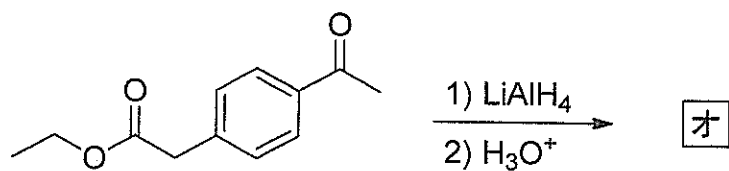
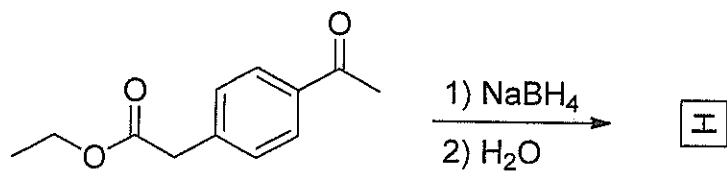
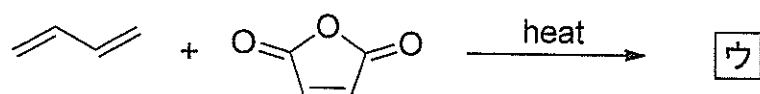
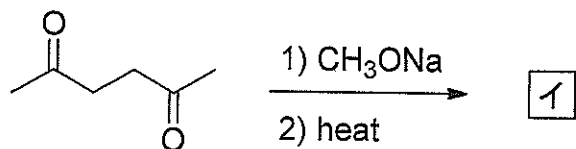
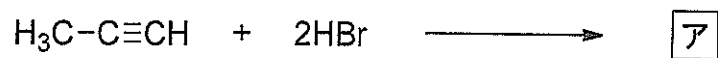
(2) 次の (ア) ~ (ウ) の化合物を相対的酸性度の大きい順に並べなさい。



(3) さまざまなジエンとエチレンとの Diels-Alder 反応を行いたい。このとき次の (ア) ~ (エ) のジエンについて、反応性の高い順に並べなさい。



問4 次の各反応の主生成物 **ア** ~ **オ** を構造式で書きなさい。



4 次の各問いに答えなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

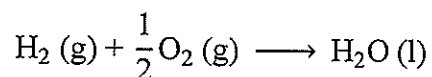
問1 20℃ におけるエタノールとメタノールの混合溶液について、次の各問いに答えなさい。ただし、20℃ の蒸気圧は、エタノールが 59.85 hPa、メタノールが 118.6 hPa であり、溶液は理想溶液として扱える。

- (1) エタノールのモル分率が 0.800 の溶液が示す蒸気圧は何 hPa か答えなさい。
- (2) (1) の蒸気相中のエタノールのモル分率を答えなさい。

問2 298 K、1 atm において、



が与えられている。 ΔH° は 298 K における定圧反応熱である。また、298 K、1 atm における H_2O の蒸発熱は 44.0 kJ mol^{-1} である。298 K、1 atm において、次の反応で $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ を生成するときの $\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))$ を答えなさい。



問3 ある一定温度における2次反応 $2A \longrightarrow B$ について、次の各問いに答えなさい。ただし、Aの初濃度を $[A]_0$ 、速度定数を k 、時間を t とする。

- (1) 半減期を $t_{1/2}$ と表すとき、この反応の半減期 $t_{1/2}$ を、各文字を用いて表しなさい。
- (2) $[A]_0 = 0.20 \text{ mol/L}$ 、 $t_{1/2}$ が10分のとき、速度定数 k を求めなさい。
- (3) $[A]_0 = 0.20 \text{ mol/L}$ のとき、Aの濃度が初濃度の10%になる時間を求めなさい。