

令和 8 年度
筑波大学大学院 推薦入学試験
理工情報生命学術院 数理物質科学研究群
化学学位プログラム 試験問題

専門科目

注意事項

1. 問題 1～3 全てについて解答せよ。
2. 解答用紙は合計 3 枚配布する。
3. 問題 1～3 について、それぞれ別々の解答用紙に問題番号を明記して解答せよ。解答用紙の表面に解答を書き切れない場合は、裏面も使用せよ。
4. 下書用紙を 1 枚配布する。なお、下書用紙も回収する。

空白ページ

化学

問題 1 次の問 1 および問 2 に答えよ。

問 1 塩素のオキシ酸(HClO , HClO_2 , HClO_3 , HClO_4)について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 4種類のオキシ酸における塩素の酸化数を、それぞれ答えよ。
- (2) 4種類のオキシ酸のうち、酸性度がもっとも高いものを選び、化学式で記せ。
- (3) 酸性水溶液中で HClO は Cl_2 と ClO_3^- に不均化する。この理由を、標準電池電位に基づいて説明せよ。ただし、 HClO/Cl_2 系および $\text{ClO}_3^-/\text{HClO}$ 系の標準電位は、それぞれ+1.63 V および+1.43 V である。

問 2 次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 半導体の電気伝導率の温度依存性について、バンド構造に基づいて説明せよ。
- (2) 錯形成反応におけるキレート効果について、反応エントロピーに基づいて説明せよ。
- (3) 平面四角形錯体におけるトランス影響について説明せよ。
- (4) 赤外吸収スペクトルにおいて、CO 伸縮振動に由来する吸収は、 $[\text{Cr}(\text{CO})_5(\text{PPh}_3)]$ よりも $[\text{Cr}(\text{CO})_5(\text{PET}_3)]$ の方が低エネルギー側に観測される。この事実に基づいて、 PET_3 と PPh_3 ではいずれの σ 供与性が強いと考えられるか、理由とともに答えよ。

問題2 次の問1～問3に答えよ。

問1 熱力学第二法則を説明せよ。

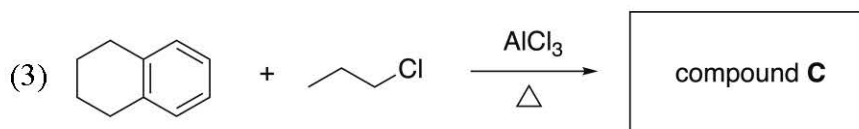
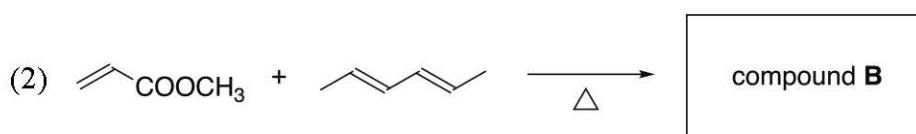
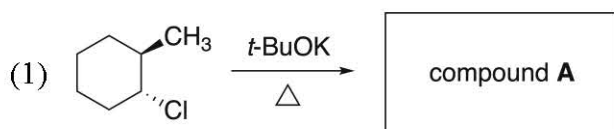
問2 水素原子のスペクトル線の波数($\tilde{\nu}$)は、 $\tilde{\nu} = \tilde{R}_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ で表される。 \tilde{R}_H はリュードベリ定数、 n_1 、 n_2 は自然数である。ライマン系列($n_1 = 1$)のスペクトル線の $\tilde{\nu}$ のうち、最小の波数 $\tilde{\nu}_{\min}$ を cm^{-1} 単位で求めよ。ただし、 $\tilde{R}_H = 1.097 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ とせよ。

問3 一辺の長さ L の正方形の箱の中($0 \leq x \leq L$, $0 \leq y \leq L$)を自由に移動できる質量 m の粒子を考える。粒子の波動関数 ψ 、粒子の全エネルギー E 、プランク定数 h 、量子数 n_1 、 n_2 とする。ただし、粒子のポテンシャルエネルギー V は、箱の中で $V = 0$ 、箱の外側で $V = \infty$ とする。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 箱の中の粒子のシュレーディンガー方程式を、 ψ 、 E 、 h 、 m 、 x 、 y を用いて表せ。
- (2) 箱の中の粒子の零点エネルギーを、 L 、 h 、 m を用いて表せ。
- (3) 箱の中の粒子のシュレーディンガー方程式の解であるエネルギー E が、零点エネルギーの25倍であるとき、そのエネルギー準位の縮退度(縮重度)を求めよ。また、そのときの n_1 、 n_2 の組み合わせをすべて書け。

問題3 次の問1～問3に答えよ。

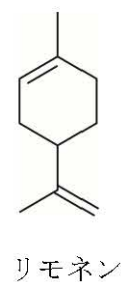
問1 次の(1)～(3)の反応において、主生成物として得られる有機化合物 **A**～**C** の構造式を示せ。必要に応じてそれらの立体化学も明示せよ。



問2 1,3-ブタジエンに臭化水素が1当量付加する反応では、反応条件によって互いに構造異性体である化合物 **D** もしくは **E** が主生成物として得られる。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ で反応を行った場合、化合物 **D** が主生成物として得られた。化合物 **D** の構造式を示せ。
- (2) $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ で反応を行った場合、化合物 **E** が主生成物として得られた。化合物 **E** の構造式を示せ。
- (3) (1)と(2)で主生成物が異なる理由を説明せよ。

問3 水1分子がリモネン(右図)に付加する反応では、主に α -および β -テルピネオールと呼ばれる2種類の構造異性体得られる。 β -テルピネオールは、シクロヘキサン環を持つ。 α -および β -テルピネオールの構造式をそれぞれ記せ。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。



令和8年度

推薦入試

化学学位プログラム

区分	出題意図
問題1	オキソ酸を題材とし、酸化数や酸性度、不均化反応と標準電位との関係に関する理解を問う。また、固体の性質や錯体の性質に関する基礎的な知識を問う。さらに、金属錯体の赤外吸収スペクトルを題材とし、金属イオンと配位子との結合に関する理解を問う。
問題2	熱力学第2法則の理解、スペクトル線の解釈、2次元の箱の中の粒子のシュレーディンガー方程式とその解の導出を問う。
問題3	一般的に教科書等で紹介される有機化合物を題材とし、有機化合物の構造や立体化学、付加反応、脱離反応およびペリ環状反応等の基本的な有機化学反応に関する知識および反応機構についての理解度を問う。