

大阪工業大学大学院

<工学研究科博士前期課程>

2026年度第1回一般入試

解答例

化学・環境・生命工学専攻

応用化学コース

問題 1：つぎの英文を日本語に訳せ。[12]

- 1) This preparation must be conducted in a hood to avoid exposure to the poisonous hydrogen cyanide that is evolved.
- 2) The water content of the ethanol, determined by Karl Fischer analysis, is 0.02 – 0.10%.
- 3) This article describes the synthesis of several derivatives of anthracene and their evaluation as electron-transfer photosensitizers for onium salt induced cationic photopolymerizations.
- 4) The equilibrium internuclear distance of a covalent bond, the bond length, is a resultant of the attractive and repulsive forces depending, respectively, upon the degree of overlap of AOs and internuclear electrostatic interactions.

1)	この調製は、発生する有毒なシアン化水素への曝露を避けるため、ドラフト内で実施しなければならない。
2)	カールフィッシャー分析によるエタノール中の水分量は 0.02-0.10%です。
3)	本論文では、アントラセンのいくつかの誘導体の合成と、オニウム塩誘起カチオン光重合のための電子移動光増感剤としてのそれらの評価について述べる。
4)	共有結合の平衡核間距離、すなわち結合長は、AO の重なり具合と核間静電相互作用に応じて生じる引力と反発力の結果である。

問題 2：つぎの日本語を英文に訳せ。[12]

- 1) これら 2 つの化合物は構造が非常によく似ています。
- 2) 近い将来お会いできることを楽しみにしています。
- 3) 生成物は減圧下、40°Cで乾燥されます。

1)	These two compounds are very similar in structure.
2)	I look forward to meeting you in the near future.
3)	The product is dried under reduced pressure at 40°C.

問題 3：つぎの英単語の意味を日本語で記せ。[10]

- 1) electron microscope 2) decolorization 3) high pressure 4) substrate 5) solvent extraction
 6) chemical equilibrium 7) indicator 8) rate-determining step 9) emulsifier 10) infrared spectrum

1) 電子顕微鏡	2) 脱色	3) 高圧	4) 基質
5) 溶剤抽出	6) 化学平衡	7) 指示薬	8) 律速段階
9) 乳化剤	10) 赤外線スペクトル		

問題 4：つぎの英文を読み，以下の問いに答えよ。[12]



- 1) 下線部(a)を日本語に訳せ。
- 2) Tesla はバッテリーの充電時間を短くするためにどのような方法をとっているか。下線部(b)を参考にして説明せよ
- 3) 下線部(c)を日本語に訳せ。
- 4) SiC と silicon alone の chip を比較した時どちらが良いと述べているか。理由とともに示せ。

1)	ゆえにバッテリーが熱いほど充電は速くなります。ただし、バッテリーを劣化させる不要な副反応も高温では速く進行します。
2)	ドライバーが最寄りのテスラ急速充電器を探すためにナビアプリを起動すると、BMS コンピューターはバッテリーを通常よりも加熱し始めます。
3)	自動車・バッテリーメーカーのBYD は、5 分間充電するだけで EV に 400km の航続距離をもたらすと謳う新しい充電器を発表しました。
4)	SiC チップは、シリコンのみで作られたチップよりも高温や高電圧に対応できる。

問題 5：あなたの自己紹介を以下の項目について英語で行うとき，望ましい英文を記せ。[4]

- 1) 私は大阪工業大学工学部応用化学科に所属する学部 4 年生です。
- 2) 私の卒業研究のテーマは_____ (あなたの研究テーマを英語で挿入して下さい) _____です。

1)	I am senior student in Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology.
2)	My undergraduate thesis is about organic synthesis of rotaxanes. I am working on the organic synthesis of rotaxanes as undergraduate thesis.

2026 年度 大阪工業大学大学院 工学研究科 化学・環境・生命工学専攻
 博士前期課程 応用化学コース 第 1 回入学試験
 無機化学問題

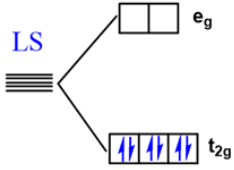
1.

- (a) 分子内で、原子が電子を引きつけようとする傾向の経験的尺度
 (b) Lewis 塩基は電子対の供与体であり、電子を強く引き寄せず電荷分布がゆるやかな塩基を「軟らかい Lewis 塩基」という

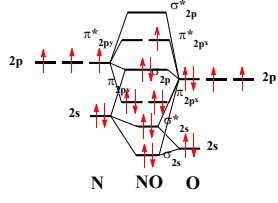
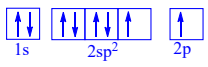
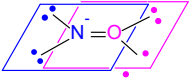
2.

- (a) 2 種 (b) 4 □ (c)  (d) 8 □

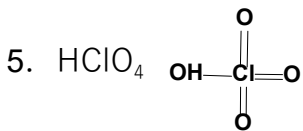
3.

- (a) ① +3 ② +2 (b) ① d⁵ ② d⁶ (c) LS 錯体 (d) 
 (e) 正八面体 (f) -2.4Δ_o (g) ① (h) ②

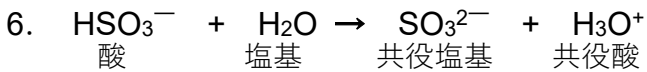
4.

- (a)  (b) 2.5 (c) 3 組 (d) σ 結合 1, π 結合 1.5 (e) σ 結合 1, π 結合 1
 (f) sp² (g)  (h)  (i) NO⁺

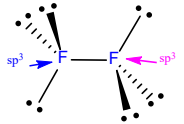
5.



6.

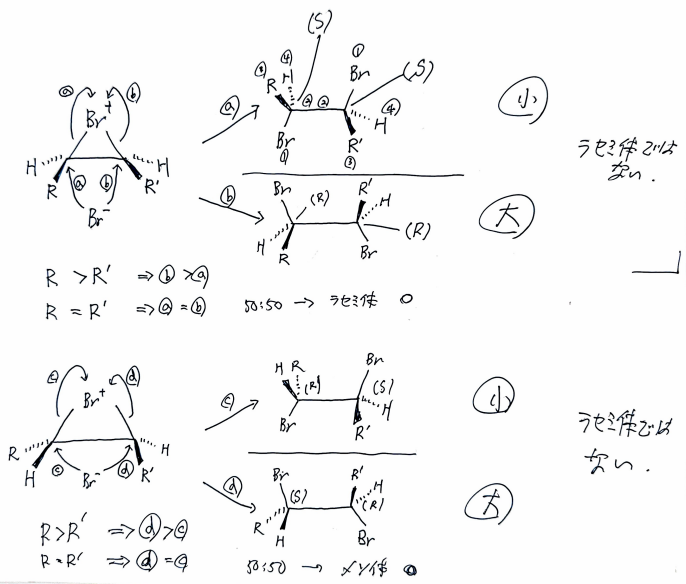


7.

- (a)  (b) Cl より原子半径が小さい F では、非共有電子対が近接しており非共有電子対間の反発が大きい。よって、F-F 結合が切れやすくなっている。

有機化学問題

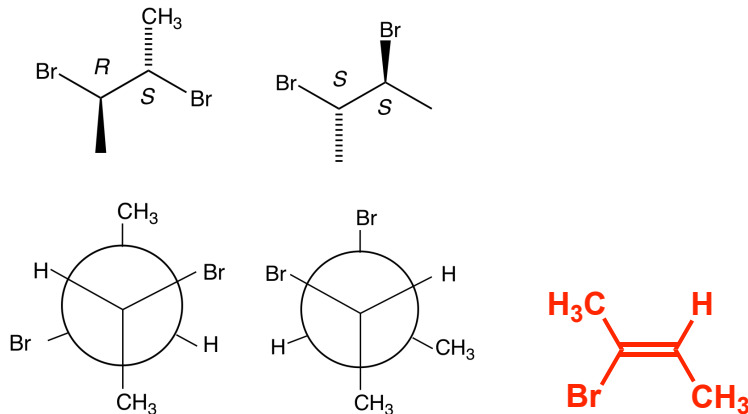
- [1] *cis*-2-ヘキセンおよび *trans*-2-ヘキセンに Br₂ が付加すると、どのような主生成物が得られるか？ 立体化学が分かるように構造を記せ。 (15 点)



中間体(プロモニウムイオン)1種2点, 2種6点
 片方の生成物2種3点(1種0点), ラセミ体ではない2点

- [2] つぎのハロゲン化物について以下の問いに答えよ。 (25 点)

- (a) (2*R*, 3*S*)-ジブロモブタンおよび(2*S*, 3*S*)-ジブロモブタンの骨格構造式、および C2-C3 結合に沿って眺めて最も安定な配座の Newman 投影式を、それぞれ立体化学を正しくわかるように記せ。
- (b) (2*R*, 3*S*)-ジブロモブタンと(2*S*, 3*S*)-ジブロモブタンの組み合わせはどのような関係の立体異性体か？
- (c) (1*S*, 2*S*)-1,2-ジブロモ-1,2-ジフェニルエタンの E2 脱離で得られるアルケンには、どんな立体化学が期待されるか？ 反応する立体配座の Newman 投影式を使って説明せよ。



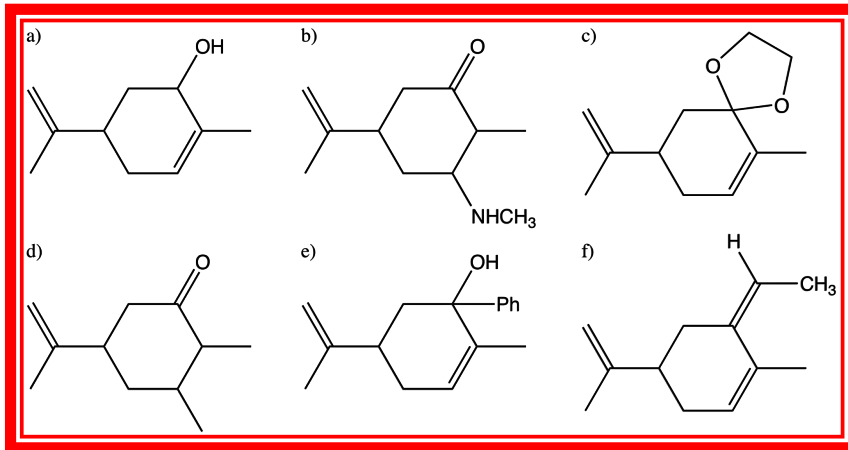
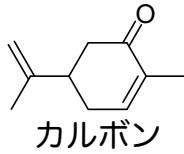
ジアステレオマー

Z体

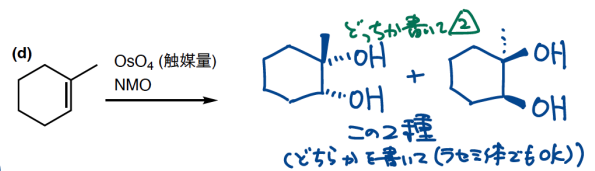
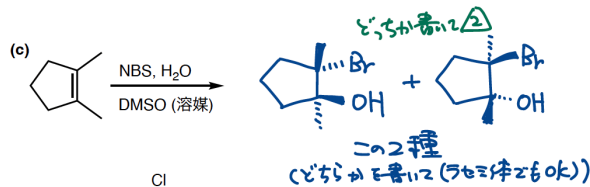
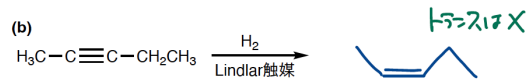
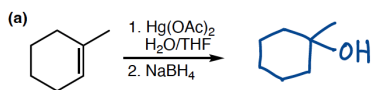
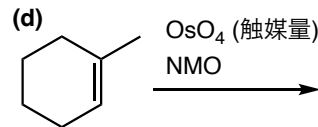
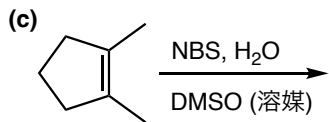
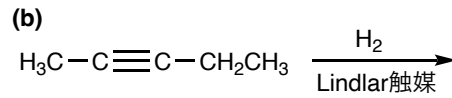
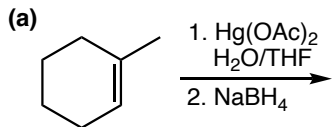
(a) 4点 x 4 = 16点, (b) 4点 (c) 説明3点, 構造式+立体で2点

[3] スペアメント油の主成分である**カルボン**に次の試薬を反応させた場合の主生成物の構造を記せ。なお、反応機構を記す必要はない。(30点)

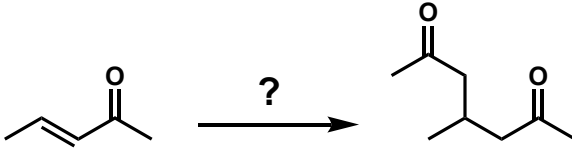
- (a) LiAlH_4 , つぎに H_3O^+ (b) $(\text{CH}_3)_2\text{CuLi}$, つぎに H_3O^+ (c) CH_3NH_2
 (d) $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$, つぎに H_3O^+ (e) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, HCl (f) $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}=\text{CHCH}_3$



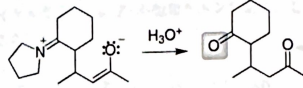
[4] 反応 (a)~(d) について、予想される主生成物の構造式を書け。なお、立体化学を考慮する必要がある場合は略さずに記すこと。(20点)



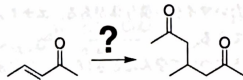
[5] 次に示す変換反応の合成法をストークのエナミン合成法を使って説明せよ。(20点)



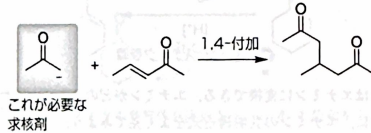
288 ● 8章 エノールとエノラート



しかし、なぜこの反応はそれほど重要なのだろうか。なぜこのマイケル供与体を特別視しているのだろうか。なぜエナミンについて再び学んでいるのだろうか。エナミンの有用性を理解するために、次に示す変換反応を行うことを考えよう。

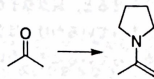


これを実行するのは簡単なように見える。α,β-不飽和ケトンに1,4-付加反応で攻撃する求核剤を使えばいいだろう。

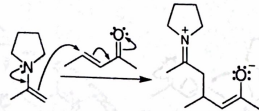


しかし、この反応を実行しようとすると、君は望まない生成物の混合物を得ることになる。なぜだろうか。それは、このエノラートがマイケル供与体ではなく、したがってうまく1,4-付加反応で攻撃しないからである。それでは、どうすればこの問題を避けられるだろうか。ここでエナミンが登場する。

エノラートを求核剤として使うかわりに、ケトンを変換してエナミンに変換することを考えよう。

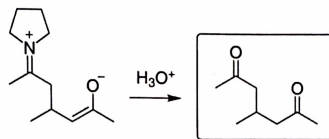


このエナミンはマイケル供与体であり、きれいに1,4-付加反応で攻撃する。



最後に、 H_3O^+ を使うとイミニウム基が取り除かれ、エノラートがプロトン化される(そしてケトンに変わる)。

8.10 マイケル反応 ● 289



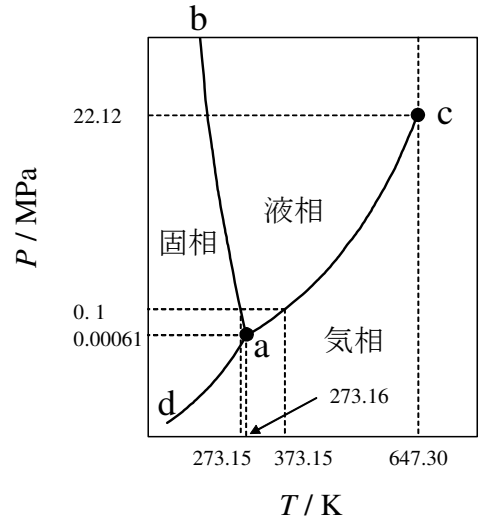
このようにして最終的に目的の生成物が調製される。この合成戦略はストークのエナミン合成法(Stork enamine synthesis)と呼ばれ、君が合成法を提案するときに便利に使える。君が合成法を提案しようとして、1,4-付加反応での求核剤としてエノラートに攻撃させる必要があると判断したときは、問題に直面する。通常のエノラートは、マイケル供与体となるには十分に安定ではない。しかし君は、エノラートの元となるケトンを変換してエナミンに変換することができ、そしてエナミンはマイケル供与体となるのに十分な安定性をもつ。そしてエナミンは最後に取り除くことができる。エナミンは一時的にエノラートの反応性を調節する役割を果たし、望む結果を得ることができる。よく考えると、いかに賢い戦略かわかるだろう。

以上

博士前期課程 第1回入学試験 物理化学 解答例

1.

- 1) 右図のとおり。水は他の物質と異なり、融解曲線が負の傾きを示し、融点が圧力の上昇とともに低下する。また液体で存在できる温度範囲も比較的狭い。
- 2) 融解曲線の傾きから、圧力が高くなると氷点は低下し氷は解ける。スケート靴を履いて氷の上になると、靴の刃と氷の間に圧力が生じ、氷が融解する。液体の層ができることで摩擦が小さくなり、滑りやすくなる。
- 3) $f = c - p + 2$ 自由度(f)とは、温度、圧力等の状態を決める因子をいくつ自由に設定できるかを示す数値。 c は成分の数、 p は相の数。
- 4) a点: 氷、水、および水蒸気が平衡状態で共存できる点。自由度は0で、水では0.611 kPaで273.16 Kである。
- 5) c点以上の温度と圧力。



臨界点: どのような気体でも、圧力をいくら高くしてもそれ以上の温度では液化されない温度を臨界温度 T_c 、またその時の圧力を臨界圧 P_{pc} 、 T_c 、 P_c のときの気体の体積を臨界体積 V_c という。
超臨界流体: 気体の流動性を持った液体、液体の密度を持った気体。気体と液体の区別のつかない状態。

2.

- 1) 1.0×10^{-2} mol/L の塩酸 HCl 1.0 mL に水を加え、全体で 200 mL とした。

塩酸は強酸であり、水中で完全に電離すると仮定する。

① 塩酸の物質量

濃度: 1.0×10^{-2} mol/L

体積: 1.0 mL = 1.0×10^{-3} L

$$n = (1.0 \times 10^{-2}) \times (1.0 \times 10^{-3}) \\ = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

② 希釈後の水素イオン濃度

全体の体積: 200 mL = 0.200 L

$$[\text{H}^+] = (1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}) / 0.200 \text{ L} \\ = 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

③ pH の計算

$$\text{pH} = -\log_{10}(5.0 \times 10^{-5}) \\ = 4.30$$

※ 本計算では、水の自己解離による影響は無視できる。

- 2) 1.0×10^{-2} mol/L の塩酸 HCl 10 mL に 2.0×10^{-3} mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 10 mL を加えた。塩酸および水酸化ナトリウムはいずれも強電解質であり、水中で完全に電離すると仮定する。

① 各溶液中の物質量

塩酸:

濃度 = 1.0×10^{-2} mol/L

体積 = 10 mL = 1.0×10^{-2} L

$$n(\text{HCl}) = (1.0 \times 10^{-2}) \times (1.0 \times 10^{-2}) \\ = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

水酸化ナトリウム：

濃度 = 2.0×10^{-3} mol/L

体積 = 10 mL = 1.0×10^{-2} L

$$\begin{aligned}n(\text{NaOH}) &= (2.0 \times 10^{-3}) \times (1.0 \times 10^{-2}) \\ &= 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol}\end{aligned}$$

② 中和反応



NaOH は制限試薬であり、 2.0×10^{-5} mol の H^+ が中和される。

中和後に残る H^+ の物質量は

$$\begin{aligned}n(\text{H}^+) &= 1.0 \times 10^{-4} - 2.0 \times 10^{-5} \\ &= 8.0 \times 10^{-5} \text{ mol}\end{aligned}$$

③ 混合後の体積

$$\text{全体の体積} = 10 \text{ mL} + 10 \text{ mL} = 20 \text{ mL} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ L}$$

④ 水素イオン濃度

$$\begin{aligned}[\text{H}^+] &= (8.0 \times 10^{-5} \text{ mol}) / (2.0 \times 10^{-2} \text{ L}) \\ &= 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}\end{aligned}$$

⑤ pH の計算

$$\begin{aligned}\text{pH} &= -\log_{10}(4.0 \times 10^{-3}) \\ &= \underline{2.40}\end{aligned}$$

※ 本濃度条件では、水の自己解離の影響は無視できる。

3.

【1. 理想気体の状態方程式】

理想気体は以下の状態方程式で表される。

$$PV = nRT$$

この式は、分子を点粒子とみなし、分子間相互作用を無視できるという仮定のもとで成り立つ。低圧・高温条件では多くの気体が理想気体として振る舞う。

【2. 実在気体における問題点】

実在気体では、分子は有限の大きさを持ち、分子間には引力や斥力が存在する。そのため、高圧・低温条件では理想気体の式からずれが生じる。

【3. ファンデルワールス方程式】

実在気体の挙動を表すために、以下の補正を導入した。

$$\left(P + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

a は分子間引力、 b は分子の排除体積を表す定数である。

【4. 補正項の物理的意味】

体積補正 ($V - nb$) は、分子が占める有限体積により自由体積が減少することを表す。圧力補正 ($P + a n^2 / V^2$) は、分子間引力により実測圧力が低下することを補正する。

【5. 理想気体との関係】

低密度・高温の極限では補正項が無視でき、ファンデルワールス方程式は理想気体の状態方程式に一致する。

【6. 意義と限界】

ファンデルワールス方程式は、実在気体の非理想性や臨界現象を定性的に説明できるが、定量的精度には限界がある。

4.

4-1 反応速度式

一次反応では、反応速度は反応物 A の濃度に比例する。
したがって反応速度式は次式で表される。

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

[A] : 反応物 A の濃度

k : 反応速度定数

4-2 反応速度定数

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = \ln \frac{[A]_0}{\left(1 - \frac{b}{100}\right)[A]_0} = ak, \quad \therefore k = \frac{100}{a(100 - b)}$$

4-3 半減期

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

以上