

令和6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5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。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。ただし、原子量は次の値を用いなさい。

H 1.00、 N 14.0、 O 16.0、 Na 23.0、 S 32.0、 Zn 65.4

問1 亜鉛として硫酸亜鉛のみを含む未知試料を 1.50 g 量りとり、それにある溶液を加えて、硫酸亜鉛のみを全て沈澱させた。沈澱物をろ過し、洗浄したのち、約 450 °C に加熱して酸化亜鉛として秤量したところ、0.503 g であった。次の各問いに答えなさい。

- (1) 未知試料中に含まれる Zn^{2+} は何 g か、答えなさい。
- (2) 未知試料中の硫酸亜鉛の質量パーセントは何% か、答えなさい。

問2 次の各問いに答えなさい。

- (1) 0.100 mol/L の H_2SO_4 溶液（密度 1.01 g/mL）中に含まれる H_2SO_4 の質量パーセントは何% か、答えなさい。
- (2) 0.100 mol/L の NaOH 溶液が 1000 mL ある。その中に NaOH は何 g 含まれているか、答えなさい。
- (3) 0.660 g の硫酸アンモニウムに十分な NaOH 溶液を加えたところ、 NH_3 が発生した。発生した NH_3 は 0 °C、1 atm で何 mL か、答えなさい。ただし、発生した NH_3 は水に溶解しないものとする。
- (4) (3) で発生した NH_3 に (1) の H_2SO_4 溶液を 70 mL 加えた。何 mL の H_2SO_4 溶液が反応せずに残るか、答えなさい。
- (5) (4) で残った H_2SO_4 溶液に (2) の NaOH 溶液を何 mL 加えると中和できるか、答えなさい。

2 次の各問いに答えなさい。

問 1 ${}_{24}\text{Cr}$ の基底状態の電子配置を例に倣い、答えなさい。

例： ${}_{3}\text{Li} \quad (1s)^2(2s)^1$

問 2 CO_3^{2-} のルイス構造を図示しなさい。その際、全ての原子がオクテット構造を満たすようにし、形式電荷も記入しなさい。なお、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 3 真空中における気体状態の遷移金属イオンの 3d 軌道は五重に縮重している。分子やイオンなどが配位することにより、この縮重は一部解ける。以下の (1) から (4) の金属錯体の 3d 軌道が分裂した際におけるエネルギー準位をそれぞれ図示しなさい。

- (1) 6 配位八面体錯体
- (2) 正方に歪んだ 6 配位八面体錯体
- (3) 4 配位平面四角形錯体
- (4) 4 配位正四面体錯体

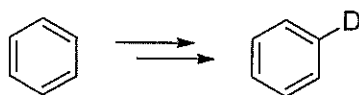
問 4 4 配位平面四角形錯体の $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ は反磁性を示すが、4 配位正四面体錯体の $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ は常磁性を示す。この磁性が異なる理由を説明しなさい。なお、Ni の原子番号は 28 である。

3 次の各問いに答えなさい。

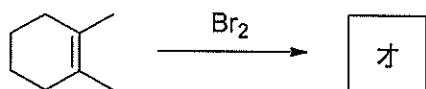
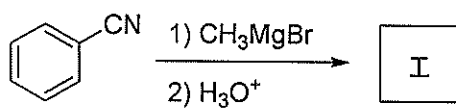
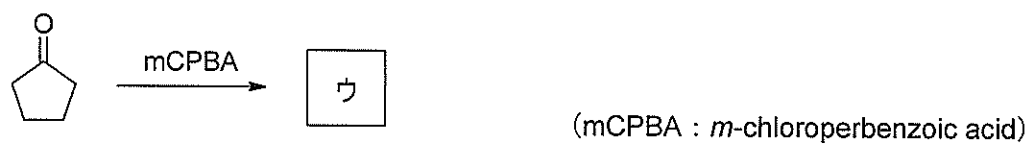
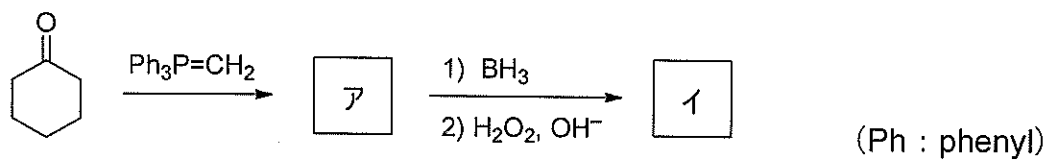
問1 *trans*-1-bromo-2-methylcyclohexane に対して、強塩基を用いて E2 反応を行った。この反応の主生成物を構造式で示しなさい。また、そう導いた理由も書きなさい。

問2 分子式 $C_5H_{12}O$ をもつアルコール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 ベンゼンを出発物質として、デューテリオベンゼンを合成したい。この合成経路を反応式で示しなさい。反応式には、用いる試薬も書き示しなさい。



問4 次の各反応の主生成物 **ア** ~ **オ** を構造式で示しなさい。**オ** については、その立体がわかるように示しなさい。



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 10.0 mol のエタンが 300 K において 4860 cm³ の体積を占めている。エタンが van der Waals の状態方程式に従うときの圧力は何 atm か答えなさい。ただし、気体定数は $8.206 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とし、van der Waals 定数は、 $a = 5.43 \text{ dm}^6 \text{ atm mol}^{-2}$ 、 $b = 0.0641 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ である。

問2 1 atm における氷の融解による 1 mol あたりのエントロピー変化を求めなさい。ただし、1 atm における氷の融解熱は 6.01 kJ mol^{-1} である。

問3 次の反応が 1000 °C、2 atm において平衡に達している。H₂O の解離度を α としたとき、次の各問いに答えなさい。ただし、1000 °C における圧平衡定数 K_p は $6.9 \times 10^{-15} \text{ atm}$ である。



- (1) 平衡時の H₂O のモル分率を、 α を用いて表しなさい。
- (2) 平衡時の H₂O の分圧を、 α を用いて表しなさい。
- (3) K_p を、 α を用いて表しなさい。