

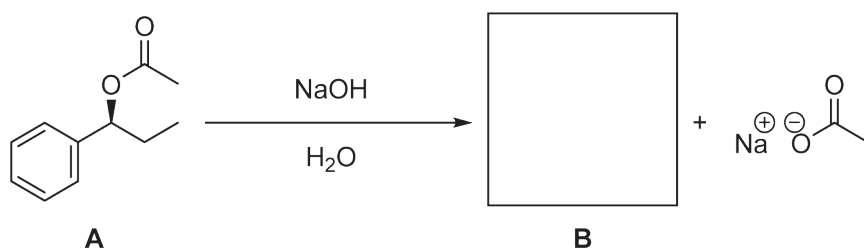
2024 年度 大学院 理工学研究科 博士前期課程  
一般入学試験 1 期 化学専攻  
専門科目

試験室への持込み：関数電卓 持ち込み可

【解答上の注意】 解答は別紙の解答用紙に記入すること。

次の問 1 ～ 10 の中から 3 問を選択し解答せよ。

問 1 次を示す反応について、下の問 (1) ～ (4) に答えよ。



- (1) この反応を「アルカリ (ア)」または「けん化」という。(ア) に当てはまる最も適切な語を日本語と英語でそれぞれ記せ。
- (2) 立体化学を含めて、化合物 **A** を系統名で命名せよ。ただし、立体化学は *R* または *S* で表記し、系統名はアルファベットで記すこと。
- (3) 化合物 **A** から生成する生成物 **B** の構造式を記せ。また、電子対の動きを表す矢印を使ってこの反応機構を記述せよ。
- (4) 化合物 **A** に対する「酸 (ア)」も同様に起こり、生成物 **B** を生じる。電子対の動きを表す矢印を使ってこの反応機構を記述せよ。

2024 年度 大学院 理工学研究科 博士前期課程  
一般入学試験 1 期 化学専攻  
専門科目

試験室への持込み：関数電卓 持ち込み可

問 2 次の問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) 次の化合物のうち、芳香族性を示すものを 2 つ選び、記号で答えよ。また、その共鳴構造式を、電子対の動きを表す矢印を含めて記述せよ。

(A)



(B)



(C)

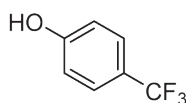


(D)

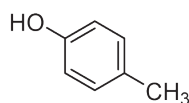


(2) 次の化合物を、酸性度が高い順に並べ、記号で答えよ。また、その理由を説明せよ。

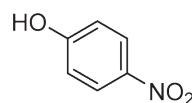
(A)



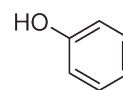
(B)



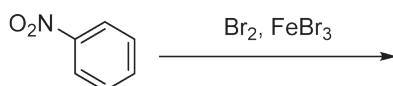
(C)



(D)



(3) 次の反応の主生成物（有機化合物）の構造式を記せ。また、電子対の動きを表す矢印を使ってこの反応機構を記述せよ。



問 3 酸素分子  $O_2$  に関し、次の問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) 基底状態の  $O_2$  分子が不対電子を持つことを、分子軌道法に基づき説明せよ。

(2) 基底状態の  $O_2$  分子において、不対電子が存在する分子軌道の形を位相の変化がわかるように図で描け。なお、不対電子が存在する軌道は 2 つあるが、そのうち一つを解答すればよい。

(3)  $O_2$  分子に電子を一つ追加したときに結合の次数がどのように変化するか、分子軌道法に基づき説明せよ。

2024 年度 大学院 理工学研究科 博士前期課程  
一般入学試験 1 期 化学専攻  
専門科目

試験室への持込み：関数電卓 持ち込み可

---

問 4  $\text{Xe}^+$  に 3 つの F 原子が結合した「 $\text{XeF}_3^+$ 」というイオンが存在する。このイオンがどのような立体構造となっているのかを、VSEPR に基づき説明せよ。

問 5 あるタンパク質 A が多量体を形成するか調べたい。適切な分析手法を一つ挙げ、その名称、原理、特徴について説明せよ。

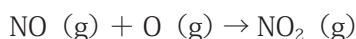
問 6 次の分析手法 (A) ~ (C) から 1 つを選択し、原理、および特徴について説明せよ。

(A) ESI-TOF

(B) イオン交換クロマトグラフィー

(C) X 線小角散乱

問 7 次の反応のエンタルピー変化を求めよ。



その際、以下の 3 つの化学反応式を用いること。



また、一酸化窒素と酸素原子から二酸化窒素が生成される反応は発熱反応か、それとも吸熱反応かを答え、その理由を説明せよ。

2024 年度 大学院 理工学研究科 博士前期課程  
一般入学試験 1 期 化学専攻  
専門科目

試験室への持込み：関数電卓 持ち込み可

---

問 8 オゾンが二酸化窒素と反応すると、五酸化二窒素と酸素が生じる。この反応の速度が以下の式で表される場合、この反応の分子機構としてどのようなものが考えられるかを議論せよ。

$$\text{反応速度} = k[\text{O}_3][\text{NO}_2]$$

問 9 PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) について、次の問 (1)~(3) に答えよ。

- (1) PCR の 1 サイクルを 3 つの過程に分けると①鋳型 DNA の変性, ②プライマーペアの鋳型 DNA へのアニーリング, ③プライマーの 3' 末端への DNA ポリメラーゼによる伸長反応となる。それら 3 つの過程を, 模式図を用いて説明せよ。なお, 各過程の反応温度と時間についても説明すること。
- (2) ある PCR を行い, その反応液をアガロースゲル電気泳動し, その PCR 増幅産物を解析した。その結果, 目的の理論値の鎖長を示す増幅バンドの他に, 理論値の鎖長よりも短い非特異的な増幅バンドが 1 本, 目的のバンドよりも薄く検出された。上記 (1) の①~③の過程のある条件を変更すると, この非特異的な増幅が減少する可能性がある。どのような条件変更が考えられるか? その変更点とその変更によりどのような点が改善され非特異的な増幅が減少すると考えられるかを述べよ。なお, 2 つのプライマーの  $T_m$  (融解温度) はどちらも  $62^\circ\text{C}$  であり, この PCR のアニーリング温度は  $55^\circ\text{C}$  で行ったものとする。
- (3) (2) の変更の他に, ホットスタート PCR により, 非特異的な増幅が減少する可能性がある。ホットスタート PCR とは, どのような PCR か? 150 文字程度で, 簡潔に説明せよ。

2024 年度 大学院 理工学研究科 博士前期課程  
一般入学試験 1 期 化学専攻  
専門科目

試験室への持込み：関数電卓 持ち込み可

---

問 10 60 億塩基対 (base pair, bp) あまりのヒトゲノム DNA は約 2 m もの長さになる。このゲノム DNA は、ヒトの体を構成する 37 兆個あまりのそれぞれの細胞の直径約 10 ~ 20  $\mu\text{m}$  の核内に収納されている。このゲノム DNA の細胞核への収納機構に関わるヌクレオソームについて、次の問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) ヌクレオソーム構造について、以下の語句を用いて、150 文字程度で簡潔に説明せよ。

4 種, ヒストン, 8 量体, 146 bp の DNA, リンカー DNA

(2) 遺伝子の転写において、ヌクレオソーム構造はどのような影響を与えるか？転写の活性化と不活性化の観点から、以下の語句をすべて用いて、150 文字程度で簡潔に説明せよ。

プロモーター, TATA ボックス, 転写因子,  
RNA ポリメラーゼ (RNA 合成酵素)

(3) DNA 配列の変化に依存しない遺伝子発現などの調節機構であるエピジェネティクス機構のうち、ヒストンテールが関与する機構について、以下の語句をすべて用いて 200 文字程度で簡潔に説明せよ。

翻訳後化学修飾, リジン残基, アセチル化, メチル化, 転写,  
活性化, ブロモドメイン, 不活性化, クロモドメイン, HP1