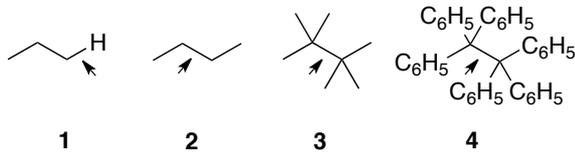


第 I セット

問題1 有機化学

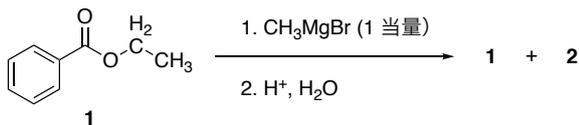
次の化合物を、矢印で示した結合の結合解離エネルギーが大きい順に並べると、どの順番になるか。正しいものを(A)~(E)から選べ。



- (A) 4 > 3 > 2 > 1
 (B) 4 > 3 > 1 > 2
 (C) 2 > 1 > 4 > 3
 (D) 1 > 2 > 3 > 4
 (E) 1 > 2 > 4 > 3

問題2 有機化学

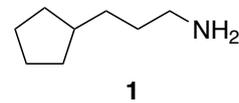
次の反応を行い、生成物を解析したが、目的とするアセトフェンは得られず、原料である **1** が回収されるとともに、**2** が主生成物として得られた。生成物 **2** として最も適切な構造を(A)~(E) から選べ。



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

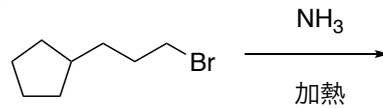
問題3 有機化学

次の合成法(1)~(4)のうち、以下の化合物 **1** を主生成物として与える適切な合成法はどれか。(A)~(E)から選べ。

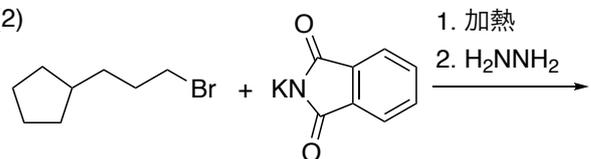


合成法

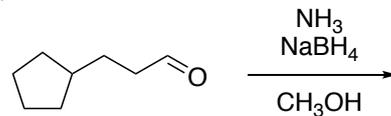
(1)



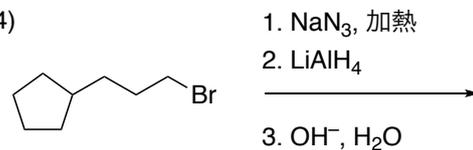
(2)



(3)



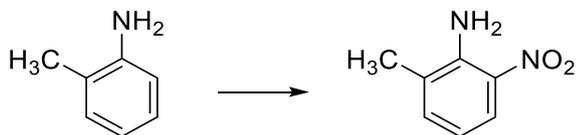
(4)



- (A) 合成法(1)と(2)
 (B) 合成法(3)と(4)
 (C) 合成法(1)と(3)
 (D) 合成法(2)と(4)
 (E) 合成法(2)と(3)と(4)

問題4 有機化学

次に示すニトロ化反応を位置選択的に行うためには、数段階の反応が必要である。操作として適切なものを(A)~(E)から選べ。

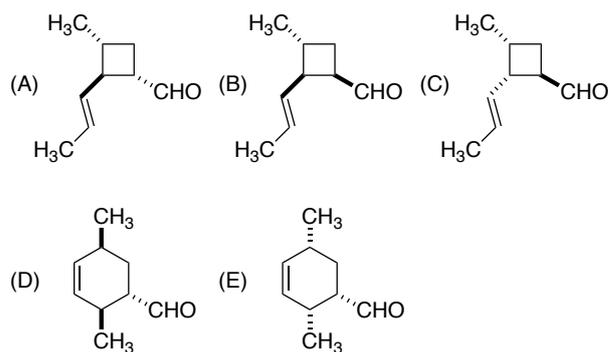
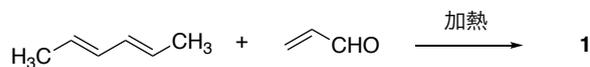


- (1) 酸化
- (2) 還元
- (3) 臭素化
- (4) ニトロ化
- (5) アセチル化
- (6) SO₃によるスルホン化
- (7) スルホン基の除去
- (8) NaNH₂によるアミノ化
- (9) アセチル基の除去

- (A) (6)→(4)→(7)
- (B) (1)→(6)→(4)→(7)→(2)
- (C) (5)→(6)→(4)→(7)→(9)
- (D) (6)→(3)→(8)→(1)→(7)
- (E) (5)→(3)→(8)→(1)→(9)

問題5 有機化学

次に示す二つの化合物の反応で得られる主生成物 **1** を(A)~(E)から選べ。



問題6 無機・分析化学

二番目に小さい第一イオン化エネルギーをもつ元素を(A)~(E)から選べ。

- (A) ヘリウム
- (B) リチウム
- (C) 窒素
- (D) 酸素
- (E) ネオン

問題 7 無機・分析化学

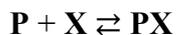
標準状態において自発的に進行する反応を (A)–(E) から選べ。



- (A) $\text{H}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Fe}$
- (B) $\text{H}_2 + \text{Mn}^{2+} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Mn}$
- (C) $\text{H}_2 + \text{Zn}^{2+} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Zn}$
- (D) $\text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \rightarrow \text{Zn} + \text{Cu}^{2+}$
- (E) $\text{H}_2 + \text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Cu}$

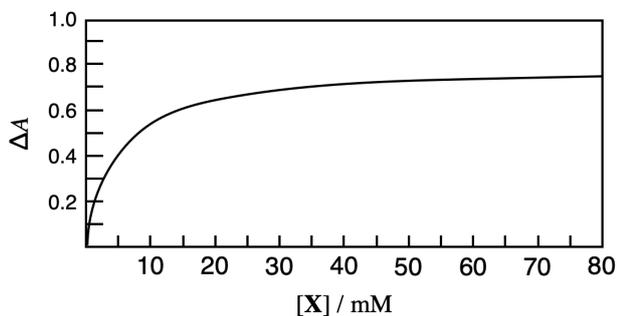
問題 8 無機・分析化学

色素 **P** と分子 **X** は、次式のように複合体 **PX** を形成する。



$1 \times 10^{-6} \text{ M}$ の **P** の溶液を無色の **X** で滴定したところ、下図のように溶液の吸光度 A が変化を示した。

P と **X** の間の解離定数として、最も適したものを (A)–(E) から選べ。



- (A) 5×10^{-3}
- (B) 8×10^{-2}
- (C) 0.8
- (D) 1.25
- (E) 20

問題 9 無機・分析化学

以下の d 軌道分裂と電子の収容パターンに該当する錯体を (A)–(E) から選べ。



- (A) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- (B) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (C) $[\text{CoCl}_4]^{2-}$
- (D) $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$
- (E) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$

問題 10 無機・分析化学

平面正方形ではない金属錯体を (A)–(E) から選べ。

- (A) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$
- (B) $[\text{PdCl}_4]^{2-}$
- (C) $[\text{PtCl}_4]^{2-}$
- (D) $[\text{RhCl}_4]^-$
- (E) $[\text{IrCl}_4]^-$

問題 11 物理化学

$\text{NaN}_3(\text{s})$ の生成エンタルピーは正である。生成反応と分解反応 ($2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$) に関する記述 (A)–(E) から正しいと考えられるものを選べ。

- (A) 同じ温度であれば、生成エンタルピーと分解の反応エンタルピーは、符号も含めて等しい。
- (B) 分解は発熱反応で、反応系のエントロピーは増大する。
- (C) 分解は発熱反応で、反応系のエントロピーは減少する。
- (D) 分解は吸熱反応で、反応系のエントロピーは増大する。
- (E) 分解は吸熱反応で、反応系のエントロピーは減少する。

問題 12 物理化学

(A)–(E) から正しいものを選べ。

- (A) 反応速度定数 k がアレニウスの式に従うとき、 k の次元は必ず [時間] $^{-1}$ となる。
- (B) 逐次 1 次反応 $\text{A} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{B}$ で I の濃度が時間変化しないとき、B の生成速度は A の濃度に比例する。
- (C) 化学種 A と B の衝突でおこる素反応の速度式は、A の濃度について 2 次となる。
- (D) ある化学種の 1 次反応における半減期は、初濃度が小さいほど長くなる。
- (E) 活性化エネルギーが小さいほど、反応速度は温度に大きく依存する。

問題 13 物理化学

アボガドロ数 (N_A) 個の独立な区別できる分子から成る系を考える。各分子のエネルギー準位は 0 もしくは $E (>0)$ であり、縮退はないとする。この系の温度 T を $T \rightarrow \infty$ とするとき、(A)–(E) から正しいものを選べ。なお、気体定数を R とする。

- (A) 分子分配関数 q は 1 となる。
- (B) 熱容量は R となる。
- (C) エントロピーは $R \ln 2$ となる。
- (D) エネルギーは $N_A E$ となる。
- (E) 正準分配関数 Q は $2^{N_A}/N_A!$ となる。

問題 14 物理化学

量子力学における 1 次元調和振動子 (角振動数: ω) に関する記述 (A)–(E) から正しいものを選べ。

- (A) エネルギーは量子化され、有限個の固有状態をもつ。
- (B) 零点エネルギーは $1/2$ である。
- (C) 古典転回点で波動関数は 0 となり、ポテンシャルの外へのしみ出しはない。
- (D) 質量 m が大きくなると、固有エネルギーの間隔は小さくなる。
- (E) 位置 x の期待値 $\langle x \rangle$ は固有状態によって異なる。

問題 15 物理化学

2p 軌道の 1 次結合からなる分子軌道(A)-(E)のうち、反結合性 π_g 軌道はどれか選べ。

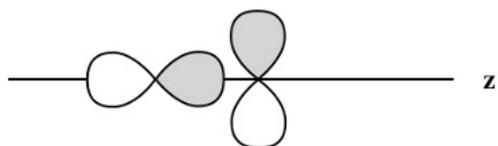
(A)



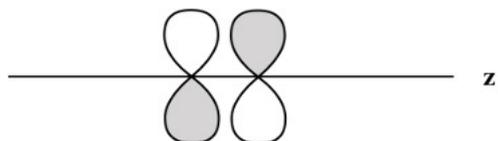
(B)



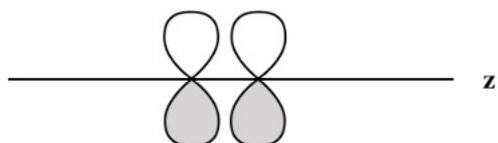
(C)



(D)

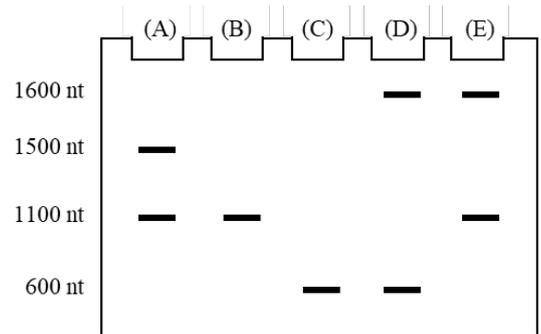
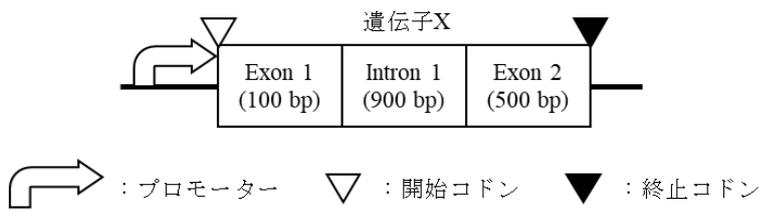


(E)



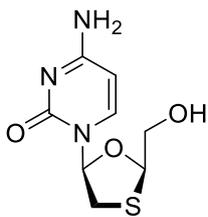
問題 16 生物化学

真核生物の細胞における以下の遺伝子 X について、成熟 mRNA を変性ポリアクリルアミドゲル電気泳動で分析した。結果として適切なものを(A)~(E) から選べ。なお UTR 領域の長さは考慮しないものとする。



問題 17 生物化学

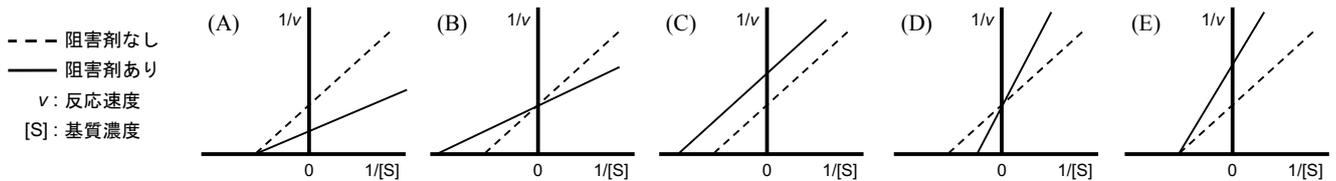
DNA 二本鎖において以下の抗 HIV 薬ラミブジンの塩基部とペアを組む塩基名として適切なものを (A)~(E) から選べ。



- (A) アデニン
- (B) シトシン
- (C) グアニン
- (D) ウラシル
- (E) チミジン

問題 18 生物化学

Michaelis-Menten 式が成立する酵素反応において、競合阻害剤（拮抗阻害剤）が存在するとき Lineweaver-Burk plot はどのように変化するのか、(A)~(E) から選べ。



問題 19 生物化学

クエン酸回路において、クエン酸シンターゼはどの反応タイプに該当するのか、(A)~(E) から選べ。

- (A) 酸化的脱炭酸
- (B) アルドール縮合
- (C) 水和反応
- (D) リン酸化反応
- (E) 酸化反応

問題 20 生物化学

蛋白質を分子の大きさと形の違いによって分けることができる蛋白質精製法を (A)~(E) から選べ。

- (A) 塩析
 - (B) イオン交換クロマトグラフィー
 - (C) 疎水性クロマトグラフィー
 - (D) アフィニティクロマトグラフィー
 - (E) ゲルろ過クロマトグラフィー
-

第 I セット

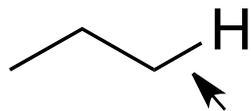
問題 1 問題 2 問題 3 問題 4 問題 5

問題 6 問題 7 問題 8 問題 9 問題 1 0

問題 1 1 問題 1 2 問題 1 3 問題 1 4 問題 1 5

問題 1 6 問題 1 7 問題 1 8 問題 1 9 問題 2 0

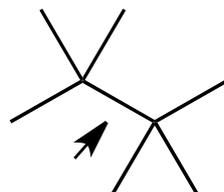
問題 1 有機化学



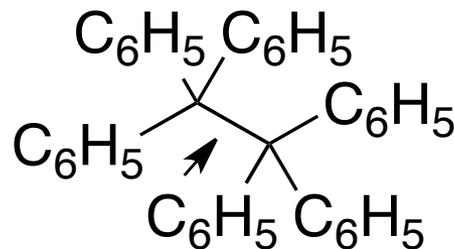
1



2



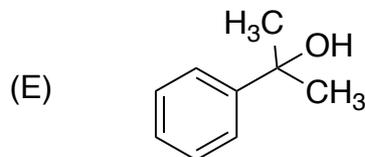
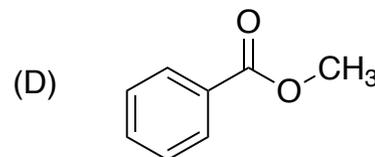
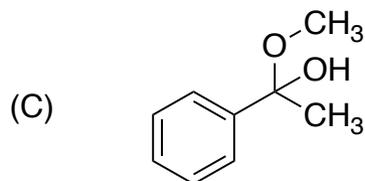
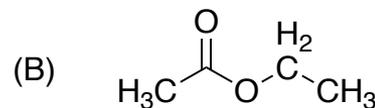
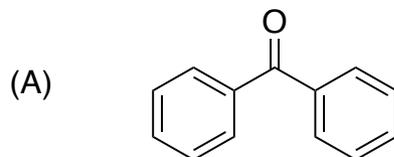
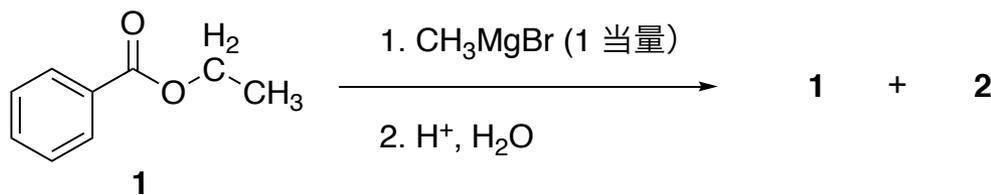
3



4

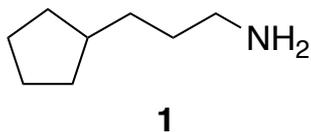
1. 矢印で示した結合の結合解離エネルギーが**2 > 3**となる理由を説明せよ。
2. 矢印で示した結合の結合解離エネルギーが**3 > 4**となる理由を2つ説明せよ。

問題 2 有機化学



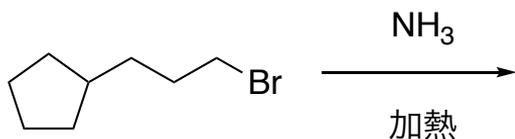
生成物**2**として (E) と答えた理由を説明せよ。

問題3 有機化学

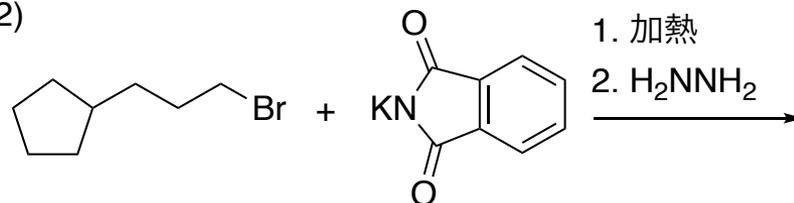


合成法

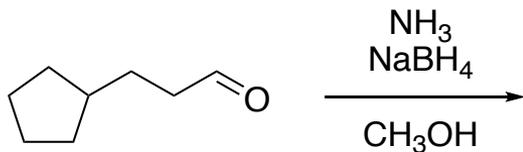
(1)



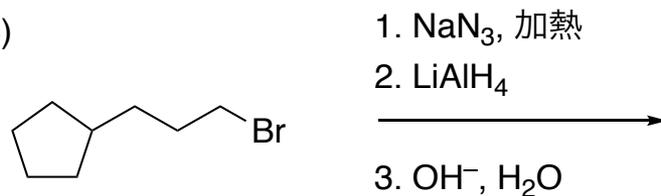
(2)



(3)

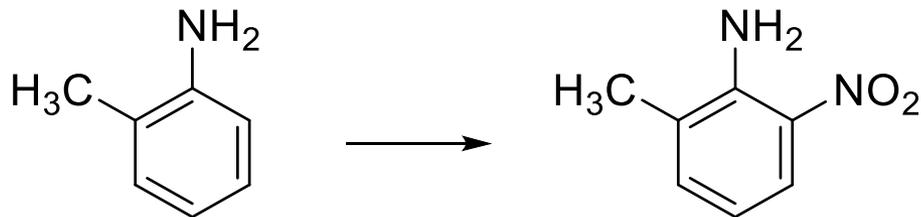


(4)



化合物1の合成法として(1)と(3)が不適切な理由をそれぞれ説明せよ。

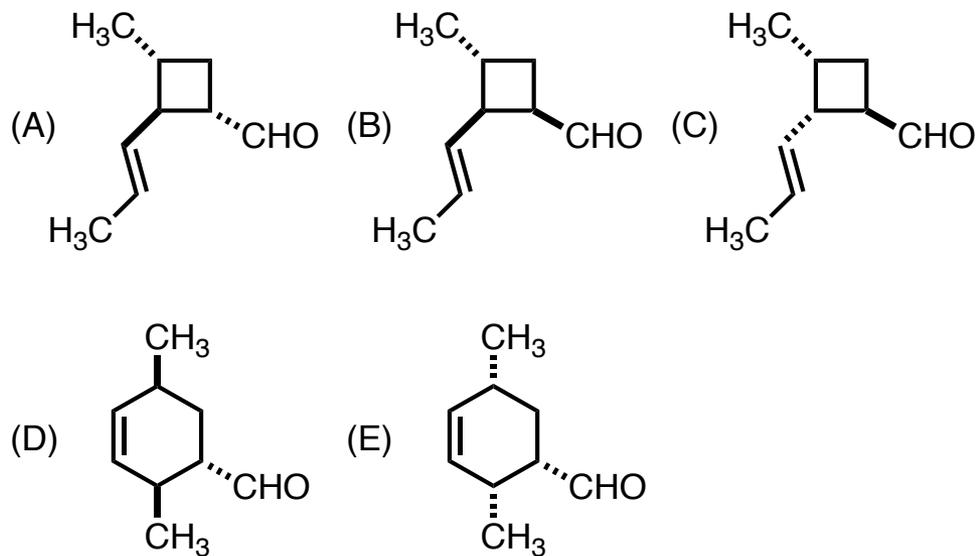
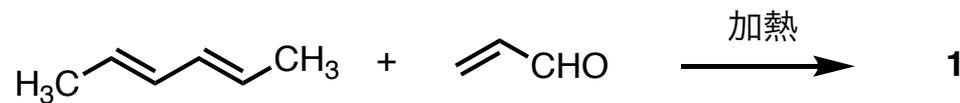
問題 4 有機化学



- (1) 酸化 (2) 還元 (3) 臭素化 (4) ニトロ化 (5) アセチル化
(6) SO_3 によるスルホン化 (7) スルホン基の除去
(8) NaNH_2 によるアミノ化 (9) アセチル基の除去

上記の位置選択的なニトロ化反応のために、
(5)→(6)→(4)→(7)→(9)の操作が適切であると
解答した根拠を、官能基化の選択性に注意し
ながら説明せよ。

問題 5 有機化学



上記の反応の生成物として(E)ができる理由と、他の化合物ができない理由を答えよ。

問題 6 無機・分析化学

窒素と酸素の基底電子配置を書け。

酸素の第一イオン化エネルギー IE_1 が、
窒素の IE_1 よりも小さくなる理由を口頭で説明せよ。

問題7 無機・分析化学

下記の酸化還元反応のうち、二つを選んで電池を作る場合、標準状態において理論上、最も大きい起電力が得られる組み合わせを答えよ。

また、その電池において、より高い起電力を得るには、それぞれの金属イオン濃度をどのように変化させればよいか、ネルンストの式を書いて説明せよ。



$$E^{\circ} = -1.18 \text{ V vs. NHE}$$



$$E^{\circ} = -0.76 \text{ V vs. NHE}$$



$$E^{\circ} = -0.44 \text{ V vs. NHE}$$



$$E^{\circ} = +0.34 \text{ V vs. NHE}$$

問題 8 無機・分析化学

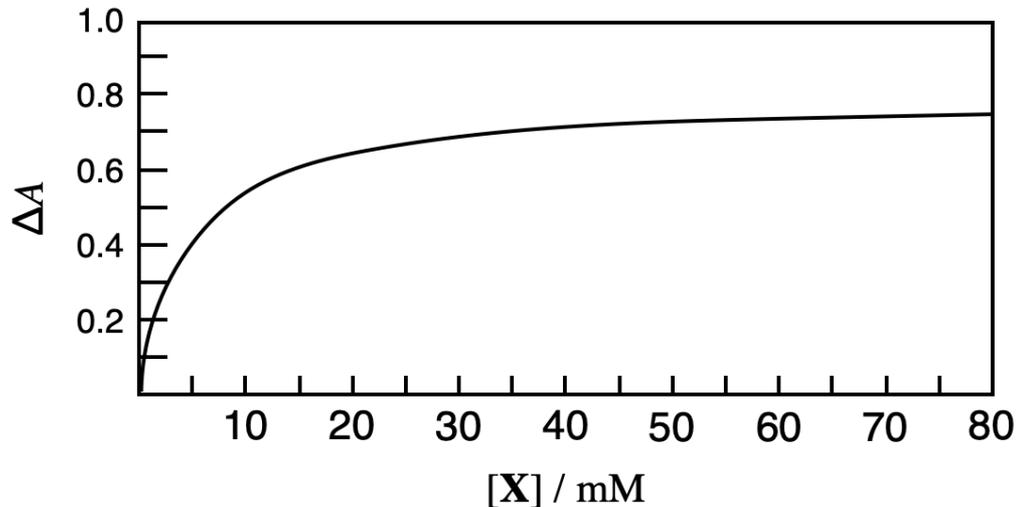
解離定数を表す式を書け。

(A) 5×10^{-3} と解答した理由を口頭で説明せよ。

色素 **P** と分子 **X** は、次式のように複合体 **PX** を形成する。



$1 \times 10^{-6} \text{ M}$ の **P** の溶液を無色の **X** で滴定したところ、下図のように溶液の吸光度 A が変化を示した。解離定数は、 5×10^{-3} である。



問題 9 無機・分析化学

$[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ のスピン状態 (S)を書け。

結晶場安定化エネルギー (CFSE)を書け。



問題 10 無機・分析化学

(A)以外が平面正方形となる理由を口頭で説明せよ。



問題 1 1 物理化学

$\text{NaN}_3(\text{s})$ の生成エンタルピーは正である。
分解反応は $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$ である。

- ① この分解反応が発熱反応と解答した理由を説明せよ。
- ② なぜ分解反応で反応系のエントロピーが増大すると解答したか、その理由を述べよ。

問題 1 2 物理化学

次の空欄 - のそれぞれに入る数式を記せ。

逐次1次反応 $A \xrightarrow{k_1} I \xrightarrow{k_2} B$ において、

\ll のときに、 $\frac{d[I]}{dt} = \text{} = 0$ と近似できる。

ただし、 k_1 と k_2 は反応速度定数を、 t は時間を表す。
また、 $[X]$ は X の濃度である。

問題 1 3 物理化学

アボガドロ数 (N_A) 個の分子から成る系の温度を $T \rightarrow \infty$ とする。
各分子のエネルギー準位は, 0 もしくは $E (>0)$ であり, 縮退はない。

- ① 二つの準位に分布する分子数の比を答えよ。
- ② エントロピーが $R \ln 2$ となることを導出せよ。

問題 1 4 物理化学

1次元調和振動子(角振動数: ω)について,

- ①固有エネルギー E を, ω と \hbar , 振動量子数 ν を用いて記せ。
ただし, $\hbar = h/2\pi$ である。
- ②質量 m が大きくなると, 固有エネルギーの間隔は小さくなる理由を説明せよ。

問題 1 5 物理化学

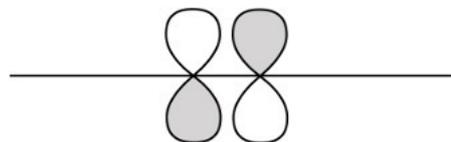
(D)が

①「反結合性」

②「 π 軌道」

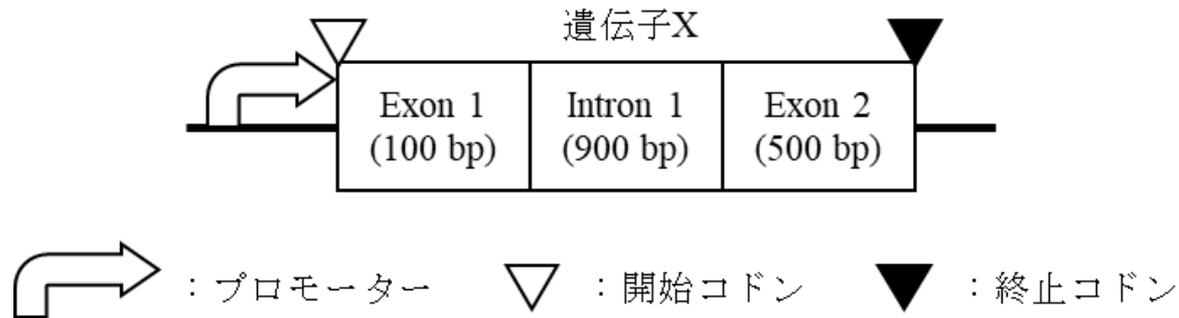
と解答した理由をそれぞれ説明せよ。

(D)



問題 1 6 生物化学

遺伝子XにおいてIntron 1のスプライシングが阻害されていることが分かった。この時に転写されるmRNAの長さを答えよ。また翻訳されたタンパク質に含まれるアミノ酸の数を答えよ。なお終止コドンはExon 2の末端にだけ存在するものとする。



問題 1 7 生物化学

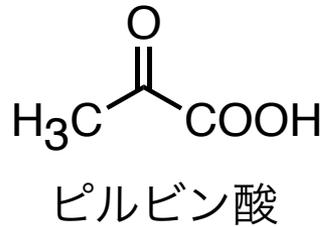
エイズウイルスは自らの生存に必要な情報を一本鎖RNAでコードしており，感染細胞中で一本鎖RNAを一本鎖DNAに変換することができる。この変換を担う酵素を答えよ。さらに，この一本鎖DNAが二本鎖DNAに変換される際に必要な酵素を答えよ。

問題 1 8 生物化学

競合阻害剤と反競合阻害剤の作用機構についてそれぞれ簡潔に説明せよ。

問題 1 9 生物化学

嫌気性条件で酵母は二つの連続反応でピルビン酸を代謝する。それぞれの反応について、生成物に言及しつつ説明せよ。



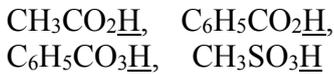
問題 20 生物化学

ドデシル硫酸ナトリウム-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) により蛋白質を分子量の違いによって分けることができる理由を説明せよ。

第Ⅱセット

問題1 有機化学

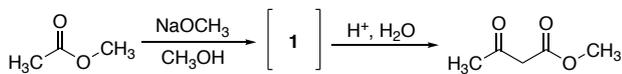
次の化合物を、下線部の水素原子の酸性度が高い順に並べると、どの順番になるか。(A)~(E) から正しいものを選び。

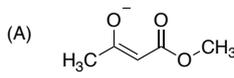
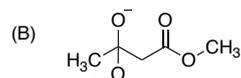
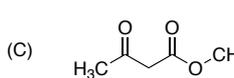
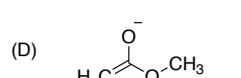
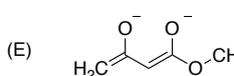


- (A) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$
(B) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$, $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$
(C) $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$
(D) $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$
(E) $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\text{H}$

問題2 有機化学

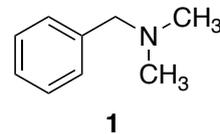
酢酸メチルを用いる Claisen 縮合反応を行なったところ、イオン性中間体 **1** が主に得られ、酸性溶液で後処理を行うことで目的とするアセト酢酸メチルが得られた。イオン性中間体 **1** として、最も適切なものを(A)~(E)から選べ。



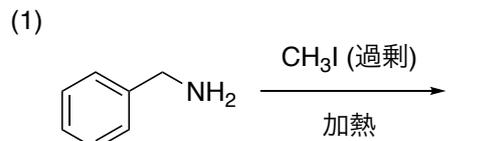
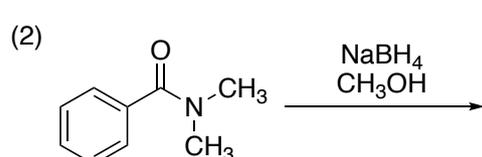
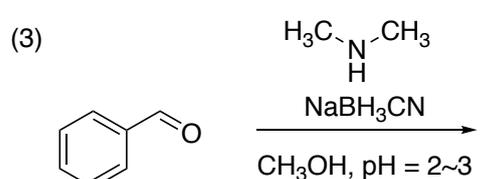
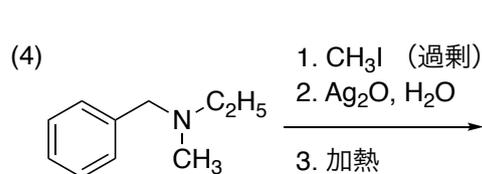
- (A)  (B) 
(C)  (D) 
(E) 

問題3 有機化学

次の合成法(1)~(4)のうち、以下の化合物 **1** を収率よく与える合成法はどれか。(A)~(E) から選べ。



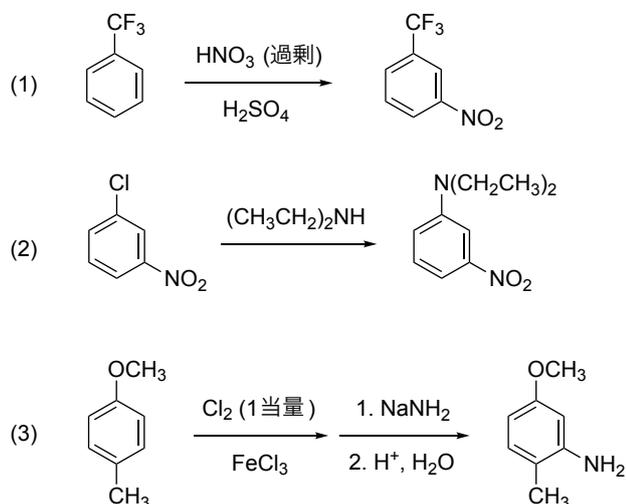
合成法

- (1) 
(2) 
(3) 
(4) 

- (A) 合成法(1)と(3)
(B) 合成法(2)と(4)
(C) 合成法(1)と(4)
(D) 合成法(2)と(3)
(E) 合成法(3)と(4)

問題4 有機化学

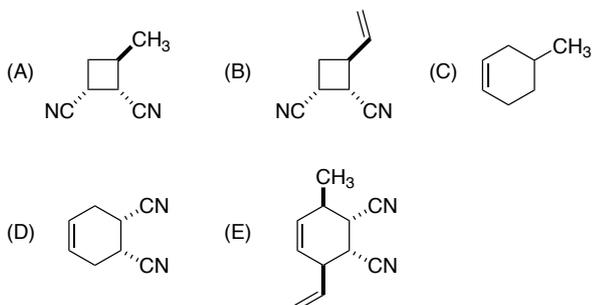
次に示す反応のうち、目的物を主生成物として与えるものはどれか。(A)~(E)から選べ。



- (A) 反応(1)
- (B) 反応(2)
- (C) 反応(3)
- (D) 反応(1)と(3)
- (E) 反応(2)と(3)

問題5 有機化学

次に示す三つの化合物の混合物を加熱して得られる主生成物 **1** を(A)~(E)から選べ。



問題6 無機・分析化学

二番目に大きい第一イオン化エネルギーをもつ元素を(A)~(E)から選べ。

- (A) ネオン
- (B) ナトリウム
- (C) アルミニウム
- (D) リン
- (E) カリウム

問題7 無機・分析化学

ダニエル電池の起電力を理論的に算出する上で、必要のない値を(A)~(E)から選べ。

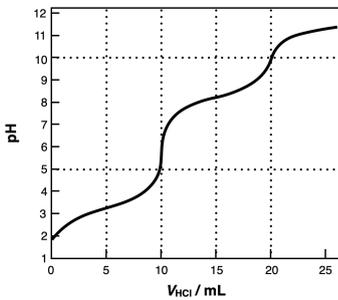
- (A) ファラデー定数 (F) と気体定数 (R)
- (B) Cu^{2+} 水溶液と Zn^{2+} 水溶液の pH ($[\text{H}^+(\text{Cu})]$, $[\text{H}^+(\text{Zn})]$)
- (C) 電気化学平衡 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$ の標準電極電位 ($E^\circ(\text{Zn})$)
- (D) 電気化学平衡 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$ の標準電極電位 ($E^\circ(\text{Cu})$)
- (E) Zn , Cu , Zn^{2+} , および Cu^{2+} の活量 ($[\text{Zn}]$, $[\text{Cu}]$, $[\text{Zn}^{2+}]$, および $[\text{Cu}^{2+}]$)

問題 8 無機・分析化学

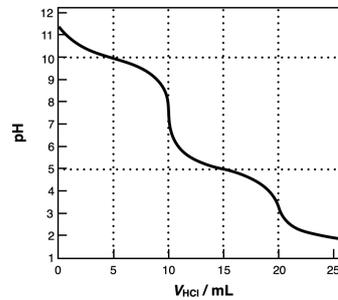
分子内に二つの Brønsted 塩基となる官能基をもつ二酸塩基 **B** の水溶液 (0.10 M) を 10 mL とり、塩酸 (0.10 M) で滴定した。滴定曲線として最も適切なグラフを(A)–(E)から選べ。

ただし、**B** の共役酸、 H_2B^{2+} および HB^+ の酸解離定数は、それぞれ $\text{p}K_{a1} = 5.0$, $\text{p}K_{a2} = 10.0$ とする。また、 V_{HCl} は、滴定した塩酸の体積である。

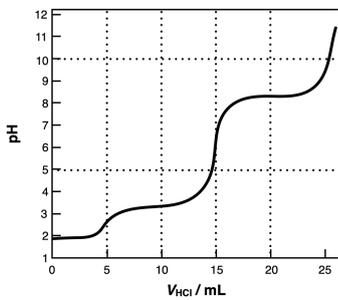
(A)



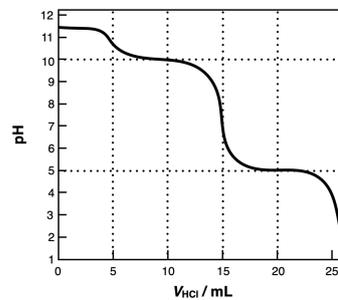
(D)



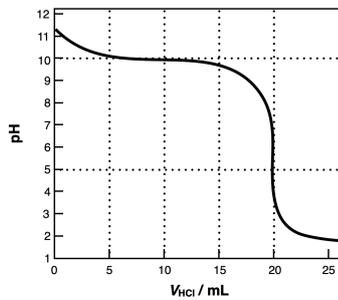
(B)



(E)



(C)



問題 9 無機・分析化学

可視光領域にほとんど吸収をもたない錯イオンを(A)–(E)から選べ。

- (A) $[\text{Fe}(\text{F})_6]^{3-}$
- (B) $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$
- (C) $[\text{Co}(\text{F})_6]^{3-}$
- (D) $[\text{Ti}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$
- (E) $[\text{V}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$

問題 10 無機・分析化学

以下に示す金属イオンが高スピン配置の四面体錯体を形成したとき、結晶場安定化エネルギー (CFSE) が共にゼロとなる金属イオンの組み合わせを(A)–(E)から選べ。

- (A) Ru^{3+} と V^{2+}
- (B) Cr^{2+} と Mn^{3+}
- (C) Mn^{2+} と Cr^+
- (D) Fe^{3+} と Co^{3+}
- (E) Mo^+ と Rh^{2+}

問題 11 物理化学

$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ なる変化に関する記述 (A)–(E)の中で、誤りと考えられるものを選べ。

- (A) この変化は吸熱過程である。
- (B) 系のエンタルピーは増加する。
- (C) 系のエントロピーは増加する。
- (D) 外界のエントロピーは増加する。
- (E) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ と $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ が平衡にある時、ギブズエネルギーの変化はゼロである。

問題 12 物理化学

正しいものを (A)–(E) から選べ。

- (A) 反応速度定数 k がアレニウスの式に従うとき、 k の単位は反応によって異なる。
- (B) 逐次 1 次反応 $\text{A} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{B}$ で I の濃度が時間変化しないとき、B の生成速度は A の濃度に反比例する。
- (C) 化学種 A と B の衝突でおこる素反応の速度式は、A の濃度について 2 次となる。
- (D) ある化学種の 1 次反応における半減期は、初濃度が大きいほど長くなる。
- (E) 活性化エネルギーが小さいほど、反応速度は温度に大きく依存する。

問題 13 物理化学

アボガドロ数 (N_A) 個の独立な区別できる分子から成る系を考える。各分子のエネルギー準位は 0 もしくは $E (>0)$ であり、縮退度はそれぞれ 2 および 1 とする。この系の温度 T を $T=0$ とするとき、(A)–(E) から正しいものを選べ。なお、気体定数を R とする。

- (A) 分子分配関数 q は 1 となる。
- (B) 熱容量は $3R$ となる。
- (C) エントロピーは $R \ln 2$ となる。
- (D) エネルギーは $2N_A E/3$ となる。
- (E) 正準分配関数 Q は 3^{N_A} となる。

問題 14 物理化学

調和振動子近似における異核 2 原子分子の振動に関する記述 (A)–(E) から正しいものを選び。

- (A) エネルギーは量子化され、有限個の固有状態をもつ。
- (B) 隣り合う準位間のエネルギー差は振動量子数 ν によって異なる。
- (C) 力の定数 k が大きくなると、固有エネルギーの間隔は大きくなる。
- (D) 振動遷移選択則は $\Delta\nu = 0, \pm 1$ である。
- (E) 古典転回点で波動関数は 0 となる。

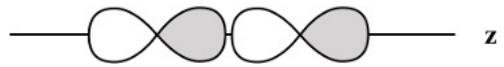
問題 15 物理化学

$2p$ 軌道の 1 次結合からなる分子軌道(A)–(E)のうち、結合性 π_u 軌道を選び。

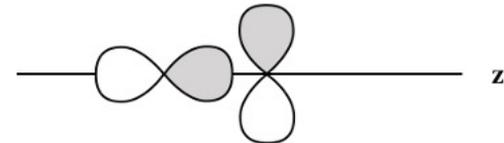
(A)



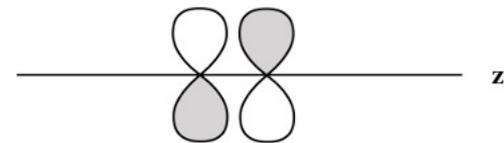
(B)



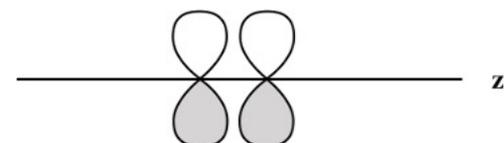
(C)



(D)

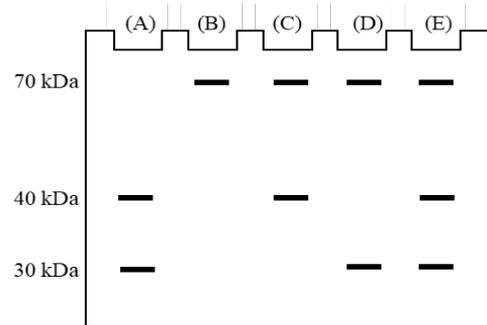
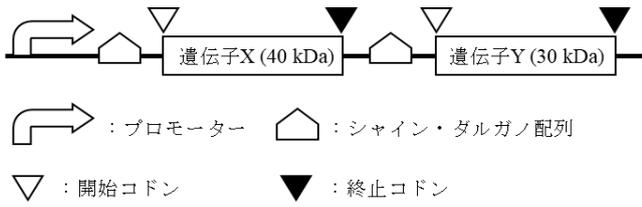


(E)



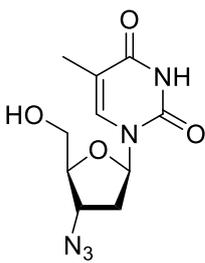
問題 16 生物化学

原核生物の細胞において単一のプロモーターから転写される以下の遺伝子 X, Y について調べる。転写翻訳されたタンパク質を SDS-PAGE によって解析したときの結果として適切なものを (A)~(E) から選べ。



問題 17 生物化学

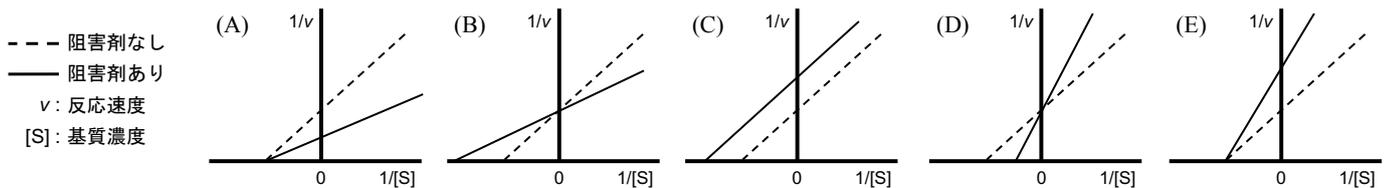
DNA 二本鎖において以下の抗 HIV 薬 AZT の塩基部とペアを組む塩基名を (A)~(E) から選べ。



- (A) アデニン
- (B) シトシン
- (C) グアニン
- (D) ウラシル
- (E) チミジン

問題 18 生物化学

Michaelis-Menten 式が成立する酵素反応において、反競合阻害剤（不競合阻害剤，不拮抗阻害剤）が存在するとき Lineweaver-Burk plot はどのように変化するのか，(A)~(E) から選べ。



問題 19 生物化学

クエン酸回路において，コハク酸デヒドロゲナーゼはどの反応タイプに該当するのか，(A)~(E) から選べ。

- (A) 酸化的脱炭酸
- (B) アルドール縮合
- (C) 水和反応
- (D) リン酸化反応
- (E) 酸化反応

問題 20 生物化学

ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）による DNA の増幅に，関連性の低い語句または物質名を (A)~(E) から選べ。

- (A) dNTP 混合物
 - (B) エンドヌクレアーゼ
 - (C) アニール
 - (D) プライマー
 - (E) 熱安定性 DNA ポリメラーゼ
-

第Ⅱセット

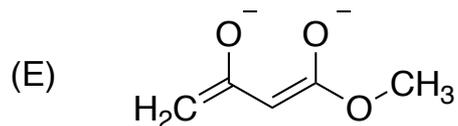
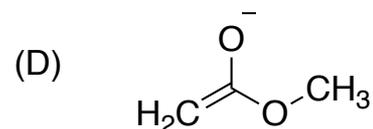
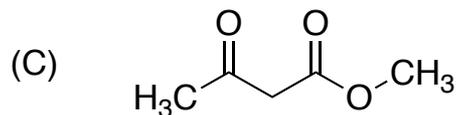
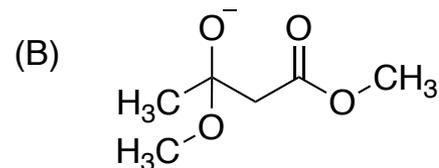
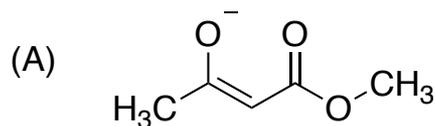
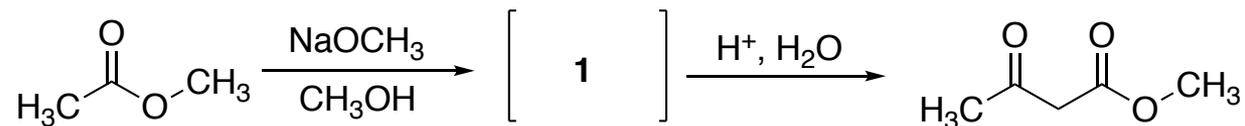
問題 1	問題 2	問題 3	問題 4	問題 5
問題 6	問題 7	問題 8	問題 9	問題 1 0
問題 1 1	問題 1 2	問題 1 3	問題 1 4	問題 1 5
問題 1 6	問題 1 7	問題 1 8	問題 1 9	問題 2 0

問題 1 有機化学



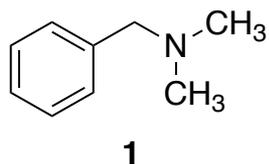
下線部の水素原子の酸性度が
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\underline{\text{H}} > \text{CH}_3\text{CO}_2\underline{\text{H}}$ および
 $\text{CH}_3\text{CO}_2\underline{\text{H}} > \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_3\underline{\text{H}}$
となる理由を説明せよ。

問題 2 有機化学



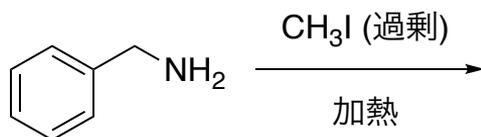
上記の反応の中間体として(C)や(E)ではなく、(A)と解答した理由を説明せよ。

問題 3 有機化学

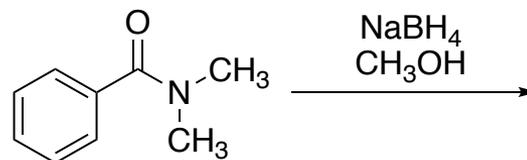


合成法

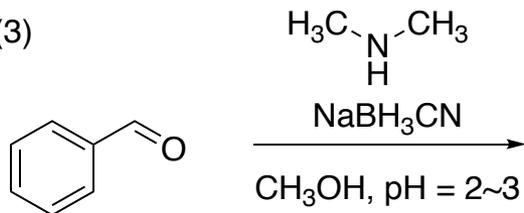
(1)



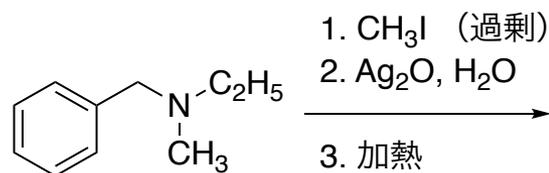
(2)



(3)

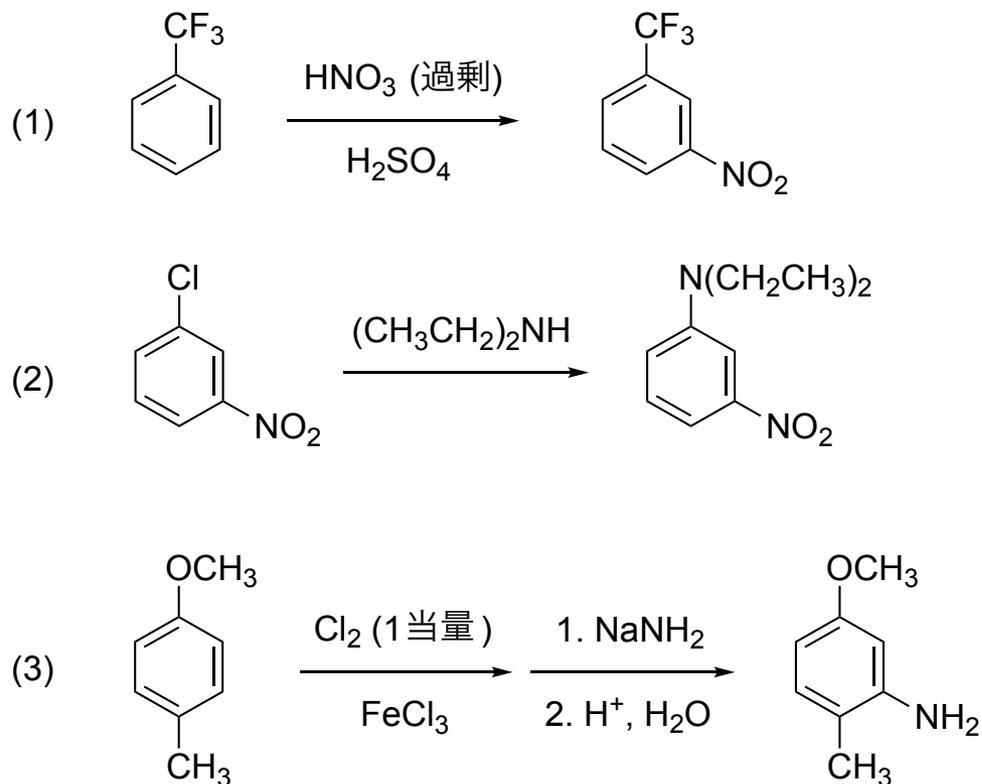


(4)



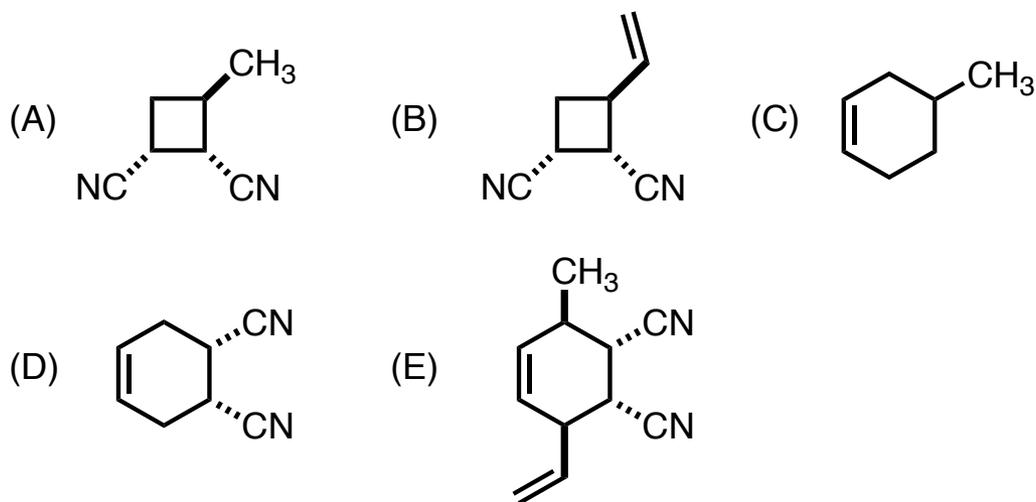
1. 化合物1の合成法として(2)が不適切な理由と解決方法を答えよ。
2. 合成法(4)の反応機構を答えよ。書いて説明してもよい。

問題 4 有機化学



(1)と(3)が目的生成物を与えると解答した根拠を、他の選択肢が不適切だと判断した理由とともに説明せよ。

問題 5 有機化学



上記の反応の生成物として(D)ができる理由と、他の化合物ができない理由を答えよ。

問題 6 無機・分析化学

アルミニウムとリンの基底電子配置を書け。

リンの第一イオン化エネルギー IE_1 が、
アルミニウムの IE_1 よりも大きくなる理由を口頭で説明せよ。

問題 7 無機・分析化学

ダニエル電池の酸化還元反応式を書け。

ダニエル電池の起電力 (E) を算出するためのネルンストの式を以下のパラメータを用いて書け。温度は, T (K) とする。

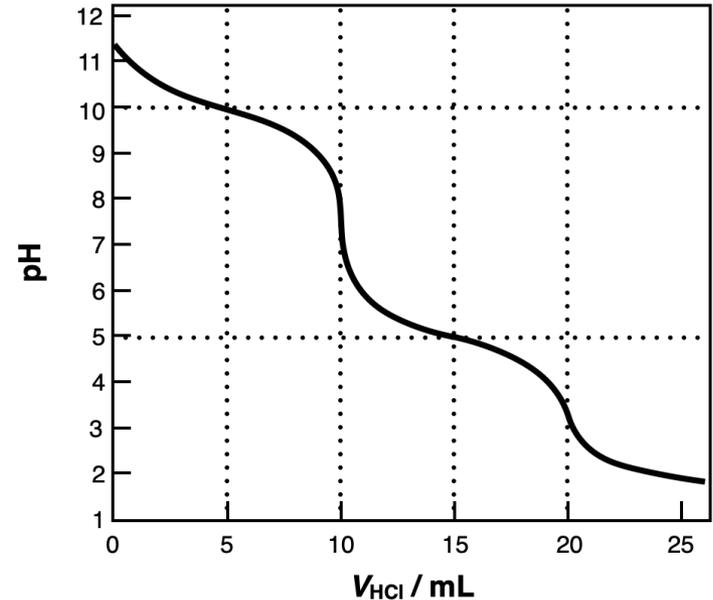
ファラデー定数 (F) と気体定数 (R)
 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$ の E° (Zn)
 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$ の E° (Cu)
[Zn], [Cu], [Zn²⁺], および [Cu²⁺]

問題 8 無機・分析化学

H_2B^{2+} および HB^+ の酸解離定数を物質の濃度で表す式を書け。

また、pH 10 における B と HB^+ の濃度比を口頭で答えよ。

二酸塩基 B の水溶液 (0.10 M) を 10 mL とり、塩酸 (0.10 M) で滴定した。 B の共役酸、 H_2B^{2+} および HB^+ の酸解離定数は、それぞれ $\text{p}K_{\text{a}1} = 5.0$, $\text{p}K_{\text{a}2} = 10.0$ とする。滴定曲線は左図である。



問題 9 無機・分析化学

なぜ $[\text{Fe}(\text{F})_6]^{3-}$ がほとんど無色になるか、その理由を口頭で説明せよ。

問題 10 無機・分析化学

四面体錯体が、ほとんど高スピン状態をとる理由を口頭で説明せよ。

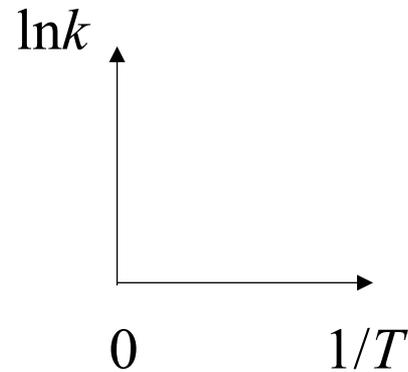
問題 1 1 物理化学

$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$ なる変化において,

- ① 外界のエントロピーは減少すると解答した理由を説明せよ。
- ② ①は、「エントロピーは増加する」と教える熱力学第二法則と矛盾しないか述べてよ。

問題 1 2 物理化学

反応速度定数 k がアレニウスの式に従うとき、 $\ln k$ と温度の逆数 ($1/T$) の関係をグラフで表せ。また、グラフ中に $1/T = 0$ における切片の値も記せ。ただし、頻度因子を A とする。



問題 1 3 物理化学

アボガドロ数 (N_A) 個の分子から成る系の温度を $T = 0$ とする。各分子のエネルギー準位は、 0 もしくは $E(>0)$ であり、縮退度はそれぞれ2および1である。

- ① 下準位 (エネルギー: 0) と上準位 (エネルギー: E) に分布する分子数の比を答えよ。
- ② エントロピーが $R \ln 2$ であることを導出せよ。

問題 1 4 物理化学

1次元調和振動子(角振動数: ω)について,

- ① 固有エネルギーを ω と \hbar , 振動量子数 ν を用いて記せ。
- ② 力の定数 k が大きくなると, 固有エネルギーの間隔は大きくなる理由を説明せよ。

問題 1 5 物理化学

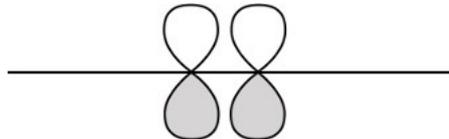
(E)が

①「結合性」

②「 π 軌道」

と解答した理由をそれぞれ説明せよ。

(E)

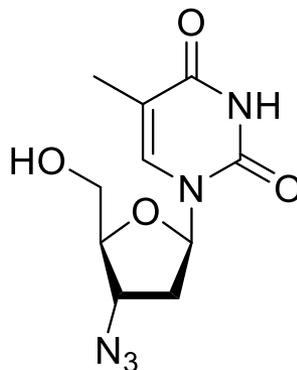


問題 1 6 生物化学

転写反応と翻訳反応におけるプロモーター配列およびシャイン・ダルガノ配列の役割をそれぞれ説明せよ。

問題 17 生物化学

抗HIV薬AZTの作用機序を説明せよ。



問題 1 8 生物化学

阻害剤と不活性化剤の結合様式の違いについて説明せよ。

問題 1 9 生物化学

2,4-ジニトロフェノールは、電子伝達とATP合成の脱共役剤として働く。その作用機序を説明せよ。

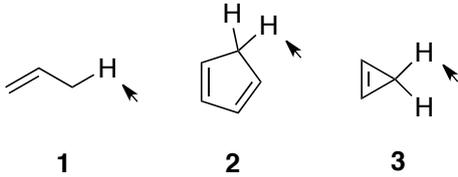
問題 20 生物化学

ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) による DNA の増幅にて、プライマーを一種類のみしか用いなかった場合に、反応サイクルを n 回行ったとき、DNA は元の何倍に増えるかを答えよ。また、そのような結果になる理由を説明せよ。

第Ⅲセット

問題1 有機化学

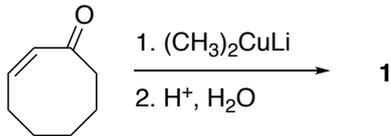
次の化合物を、矢印で示した水素原子の酸性度が高い順に並べるとどの順番になるか。(A)~(E) から正しいものを選び。



- (A) 1 > 2 > 3
- (B) 2 > 1 > 3
- (C) 2 > 3 > 1
- (D) 3 > 2 > 1
- (E) 3 > 1 > 2

問題2 有機化学

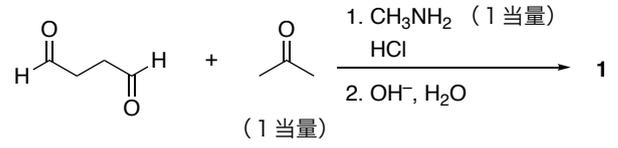
次の反応で得られる主生成物 **1** を(A)~(E)から選べ。



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

問題3 有機化学

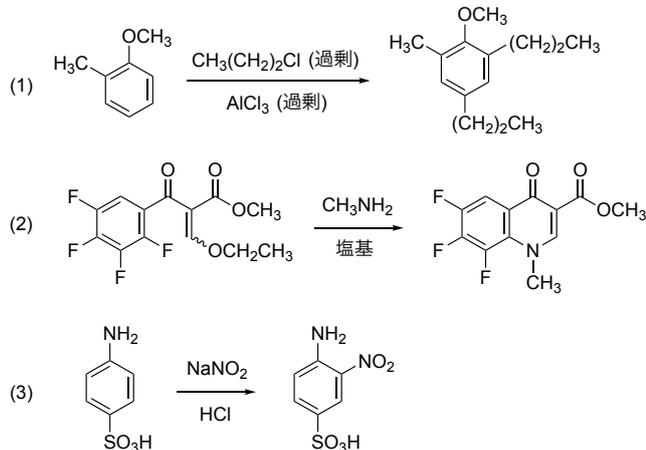
次の反応で得られる主生成物 **1** を(A)~(E)から選べ。



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

問題4 有機化学

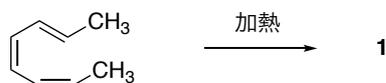
次に示す反応のうち、目的物を主生成物として与えるものはどれか。(A)~(E)から選べ。

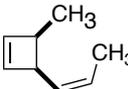
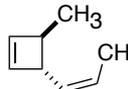
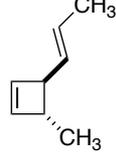
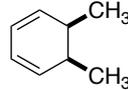
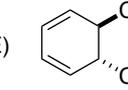


- (A) 反応(1)
- (B) 反応(1)と(2)
- (C) 反応(2)
- (D) 反応(2)と(3)
- (E) 反応(1)と(3)

問題5 有機化学

次の反応で得られる主生成物 **1** を(A)~(E)から選べ。



- (A)  (B)  (C) 
- (D)  (E) 

問題6 無機・分析化学

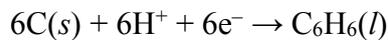
二番目に大きい第一電子親和力をもつ元素を(A)~(E)から選べ。

- (A) ベリリウム
- (B) 炭素
- (C) 窒素
- (D) フッ素
- (E) ネオン

問題7 無機・分析化学

下記の仮想的な電気分解反応の標準電極電位 (E°) を計算する上で、必要のない値を(A)~(E)から選べ。

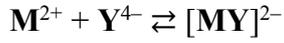
C_6H_6 はベンゼンを示す。



- (A) ファラデー定数
- (B) $C_6H_6(l)$ の標準生成ギブズエネルギー
- (C) 炭素($C(s)$) の標準生成ギブズエネルギー
- (D) プロトン(H^+) の標準生成ギブズエネルギー
- (E) 気体定数

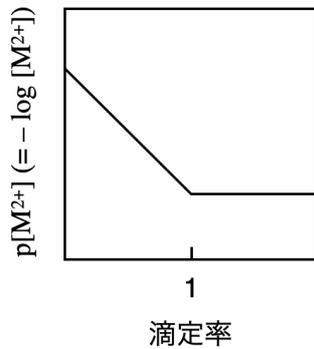
問題 8 無機・分析化学

金属イオン M^{2+} と配位子 Y^{4-} は、次式のように錯体 $[MY]^{2-}$ を形成する。

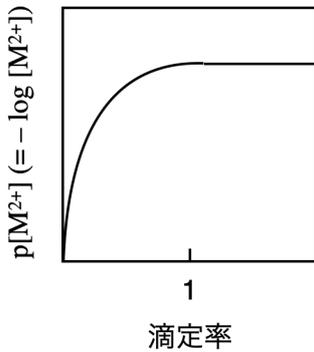


安定に $[MY]^{2-}$ を形成する条件で M^{2+} を Y^{4-} で滴定したときの滴定曲線の形として、最も適切なグラフを (A)–(E) から選べ。

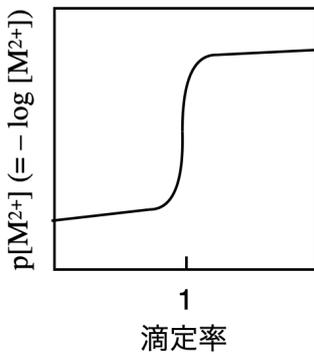
(A)



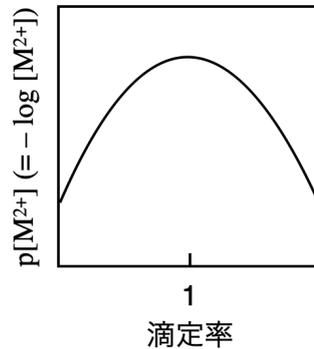
(B)



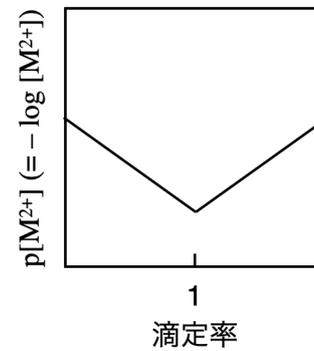
(C)



(D)

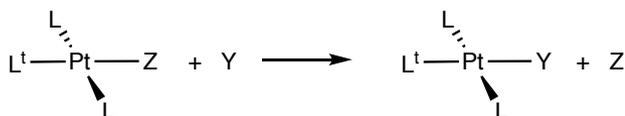


(E)



問題 9 無機・分析化学

下図に示す Pt(II)錯体の配位子置換反応の速度は、脱離配位子 Z のトランス位にある配位子 L'により変化する。反応を最も速く進行させる L'を(A)–(E)から選べ。



- (A) NH_3
- (B) OH_2
- (C) PMe_3 (Me = メチル基)
- (D) Pyridine
- (E) CO

問題 10 無機・分析化学

Δ_{oct} (八面体の結晶場での e_g 軌道と t_{2g} 軌道のエネルギー差) が最も大きい八面体錯体を(A)–(E)から選べ。

- (A) $[\text{Rh}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$
- (B) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (C) $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (D) $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (E) $[\text{Ir}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$

問題 11 物理化学

発熱反応である $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ は、室温、標準状態で自発的に進行する。この反応に関し、以下の記述 (A)–(E) の中で、誤りと考えられるものを選べ。

- (A) 反応エンタルピーの符号は負である。
- (B) 反応エントロピーは、各成分のモルエントロピーから計算できる。
- (C) 反応エントロピーの符号は正である。
- (D) 外界のエントロピーは増加する。
- (E) 反応ギブズエネルギーの符号は負である。

問題 12 物理化学

1次反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ について、誤りを含むものを(A)–(E)から選べ。ただし、反応速度定数を k とする。

- (A) k の次元は、 $[\text{時間}]^{-1}$ である。
- (B) k がアレニウスの式に従うとすれば、温度の上昇に伴って k は大きくなる。
- (C) k がアレニウスの式に従うとき、 $\ln k$ を温度の逆数 ($1/T$) に対してプロットすると直線が得られる。
- (D) A の初濃度を $[\text{A}]_0$ 、時間を t とすると、A の濃度は $[\text{A}]_0 \exp(-kt)$ となる。
- (E) 温度を一定にしたとき、A の半減期は、 k の大きさに比例する。

問題 13 物理化学

アボガドロ数(N_A)個の独立な区別できる分子から成る系を考える。各分子のエネルギー準位は 0 もしくは $E (>0)$ であり、縮退度はそれぞれ 1 および 2 とする。この系の温度 T を $T \rightarrow \infty$ とするとき、(A)–(E) から正しいものを選び。なお、気体定数を R とする。

- (A) 分子分配関数 q は 1 となる。
- (B) 熱容量は $3R$ となる。
- (C) エントロピーは $R \ln 2$ となる。
- (D) エネルギーは $2N_A E/3$ となる。
- (E) 正準分配関数 Q は 2^{N_A} となる。

問題 14 物理化学

量子力学における剛体回転子に関する記述 (A)–(E) から誤りを含むものを選び。

- (A) エネルギーは量子化され、無限個の固有状態をもつ。
- (B) 隣り合う準位間のエネルギー差は回転量子数 J によらず一定である。
- (C) 異核 2 原子分子の純回転遷移選択則が $\Delta J = \pm 1$ であることが導ける。
- (D) 波動関数は球面調和関数で表される。
- (E) 慣性モーメント I が大きくなると、準位エネルギー間隔は狭くなる。

問題 15 物理化学

$2p$ 軌道の 1 次結合からなる分子軌道 (A)–(E) のうち、結合性 σ_g 軌道を選び。

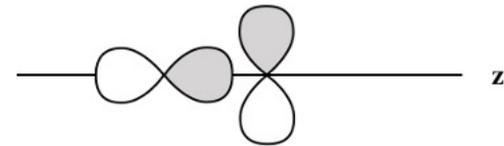
(A)



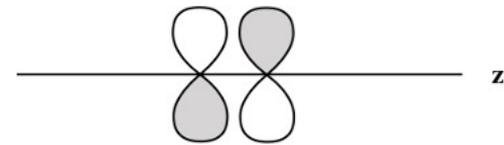
(B)



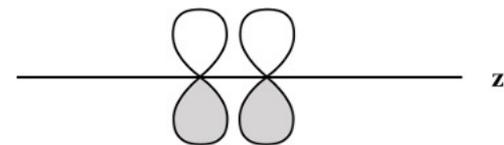
(C)



(D)



(E)



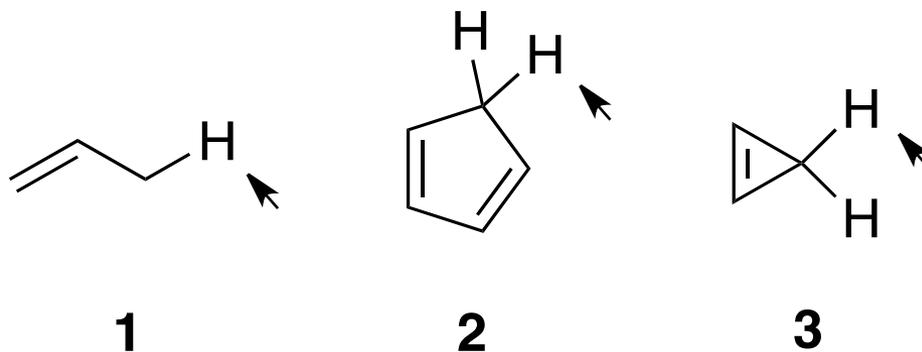
第Ⅲセット

問題 1 問題 2 問題 3 問題 4 問題 5

問題 6 問題 7 問題 8 問題 9 問題 1 0

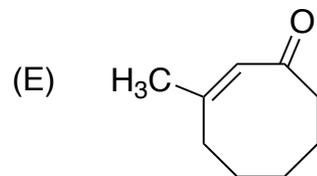
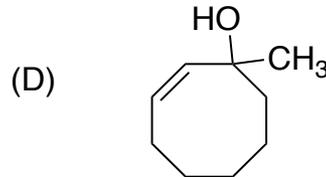
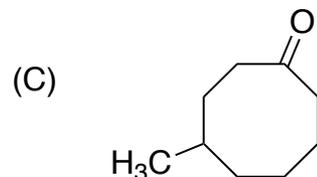
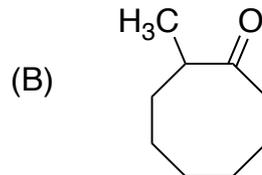
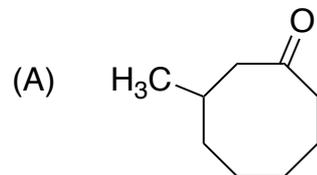
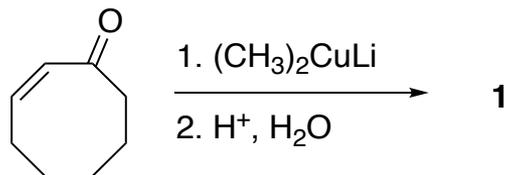
問題 1 1 問題 1 2 問題 1 3 問題 1 4 問題 1 5

問題 1 有機化学



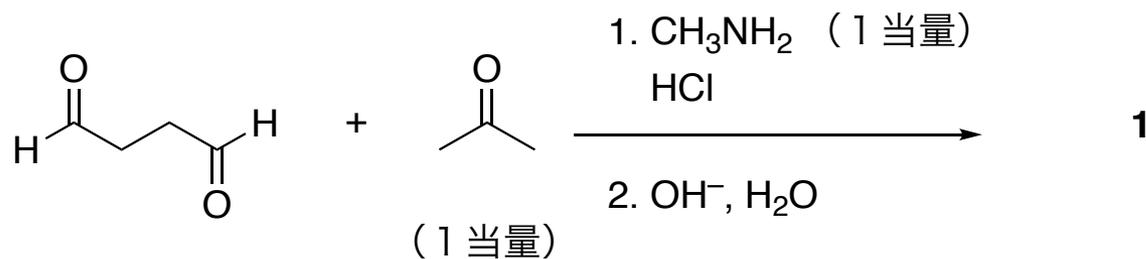
1. 矢印で示した水素原子の酸性度が**2** > **1**となる理由を説明せよ。
2. 矢印で示した水素原子の酸性度が**1** > **3**となる理由を説明せよ。

問題 2 有機化学

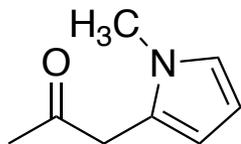


メチルマグネシウム反応剤を用いた場合には、上の反応とは違う生成物が主として得られる。どの生成物が得られるか、反応性の違いに言及しながら、選択肢から答えよ。

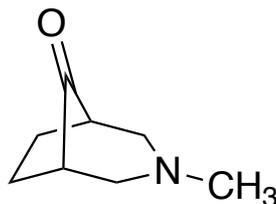
問題3 有機化学



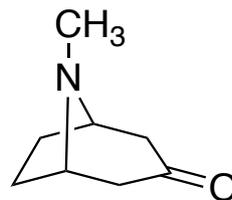
(A)



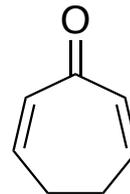
(B)



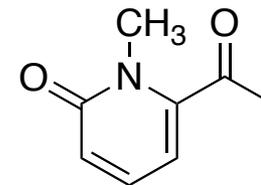
(C)



(D)

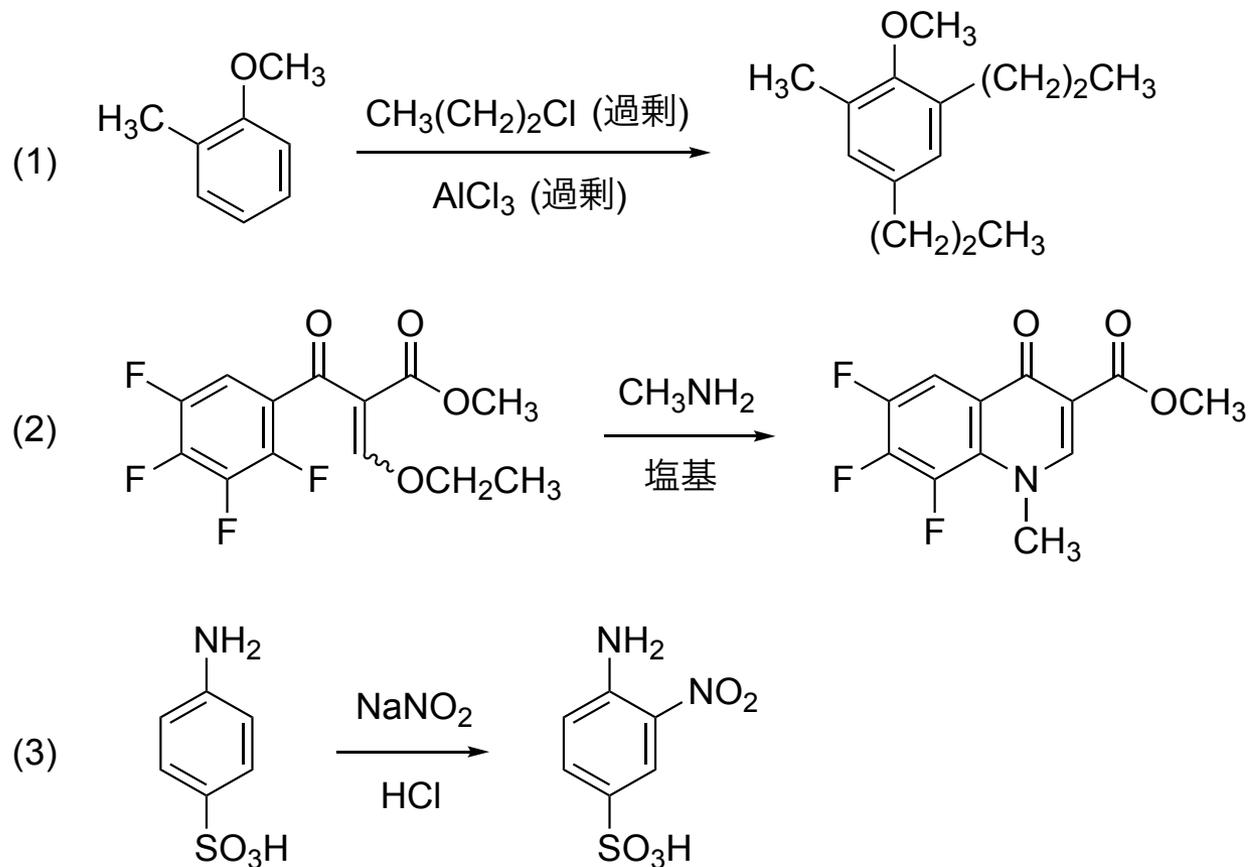


(E)



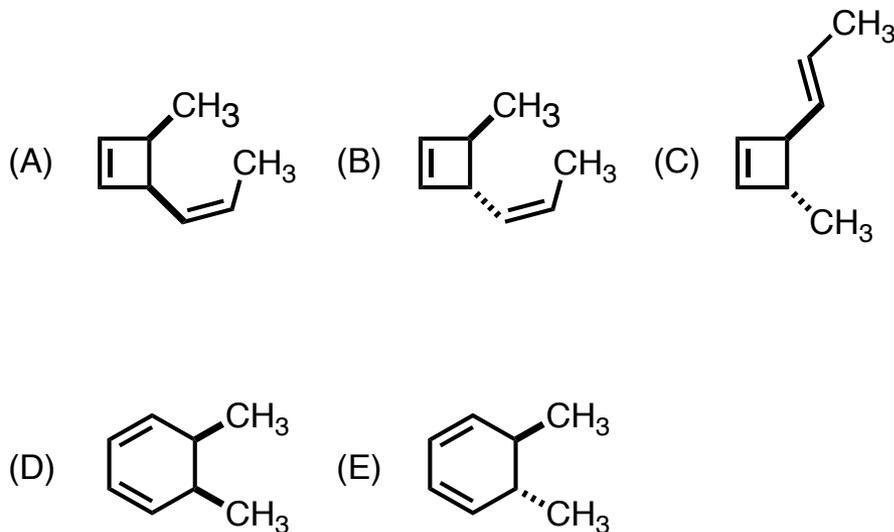
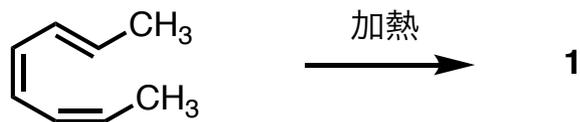
上記の反応で(C)が生成する反応機構を簡単に説明せよ。書いて説明してもよい。

問題 4 有機化学



(2)が目的生成物を与えるとは解答した根拠を、他の選択肢が不適切だと判断した理由とともに説明せよ。

問題 5 有機化学



熱反応でなく光反応で得られる生成物を選択肢の中から選び、その理由を答えよ。

問題 6 無機・分析化学

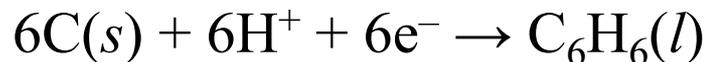
第一電子親和力の定義を，口頭で説明せよ。

炭素と比較して，窒素の第一電子親和力が小さくなる理由を口頭で説明せよ。

問題7 無機・分析化学

ファラデー定数を F とする。

仮想的な電気分解反応



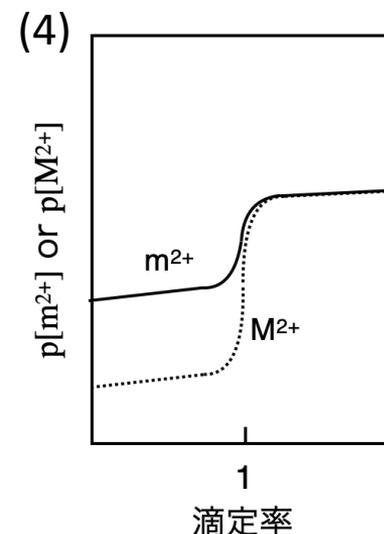
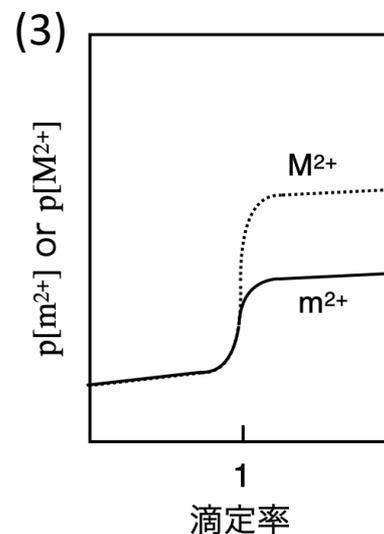
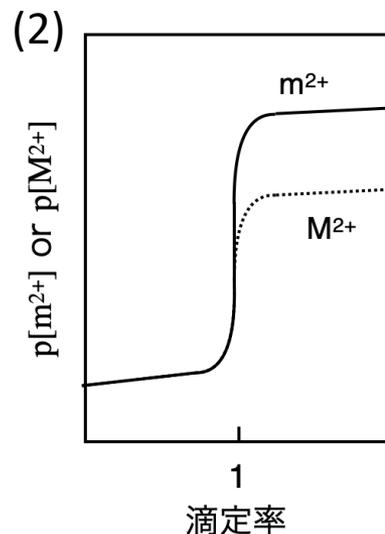
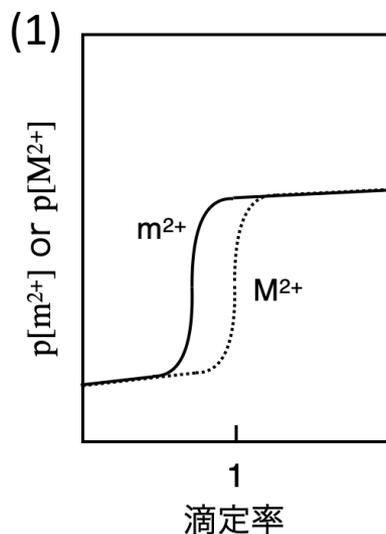
の標準電極電位を E° とし、反応式左辺の電子の電気エネルギーを書け。

$\text{C}_6\text{H}_6(l)$ の標準生成ギブズエネルギー ($\Delta G^\circ (\text{C}_6\text{H}_6(l))$) を用いて、標準電極電位 E° を書け。

問題 8 無機・分析化学

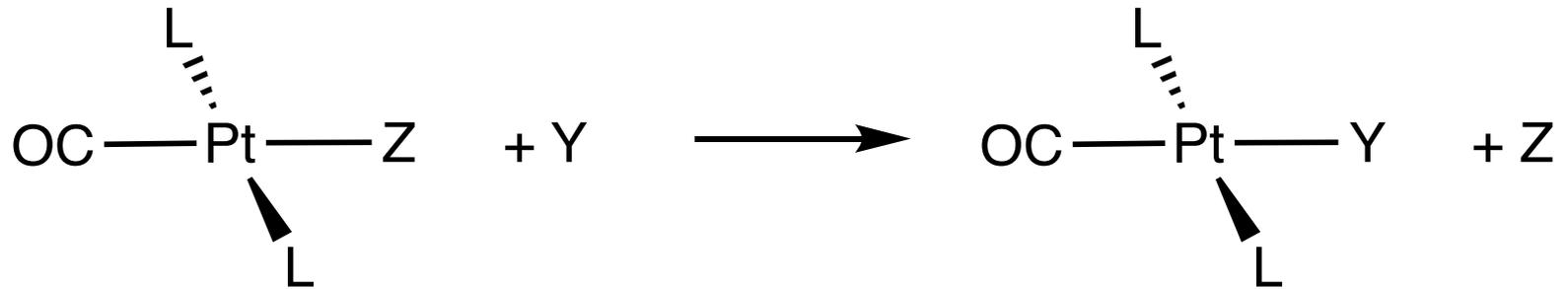
錯形成反応 ($M^{2+} + Y^{4-} \rightleftharpoons [MY]^{2-}$) の安定度定数 K_M を書け。

金属イオン m^{2+} も、配位子 Y^{4-} と錯体 $[mY]^{2-}$ を形成する。その安定度定数 K_m が K_M よりも大きいとき、 M^{2+} と同様の初期濃度で m^{2+} を Y^{4-} で滴定したときの滴定曲線の形を最も正しく表しているグラフ(実線)を(1)–(4)より選べ。



問題 9 無機・分析化学

なぜCOがトランス位にあると置換反応が速いか、
中間体の構造を図示して、口頭で説明せよ。



問題 1 0 無機・分析化学

(D) と答えた理由を口頭で説明せよ。

Δ_{oct} (八面体の結晶場での e_g 軌道と t_{2g} 軌道のエネルギー差) が最も大きい八面体錯体を(A)–(E)から選べ。

- (A) $[\text{Rh}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$
- (B) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (C) $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (D) $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- (E) $[\text{Ir}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$

問題 1 1 物理化学

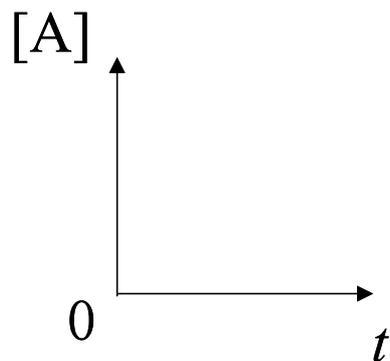
$4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ は発熱反応で、室温、標準状態で自発的に進行する。

- ① この反応によって系のエントロピーは減少すると考えられる。その理由を述べよ。
- ② ①は、「エントロピーは増大する」と教える熱力学第二法則と矛盾しないか述べよ。

問題 1 2 物理化学

1次反応 $A \rightarrow B$ について、Aの初濃度を $[A]_0$ とする。

- ① $[A]$ の時間変化を記せ。縦軸を $[A]$ ，横軸を時間 t とする。
- ② Aの半減期 $t_{1/2}$ をグラフ上に記せ。



問題 1 3 物理化学

アボガドロ数 (N_A) 個の分子から成る系の温度を $T \rightarrow \infty$ とする。各分子のエネルギー準位は 0 もしくは $E(>0)$ であり, 縮退度はそれぞれ 1 および 2 である。

- ① 下の準位 (エネルギー: 0) と上の準位 (エネルギー: E) に分布する分子数の比を答えよ。
- ② エネルギーが $2N_A E/3$ となることを導出せよ。

問題 1 4 物理化学

剛体回転子について,

- ① 固有エネルギー E を回転定数 B , 回転量子数 J を用いて記せ。
- ② 隣り合う準位間のエネルギー差が J によって異なることを説明せよ。

問題 1 5 物理化学

(A)が

①「結合性」

②「 σ 軌道」

と解答した理由をそれぞれ説明せよ。

(A)

