

編入学・学士入学（第3年次）試験

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

専 門 科 目 問 題
(分析化学・無機化学・物理化学・有機化学)

解答時間 150 分

注 意 事 項

1. 問題・解答冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
2. 問題・解答冊子は、分析化学，無機化学，物理化学，有機化学の計4部ある。脱落のあった場合には申し出ること。
3. 解答開始後ただちに、問題・解答冊子（計4部）のすべての所定欄に、受験番号を丁寧に記入すること。
4. 解答は、すべて問題・解答用紙の所定欄に記入すること。
5. 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
6. 解答終了後、配付された問題・解答冊子はすべて提出すること。
7. 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を行うことは禁じられています。

編入学・学士入学（第3年次）試験

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

専 門 科 目 問 題

(分析化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科 目	専門科目(分析化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

【注意】計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

I. 物質の化学量論に関連する以下の問に答えよ。

- (1) 質量パーセント濃度 49.0%の硫酸(H_2SO_4)水溶液を調製した。モル濃度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、硫酸の分子量は 98.0, 調製した硫酸水溶液の比重は 1.4 とする。

解答欄: _____ mol L^{-1}

- (2) 0.010 mol L^{-1} の酢酸(CH_3COOH)水溶液 100 mL と 0.010 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液 50 mL を混合した。混合後の溶液の pH を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 CH_3COOH の酸解離定数 K_a は $1.0 \times 10^{-4.7} \text{ mol L}^{-1}$ ($\text{p}K_a = 4.7$) とする。

解答欄: pH = _____

II. 溶媒抽出に関する以下の問に答えよ。

- (1) 疎水性化合物の合成後、溶媒のピリジン(Py)が残存したため、分液操作で有機相から水相へ除去したい。いま、有機相(1.0 L)中に Py が $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ 残存している。pH = 2 に調整した水相(1.0 L)で除去する場合に、有機相中に残る Py 濃度を有効数字 1 桁で求めよ。なお、Py の有機相への分配係数 K_D (Py の水相中濃度に対する有機相中濃度の比)は 10, プロトン付加したピリジン(PyH^+)は有機相に抽出されないものとし、水相での PyH^+ の酸解離定数 K_a は $1.0 \times 10^{-5.0} \text{ mol L}^{-1}$ ($\text{p}K_a = 5.0$) とする。

解答欄: _____ mol L^{-1}

- (2) (1) に記載した Py について、分配比 D (水相中全濃度に対する有機相中濃度の比)の pH 依存性を考える。ア～オの記述のうち、誤りを含むものを 1 つ選び、記号で記せ。
 ア. D は、pH が PyH^+ の $\text{p}K_a$ 値よりも高い pH 領域において、pH の増加とともに増加する。
 イ. $\log D$ と pH の関係は、特定の pH 範囲で直線的になることがある。
 ウ. $\log D$ の pH 依存性のグラフから、 PyH^+ の $\text{p}K_a$ を推定できる。
 エ. 抽出が進行しても、水相での酸塩基平衡は常に保たれている。
 オ. D の定義の式には、水相中の Py 濃度が項として含まれる。

解答欄: _____

科 目	専門科目(分析化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

Ⅲ. 酸化還元滴定に関するア～オの記述のうち、誤りを含むものを1つ選び、記号で記せ。

(1) 過マンガン酸カリウム滴定

- ア. 過マンガン酸イオンは強い酸化剤であり、多くの還元剤の定量に用いられる。
- イ. 酸性条件下では、 MnO_4^- は Mn^{2+} に還元される。
- ウ. 過マンガン酸カリウム水溶液は自ら赤紫色を呈するため、指示薬を必要としない。
- エ. 過マンガン酸カリウム水溶液は一次標準物質として用いることができる。
- オ. 水溶液が十分に酸性でない場合、副反応により定量誤差を生じることがある。

解答欄： _____

(2) ヨウ素滴定

- ア. ヨウ素滴定では、ヨウ素を用いた酸化還元反応で、酸化剤または還元剤を定量する。
- イ. ヨウ素還元滴定では、十分な量のヨウ化物イオンが存在する中で、ヨウ化物イオンが試料(酸化剤)により酸化されてできた生成物を、チオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する。
- ウ. デンプンはヨウ素と特異的に錯体を形成して発色し、鋭敏な指示薬としてはたらく。
- エ. ヨウ素は水に非常に溶けやすいため、通常はそのまま水溶液として用いられる。
- オ. ヨウ素滴定では、光によるヨウ素の損失に注意が必要である。

解答欄： _____

Ⅳ. Zn^{2+} および Ni^{2+} がそれぞれ $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 含まれる混合溶液の pH を上昇させ、片方の金属イオンのみを定量的に沈殿分離したい。沈殿分離の可否を判断し、解答欄に○で示せ。なお、定量的沈殿とは、水溶液中で先に沈殿する金属イオンの濃度が元の濃度の 1/1000 まで減少した時点とする。また、pH 上昇に伴う水溶液の体積変化は考慮しなくてよい。根拠となる計算過程も示すこと。溶解度積 $K_{\text{sp}}(\text{Zn}(\text{OH})_2)$ は $1.0 \times 10^{-16} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{Ni}(\text{OH})_2)$ は $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$ とする。

解答欄： 沈殿分離できる・沈殿分離できない

Ⅴ. 分光光度計を用い、ある波長で純水の吸光度測定を5回行ったところ、0.0009, 0.0003, 0.0005, 0.0001, 0.0007 であった。この平均値および標準偏差はそれぞれ 0.0005, および 0.0003 である。この純水に $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ の濃度で試料を溶かした溶液の吸光度が 0.0605 であった場合の検出限界濃度を有効数字2桁で求めよ。ただし、検出限界濃度はブランク信号の標準偏差の3倍の信号を与える濃度とする。

解答欄： _____ mol L^{-1}

科 目	専門科目(分析化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

VI. 次の語句・事項について与えられたキーワードを全て用いて簡潔に説明せよ。

(1) 正確さと精度の違い(キーワード：測定値)

(2) S/N 比(キーワード：信号強度)

(3) 標準添加法による定量の利点(キーワード：検量線, マトリックス効果)

(4) 錯体形成における逐次安定度定数と全安定度定数の関係(キーワード：平衡定数)

(5) クロマトグラフィーによる混合物分離の原理(キーワード：保持時間, 相互作用)

(6) ガラス pH 電極を使った pH 値決定方法(キーワード：参照電極, ネルンスト式)

(7) ランベルトの法則とベールの法則の違い(キーワード：吸光度, 比例)

編入学・学士入学（第3年次）試験

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

専 門 科 目 問 題
(無機化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科 目	専門科目(無機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

I. 原子とイオンに関する次の問に答えよ。

(1) 次の文章中の (①) と (②) にあてはまる適切な語句を答えよ。

原子核に含まれる陽子の数は元素ごとに決まっている。この陽子の数のことを (①) という。また、原子核中の陽子の数と中性子の数の和を (②) という。

① : _____

② : _____

(2) 下に示した sB の例にならって、 ${}_{15}P$ および ${}_{30}Zn^{2+}$ の基底状態における電子配置を記せ。

例 sB : $1s^2 2s^2 2p^1$

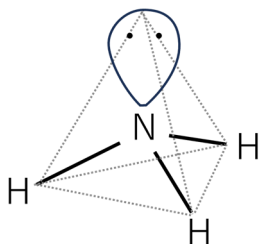
${}_{15}P$: _____

${}_{30}Zn^{2+}$: _____

(3) Hard and Soft Acids and Bases (HSAB) 則において、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Cu^+ 、 H^- 、 OH^- 、 I^- のうち、軟らかい酸に分類されるものをすべて選び、化学式で記せ。

II. 下に示した NH_3 の例にならって、次の分子およびイオンの立体構造を図示せよ。

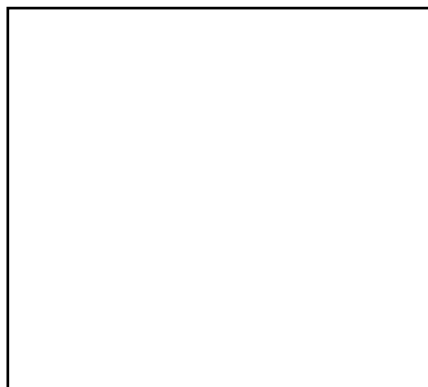
例: NH_3



(1) BF_3



(2) SO_3^{2-}



科 目	専門科目(無機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

Ⅲ. アルカリ土類金属の性質と化学反応に関する次の問に答えよ。

(1) マグネシウム原子の第一イオン化エネルギーは 737 kJ mol^{-1} ，第二イオン化エネルギーは 1450 kJ mol^{-1} ，第三イオン化エネルギーは 7730 kJ mol^{-1} である。第三イオン化エネルギーが他に比べて極めて大きくなる理由を説明せよ。

(2) Ca が K よりも融点が高い理由を簡潔に説明せよ。ただし、「核電荷」について言及すること。

(3) 低酸素濃度の電気炉中で酸化カルシウムを炭素と混合して炭化物を得る反応の化学反応式を記せ。

Ⅳ. ある金属元素 M の単体は，高温で立方晶をとる。単位格子の体積は $4.5 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ ，単位格子の一辺の長さは $3.56 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ，密度は 8.9 g cm^{-3} ，モル質量は 60 g mol^{-1} であるとする。この構造において，面心立方格子，体心立方格子，単純立方格子のいずれの単位格子をとっているかを推定せよ。また，金属元素 M の原子を球とみなし，その原子半径を計算せよ。必要ならば，アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ， $\sqrt{2} = 1.4$ ， $\sqrt{3} = 1.7$ を用いよ。計算の過程も記すこと。

単位格子の種類： _____

M の原子半径： _____

科 目	専門科目(無機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

V. 次の問に答えよ。

- (1) Bohr の理論において水素原子の電子軌道の半径は主量子数 n に依存する。 $n = 1, 3$ の電子軌道の半径 (単位 nm) を有効数字 2 桁でそれぞれ求めよ。ただし, Bohr 半径 a_0 は 0.053 nm とする。

$n = 1$: _____ nm $n = 3$: _____ nm

- (2) 炭素の同素体である黒鉛 (グラファイト) とダイヤモンドの構造について, 簡潔に説明せよ。ただし, 「混成軌道」, 「配位数」および「結晶構造」について言及し, 両者の違いを明確にすること。

- (3) NaF, AlCl₃, NaCl の 3 つのハロゲン化物の融点は, どのような順序で高くなることが予想されるか, 下に記せ。また, その理由を説明せよ。

低融点 _____ < _____ < _____ 高融点

理由 :

編入学・学士入学（第3年次）試験

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

専 門 科 目 問 題
(物理化学)

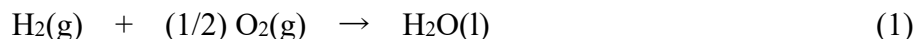
注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科 目	専門科目(物理化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

【注意】計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

I. 水素燃料電池では、式 (1) の反応により生じるエネルギーを電気エネルギーとして取り出すことができる。



なお、300 K における $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成エンタルピーは -286 kJ mol^{-1} 、標準生成 Gibbs エネルギーは -237 kJ mol^{-1} であるとする。また、気圧・温度はそれぞれ 1 bar, 300 K で一定であるとする。以下の問に答えよ。

(1) 式 (1) の反応のエントロピー変化 ΔS_r [$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$] を求めよ。

$$\Delta S_r = \text{_____} \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

(2) 水素 1 mol から、式 (1) の反応により取り出すことのできる電気エネルギーの最大値 E_{max} [kJ] を求めよ。また、そのときに発生する熱量 Q [kJ] を求めよ。

$$E_{\text{max}} = \text{_____} \text{ kJ} \quad Q = \text{_____} \text{ kJ}$$

II. ある純物質 A の標準沸点 (1 bar における沸点) は 300 K である。A の沸点より高い 1 bar, 310 K において、1 mol の A が液体から気体へ状態変化するときのエンタルピーとエントロピー変化を計算し、この状態変化が不可逆過程であることを示せ。なお、300 K における A の蒸発エンタルピーは $\Delta H_{\text{vap}}(300) = 25.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ であるとし、液体、気体の状態における A の定圧モル熱容量はそれぞれ $C_p(\text{l}) = 1.65 \times 10^2 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ 、 $C_p(\text{g}) = 1.20 \times 10^2 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ であるとする。また、 $C_p(\text{l})$ 、 $C_p(\text{g})$ は温度に依存しないものとする。必要ならば、 $\ln 300 = 5.704$ 、 $\ln 310 = 5.737$ (ただし、“ $\ln$ ” は自然対数を意味する) を用いよ。

科 目	専門科目(物理化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

III. 次の式は Maxwell の関係式の一つである。

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

ここで, S はエントロピー, V は体積, P は圧力, T は絶対温度を表す。以下の問に答えよ。

(1) この Maxwell の関係式と熱力学第一法則の式 ($dU = TdS - PdV$) から, 下式を導出せよ。

なお, U は内部エネルギーを表す。

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$

(2) ある実在気体 Y は van der Waals の状態方程式に従うとする。Y の van der Waals 定数はそれぞれ $a = 0.137 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 0.038 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ であるとする。100 mol の Y が 300 K の下で, 1.00 m^3 から 10.0 m^3 まで等温膨張するときの内部エネルギー変化 ΔU [kJ] を求めよ。

$$\Delta U = \text{_____ kJ}$$

IV. ある分子 B は式 (2) の反応により, 分子 C と D を生成する。



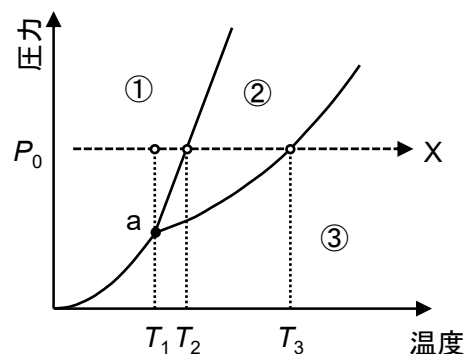
この反応は B に対して二次であり, 反応速度定数 k は $2.0 \times 10^2 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であるとする。

反応開始前の B の濃度 $[\text{B}]_0$ が $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ であるとき, 反応開始から 10 s 後の B の濃度 $[\text{B}]$ [mol L^{-1}] を求めよ。ただし, 式 (2) 以外の反応は起こらないものとする。

$$[\text{B}] = \text{_____ mol L}^{-1}$$

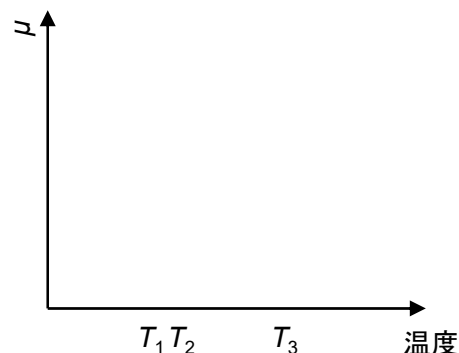
科 目	専門科目(物理化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

V. 右図は、ある純物質 M の状態図を示している。図中の点 a は三重点であり、 T_1 は三重点における温度である。また、矢印破線 X は一定圧力 P_0 の下での温度上昇を示している。 P_0 の下では、温度 T_2 において状態①から状態②に変化し、温度 T_3 において状態②から状態③に変化する。以下の間に答えよ。



- (1) P_0 , T_2 における M の密度は状態①, 状態②のどちらが大きいか。理由とともに答えよ。ただし、理由を説明するにあたり、次の用語の少なくともどちらかを必ず含めること。用語：エンタルピー, Gibbs エネルギー

- (2) P_0 の下での M の化学ポテンシャル μ と温度との関係を右のグラフに図示せよ。また、そのように図示した根拠も説明せよ。



VI. 理想気体 1 mol を温度 T_0 [K] から T_1 [K] へ、圧力 P_0 [Pa] から P_1 [Pa] へ可逆的に断熱変化させた。 T_1 を T_0 , P_0 , P_1 , 気体定数 R [$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$], 定圧モル熱容量 C_p [$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$] を用いて表せ。

編入学・学士入学（第3年次）試験

2027年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

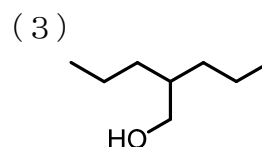
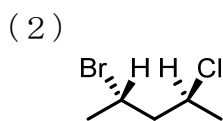
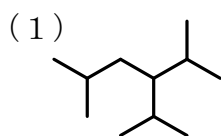
専 門 科 目 問 題
(有機化学)

注 意 事 項

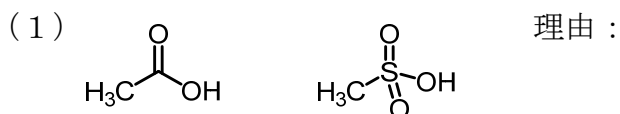
1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科 目	専門科目(有機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

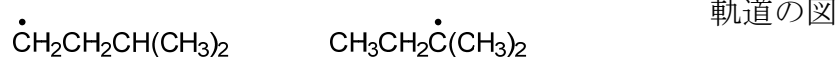
I. 次の化合物を IUPAC 命名法に従って命名せよ。



II. 次の化合物の組で，酸性度がより高い化合物を○で囲め。また，その理由を簡潔に記せ。



III. 次のアルキルラジカルの組において，より安定なものを選び，○で囲め。また，選んだアルキルラジカルの軌道の図を描き，安定性の根拠を説明せよ。



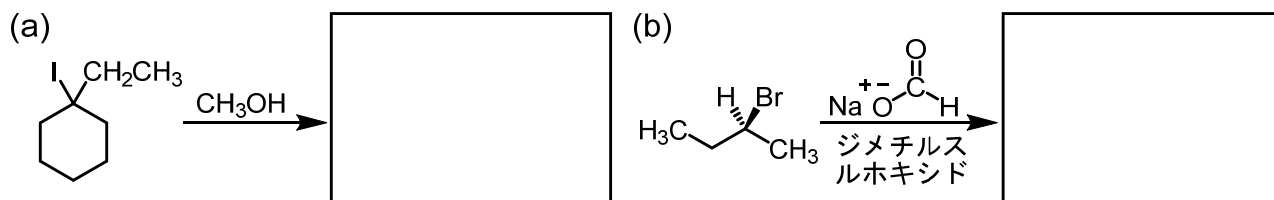
理由：

IV. 分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ で表されるジクロロアルカンのうち，二つの不斉炭素原子をもつ立体異性体を Fischer 投影式ですべて示せ。また，それらの異性体間の関係を「エナンチオマー」と「ジアステレオマー」という用語を用いて説明せよ。

説明：

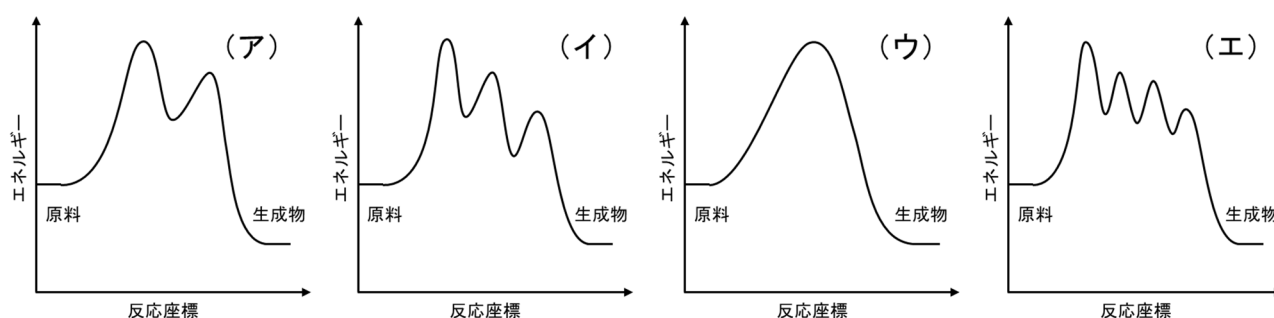
科 目	専門科目(有機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

V. 次の反応式(a)と(b)の空欄に, 最も適切な化合物の構造式を立体化学がわかるように記せ。
さらに, これらの反応のポテンシャルエネルギー図として最も適切なものを(ア)～(エ)の中から選び, それぞれ記号で記せ。



ポテンシャルエネルギー図: _____

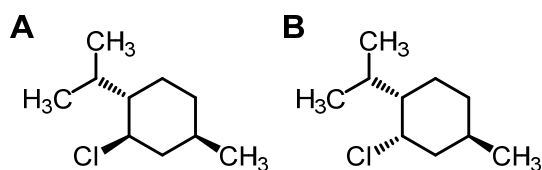
ポテンシャルエネルギー図: _____



VI. 右図のシクロヘキサン誘導体のジアステレオマー

A と **B** について, 以下の問に答えよ。

- (1) **A** の二つのいす型立体配座を記し, 両者の平衡を矢印で示せ。その際, 各置換基がアキシアル位またはエクアトリアル位のいずれにあるかがわかるように記すこと。



- (2) **B** のナトリウムエトキシドによる二分子脱離 (E2) 反応では, 主生成物と副生成物が 3:1 の比で得られる。主生成物の構造式を立体化学がわかるように 内に記せ。
- (3) **A** と **B** のナトリウムエトキシドによる二分子脱離反応では, 反応速度に違いがある。より速く反応する異性体の記号を空欄に記せ。また, 速く反応する理由を簡潔に記せ。

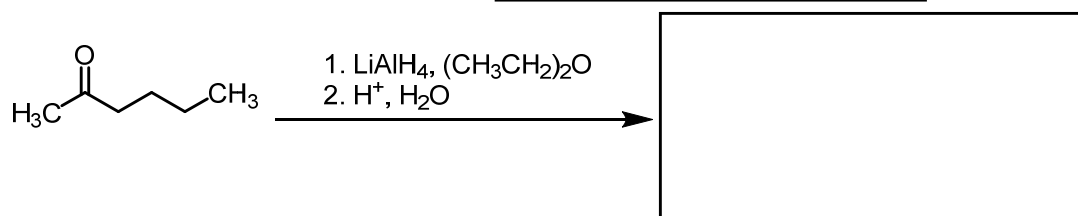
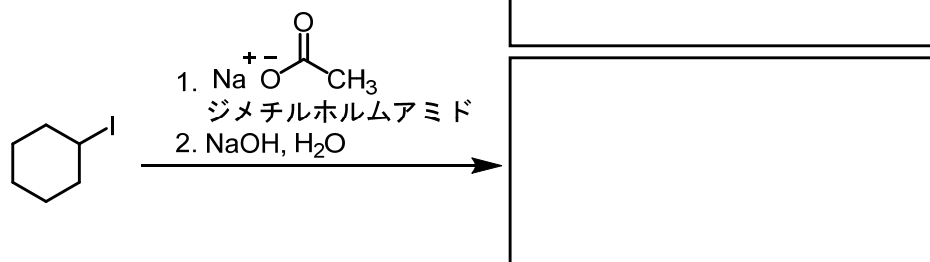
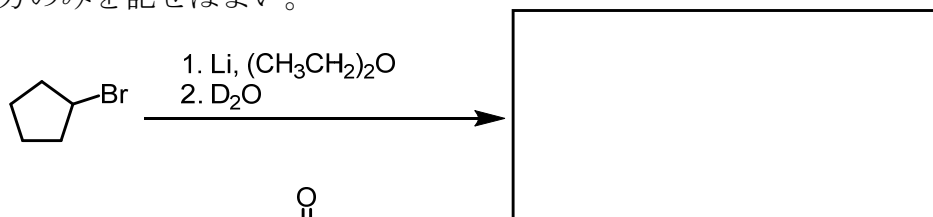
記号

理由:

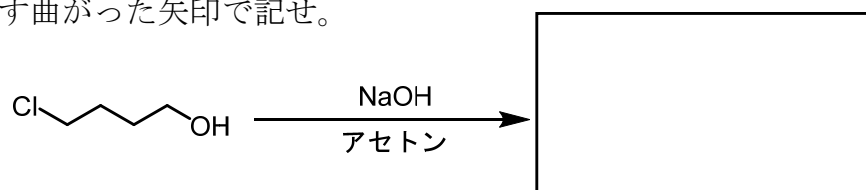
構造式

科 目	専門科目(有機化学)	受 験 番 号	
-----	------------	---------	--

VII. 次の反応式の空欄に、最も適切な化合物の構造式を記せ。ラセミ混合物の場合は、鏡像異性体の一方のみを記せばよい。



VIII. 次の反応式の空欄に、最も適切な化合物の構造式を記せ。また、反応機構を電子の動きを示す曲がった矢印で記せ。



IX. [] 内の試薬を用いて、2-methylpropan-1-ol を合成する経路を示せ。

