

2026年度 群馬大学大学院理工学府
博士前期課程（修士課程）
応用化学プログラム

問題冊子

専門科目

注意事項

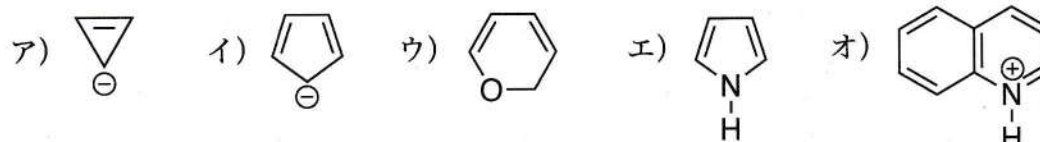
1. 4科目中、3科目を選択して解答すること。3科目より多く選択した場合は、0点になることがあります。
2. 解答には、それぞれの問題番号が記載された解答用紙を使用すること。
裏面を使用してもよいが、その場合には表面の受験番号および氏名記入欄に相当する部分より下の部分を使用すること。また、表面の下部に「裏へ」と記入すること。
3. 選択しない科目の解答用紙を含め、すべての解答用紙に受験番号および氏名を記入すること。
4. 選択しない科目の解答用紙には、解答用紙全体に大きく「×」を記すこと。
5. 問題冊子、解答用紙を持ち帰ってはならない。

1. 有機化学

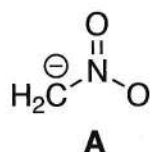
1

次の各問に答えよ。

- 1) 次のア) ~ オ) の化学種について、芳香族性を示すものに○印、示さないものに×印を記せ。また、芳香族性を示すものについては、その芳香環のπ電子の数も記せ。



- 2) 次の化学種 **A** について、以下の問に答えよ。なお、下記の化学種 **A** の構造式については、酸素原子上と窒素原子上の形式電荷を省略している。

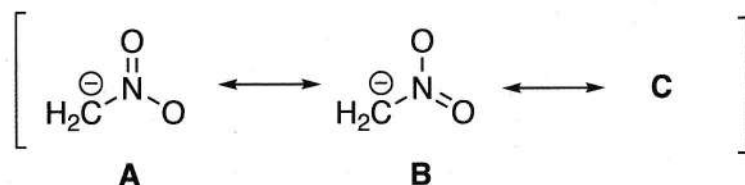


- a) 化学種 **A** は、化合物 **X** の共役塩基である。化合物 **X** の簡略化式 (示性式) を書け。(簡略化式の例: $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$)

- b) 共鳴寄与式 (共鳴構造式) **C** を書き入れて下記の共鳴式を完成させよ。なお、共鳴寄与式 **A** ~ **C** の炭素、酸素、および窒素原子は全てオクテット則を満たすものとする。

共鳴寄与式 **A** ~ **C** には全ての非共有電子対と形式電荷を書き入れ、**A** から **B**、および **B** から **C** に至る電子移動について、「電子対の動きを示す巻矢印」を **A** と **B** の構造式上を書くこと。

さらに、**A** ~ **C** のうち、共鳴混成体への寄与が最も大きい共鳴寄与式を○で囲め。



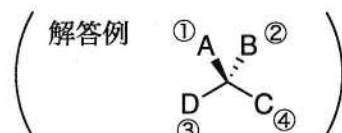
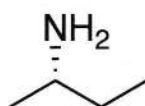
(次頁に続く)

3) ブタンとその置換体について、以下の問に答えよ。

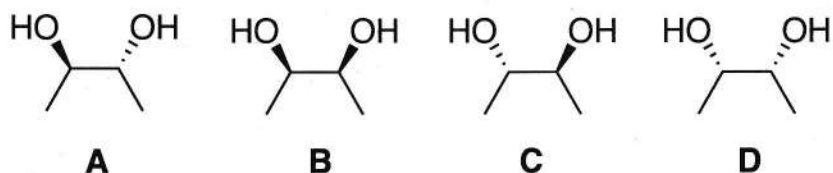
- a) ブタンのアンチ形配座とゴーシュ形配座を、太線で示した C-C 結合に対する Newman 投影式で示せ。Newman 投影式には、メチル基 (CH₃) と水素 (H) を省略せずにかくこと。さらに、最も安定な立体配座を○で囲むこと。



- b) 下記のアミンのキラル中心の立体配置は R、S のいずれであるかを答えよ。また、キラル中心に結合した4つの置換基に、優先順位の高い方から順に①~④の番号を、解答例に従って記入せよ。解答にはキラル中心に結合した水素 (H) を省略せずにかくこと。



- c) 下記の A~D は、2,3-ブタンジオールの立体異性体を示している。後の組み合わせア)~ウ) は互いにどのような関係か。エナンチオマー、ジアステレオマー、構造異性体、同一化合物の中から選べ。



- ア) A と B の互いの関係：
 イ) A と C の互いの関係：
 ウ) B と D の互いの関係：

1. 有機化学

2

次の各問に答えよ。

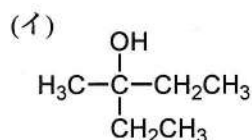
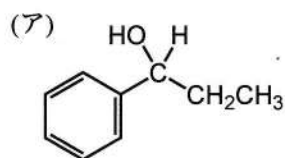
1) グリニャール反応剤 (一般式 RMgX (X: ハロゲン)) について以下の間に答えよ。

a) CH_3MgI を合成するためには、何と何を反応させればよいか。その化学式を答えよ。

b) グリニャール反応剤を用いた反応を行う際の溶媒として、以下の中で最も適するものはどれか。一つだけ選び、答えよ。

[溶媒] 水、エタノール、ジエチルエーテル、アセトン

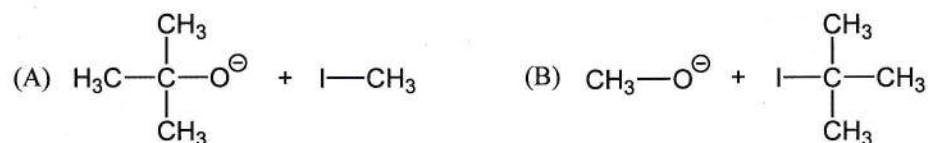
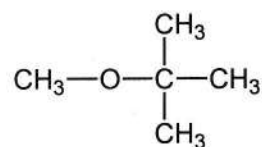
c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ を適当なカルボニル化合物と反応させて、以下の(ア)および(イ)のアルコールを得たい。それぞれで必要なカルボニル化合物の構造式を示せ。ただし、(イ)では必ずエステルを用いること。



d) c) の(ア)と(イ)のアルコールのうち、ケトンまたはアルデヒドのヒドリド還元により合成できるのはどちらか、記号で答えよ。また、そのケトンまたはアルデヒドの構造式を示せ。

(次頁に続く)

2) 右に示す非対称エーテルをアルコキシドとハロアルカンから合成する場合、以下の(A)の組み合わせでは目的のエーテルが得られるが、(B)の組み合わせではエーテルが得られない。これについて以下の問に答えよ。

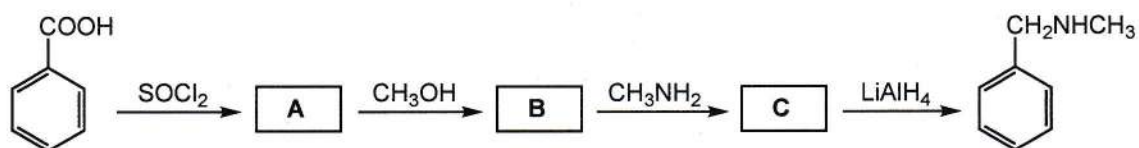


a) (A)の組み合わせでエーテルが得られるときに起こる反応として正しいものを、以下の中から一つ選び、答えよ。

[反応] S_N1、 S_N2、 E1、 E2

b) (B)の組み合わせでは、a)で解答した反応が起こらず、別の反応が進行する。(B)の組み合わせでの反応により得られる主生成物(炭素数4以上)の構造式を示せ。

3) 以下の反応スキームの空欄 **A** ~ **C** に当てはまる化合物の構造式を示せ。



2. 無機・分析化学

1

次の各問に答えよ。

- 1) 次の原子およびイオンの組み合わせのうち、右側の原子またはイオンの半径が左側のものよりも小さいものをすべて選べ。また、右側の原子またはイオンの半径が小さい理由も記せ。

ア) K, K^+ イ) Cl, Cl^- ウ) P, Si エ) Cl^-, Br^- オ) O, F

- 2) 図1-1は $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ の水溶液中の吸収スペクトルである。 ϵ はモル吸光係数を表す。ブロードな形状の band A と band B およびシャープな形状の band C が観測された。一方、 $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ の水溶液中の吸収スペクトルを測定したところ、 $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ の吸収スペクトルと類似の形状を持つ3つの吸収帯が観測されたが、極大波長には違いがあった。 $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ では、band A と band B に対応する吸収帯の極大波長は $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ に比べシフトしていたが、band C に対応する吸収帯の極大波長はほとんど変わらなかった。以下の問に答えよ。

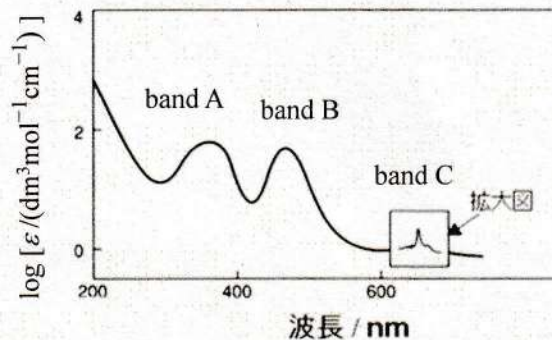


図1-1 $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ の水溶液中の吸収スペクトル

- a) Cr の原子番号は 24 である。Cr および Cr^{3+} の電子配置を例にならって記せ。
例: Zn $[Ar] (3d)^{10}(4s)^2$
- b) $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ の band B に比べ、 $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ では対応する吸収帯は短波長側、長波長側どちらに現われるか、理由と共に答えよ。
- c) band C の極大波長が $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ と $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ とで大きく変わらない理由を八面体配位子場における電子配置に基づいて説明せよ。

(次頁に続く)

- 3) NH_3 分子の形を VSEPR (原子価殻電子対反発) モデルに基づいて推定し、その形の名称を答えよ。また、その形を推定した理由を、 NH_3 分子のルイス構造、中心原子周りの高電子密度領域の数と配置の名称を示し、説明せよ。

2. 無機・分析化学

2

次の各問に答えよ。

- 1) 図2-1は、酸性水溶液中におけるリンのラチマー図である。この図に基づいて、以下の各問に答えよ。ただし、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。また、図中の矢印の上の数値は標準電位 (V vs. 標準水素電極) を示している。

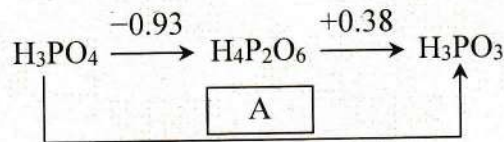
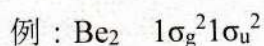


図2-1 酸性水溶液中におけるリンのラチマー図

- a) 酸性水溶液中において、 H_3PO_4 から H_3PO_3 が生成する還元反応の半反応式を記せ。
- b) 図中の空欄 $\boxed{\text{A}}$ の $\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{H}_3\text{PO}_3$ 系に対する標準電位を有効数字2桁で求めよ。計算過程も記せ。
- c) 酸性水溶液中において、 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ が H_3PO_4 と H_3PO_3 に不均化する反応の $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ 1 mol 当たりの標準反応ギブズエネルギー (J mol^{-1}) を有効数字2桁で求めよ。計算過程も記せ。また、求めた標準反応ギブズエネルギーを基に、この不均化反応が標準状態で自発的に進行する傾向があるか予測せよ。また、その根拠も記せ。

2) 次の各問に答えよ。

- a) 基底状態における O_2 と O_2^{2-} の価電子の電子配置を例にならって記せ。ただし、反転しても符号が変わらない分子軌道には g を、反転したときに符号が逆になる分子軌道には u を付けること。また、分子軌道のエネルギー準位の順序はイオン化により変化しないものとする。



- b) a) の電子配置における O_2 と O_2^{2-} の結合次数を求め、求めた結合次数を基に、 O_2 と O_2^{2-} の結合エンタルピーの大小関係を予測せよ。また、その根拠も記せ。

2. 無機・分析化学

3

次の各問に答えよ。全て計算過程も記せ。

- 1) 酸と塩基に関する以下の各問に答えよ。ただし、アンモニアの分子量は 17.03 とし、アンモニアの塩基解離定数は $K_b = 1.80 \times 10^{-5}$ 、水のイオン積 (自己プロトリス定数) は $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$ とする。
 - a) 28.9%の濃アンモニア水 (密度 0.900 g cm^{-3}) を水で希釈して $0.0200 \text{ mol L}^{-1}$ のアンモニア水を 2.00 L 調製した。用いた濃アンモニア水の体積を有効数字 3 桁で求めよ。
 - b) a) で調製したアンモニア水の pH を小数第 2 位まで求めよ。
 - c) a) で調製したアンモニア水 10.00 mL に、同じ濃度の希塩酸を 5.00 mL 加えて混合した溶液の pH を小数第 2 位まで求めよ。
 - d) a) で調製したアンモニア水を同じ濃度の希塩酸で滴定した。当量点の pH を小数第 2 位まで求めよ。
- 2) 吸光光度法に関する以下の各問に答えよ。ただし、溶媒や問題文中に明示されていない物質による光の吸収や散乱は生じないものとする。
 - a) 物質 A の $2.50 \times 10^{-4} \text{ M}$ 水溶液の 400.0 nm における吸光度を光路長 5.00 mm のセルを用いて測定したところ、0.200 であった。この波長における物質 A のモル吸光係数は何 $\text{M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ か有効数字 3 桁で求めよ。
 - b) 水溶液中において、物質 B の波長 600.0 nm におけるモル吸光係数は $3.45 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ である。物質 B の水溶液のこの波長における透過率を光路長 1.00 cm のセルを用いて測定したところ、23.4%であった。この溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。

3. 物理化学

1

式 (1-1) の水の生成反応に関する 1) ~ 4) の各問に答えよ。必要であれば表 1-1 に与えた標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ 、標準モルエントロピー S_m° 、および定圧モル熱容量 $C_{p,m}^\circ$ の値を用いよ。ただし、定圧モル熱容量の値は温度に依存しないとする。また、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。計算問題の解答では有効数字 3 桁とし、計算過程も示せ。

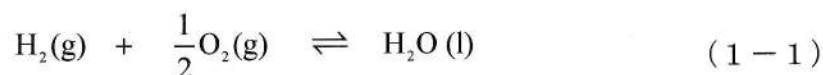


表 1-1 温度 298 K における $\Delta_f H^\circ$ 、 S_m° および $C_{p,m}^\circ$ の値

物質	$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol^{-1})	S_m° ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)	$C_{p,m}^\circ$ ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130.7	28.8
$\text{O}_2(\text{g})$	0	205.1	29.4
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.8	69.9	75.3

- 1) 温度 298 K における標準反応エントロピー $\Delta_r S^\circ$ および $\Delta_r C_p^\circ$ を求めよ。ただし、 $\Delta_r C_p^\circ$ は、生成物と反応物の定圧モル熱容量の差を表す。
- 2) 温度 348 K における標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\circ$ を求めよ。ただし、 $\Delta_r C_p^\circ$ は温度に依らず一定とする。
- 3) 温度 298 K における標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。
- 4) 上記 3) の結果を用いて、温度 298 K における熱力学的平衡定数 K の値を求めよ。

3. 物理化学

2

- 1) 次の式 (2-1) で表される化学反応において、化学種 A の消費速度が $0.48 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ であるとき、式 (2-1) の反応速度 v 、化学種 B の消費速度、化学種 C の生成速度を有効数字 2 桁で答えよ。



- 2) 2 次反応 $\text{X} \rightarrow \text{Y}$ について、a) ~ d) の各問に答えよ。ただし、速度定数を k 、ある時間 t における化学種 X、化学種 Y の濃度をそれぞれ $[\text{X}]$ 、 $[\text{Y}]$ とする。また、 $t = 0$ においては化学種 X だけが存在し、 $t = 0$ の時の化学種 X の濃度を $[\text{X}]_0$ とする。

- a) この反応の速度式を、 k と $[\text{X}]$ を用いて微分方程式で記せ。
- b) a) の微分方程式を積分し、2 次反応の積分形速度式を記せ。また、導入過程も示せ。
- c) $[\text{X}]_0 = 3.50 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ のとき、反応温度 $45.0 \text{ }^\circ\text{C}$ で反応開始 30.0 s 後に化学種 X の 20.0% が反応した。この反応の速度定数を有効数字 3 桁で求めよ。また、計算過程も示せ。
- d) c) の反応において、反応温度を $45.0 \text{ }^\circ\text{C}$ から $35.0 \text{ }^\circ\text{C}$ にしたところ、速度定数の値は $1/2$ に変化した。この反応の活性化エネルギー E_a と頻度因子 A を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。また、計算過程も示せ。

3. 物理化学

3

次の文を読んで1)～6)の各問に答えよ。必要であれば、電子の質量 $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg、電気素量 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C、プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js、真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C² J⁻¹ m⁻¹、光速 $c = 3.00 \times 10^8$ m s⁻¹ を用いて良い。

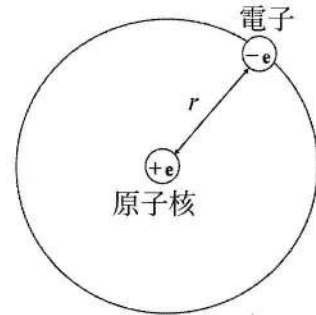


図3-1に水素原子のモデルを示す。原子核の座標を原点とし、電子の座標を (x, y, z) とする。クーロンポテンシャルエネルギーを $V(r)$ で表すと電子のシュレディンガー方程式は、

図3-1 水素原子のモデル。中央に原子核、距離 r 離れて電子が存在する。

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{8\pi^2m} \nabla^2 + V(r) \right\} \Psi(x, y, z) = E \Psi(x, y, z) \quad (3-1)$$

で表される。ここで E はエネルギー、 $\Psi(x, y, z)$ は波動関数である。

この方程式を xyz 座標系から $r \theta \phi$ の極座標系に変換すると、波動関数は r のみの関数 $R_{n,l}(r)$ 、および θ, ϕ の関数 $Y_{l,m}(\theta, \phi)$ の積

$$\Phi(r, \theta, \phi) = R_{n,l}(r) Y_{l,m}(\theta, \phi) \quad (3-2)$$

として固有関数が得られる。ここで、 n, l, m は量子数である。

エネルギー E は n のみで決まり、

$$E_n = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} \quad (3-3)$$

(次頁に続く)

である。 n を主量子数、 l を 量子数、 m を 量子数という。 $n=2$ のとき l の取り得る値は 、 m の取り得る値は である。

$(n, l, m) = (1, 0, 0)$ のとき、 $\Phi_{1,0,0}(r, \theta, \phi)$ は1s軌道の波動関数を表す。1s軌道の波動関数は、

$$\Phi_{1,0,0}(r, \theta, \phi) = \sqrt{\frac{1}{4\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{\frac{3}{2}} 2e^{-\frac{r}{a_0}} \quad (a_0 \text{はボーア半径 } a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2}) \quad (3-4)$$

である。

- 1) (3-1) 式中のポテンシャル $V(r)$ を ϵ_0 、 r 、 e を用いて記せ。
- 2) 下線部 a の $R_{n,l}(r)$ 、および下線部 b の $Y_{l,m}(\theta, \phi)$ を何というか。関数の名称を記せ。
- 3) ~ の中にあてはまる語句または数値を記せ。
- 4) 水素原子のイオン化エネルギーを ϵ_0 、 e 、 h 、 m を用いて記せ。
- 5) (3-3) 式を用いて、 $n=2$ から $n=1$ への遷移で生じる光の波長を有効数字3桁で求めよ。導出過程も示せ。
- 6) 1s軌道の波動関数 (3-4) 式を用い、1s軌道の電子の存在確率が最も大きくなるときの r を求めよ。導出過程も示せ。

4. 生物化学

1

次の各問に答えよ。

1) 次の糖質に関する文を読んで以下の a)、b) の間に答えよ。

グルコースは (ア) と呼ばれ、体内では肝臓で作られる多糖である (イ) の分解や、食物として摂取されたデンプンの分解によって作られる。グルコースは水溶液中では (ウ) 構造の α -グルコピラノースと β -グルコピラノースの2つの分子種がおもに平衡状態で存在している。しかし (エ) 構造を有する中間体が少量存在するため、グルコースはアルカリ溶液中で (オ) 性を示し、フェーリング試薬で陽性となる。

複数個の単糖がグリコシド結合でつながった糖を (カ) という。例えば、グルコースと (キ) が結合した二糖は砂糖の主成分であり (ク) と呼ばれる。ラクトースは牛乳に多く含まれる二糖で、(ケ) とグルコースからなる。グルコース2分子からなる (コ) は、 β -アミラーゼの作用によるデンプンの分解によって生じる。

a) 空欄 (ア) ~ (コ) に当てはまる適切な語句を、【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。

【語群】 ① 環状、② 二重らせん、③ 直鎖、④ 酸化、⑤ 還元、
⑥ 発酵、⑦ オリゴ糖、⑧ ブドウ糖、⑨ 果糖、
⑩ ガラクトース、⑪ スクロース、⑫ マルトース、
⑬ マンノース、⑭ グリコーゲン、⑮ コラーゲン、
⑯ キチン、⑰ キシロース

b) セルロースとデンプン中のアミロースはどちらもグルコースが重合した多糖である。セルロースとアミロースについて、その分子構造の違いがわかるように図示し、簡潔に説明せよ。

(次頁に続く)

2) 図1-1は、一般的な tRNA の三次構造を模式的に示したものである。以下の a) ~ d) の間に答えよ。

a) tRNA の二次構造は、その特徴的な形から何構造と呼ばれるか、答えよ。

b) アミノ酸が結合する部分は、図1-1に示される A ~ E のどの場所か、1つ選び、記号で答えよ。

c) アンチコドンの位置は、図1-1に示される (ア) ~ (オ) のどの場所か、1つ選び、記号で答えよ。

d) アンチコドンの塩基と結合するものはどれか、以下の【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。

【語群】

- ① DNA のセンス鎖、② DNA のアンチセンス鎖、③ mRNA、④ ペプチド

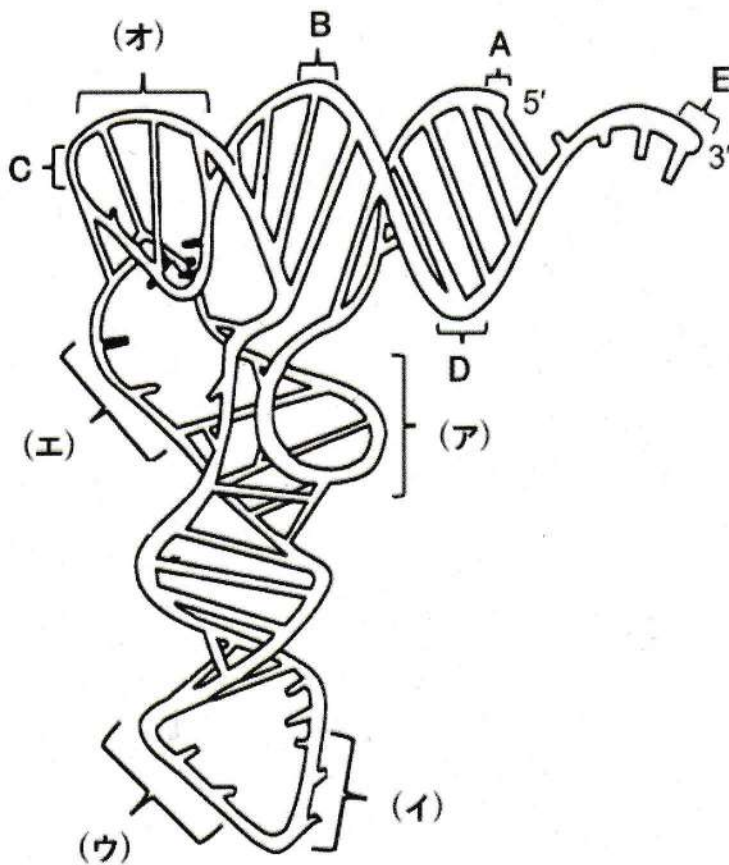


図1-1
tRNA の三次構造
の模式図

(次頁に続く)

3) いくつかのアミノ酸あるいはそれらの誘導体は化学伝達物質としてはたらく。たとえば、ドーパミンはチロシンが水酸化された後に脱炭酸されて生じる代謝誘導体である(図1-2)。

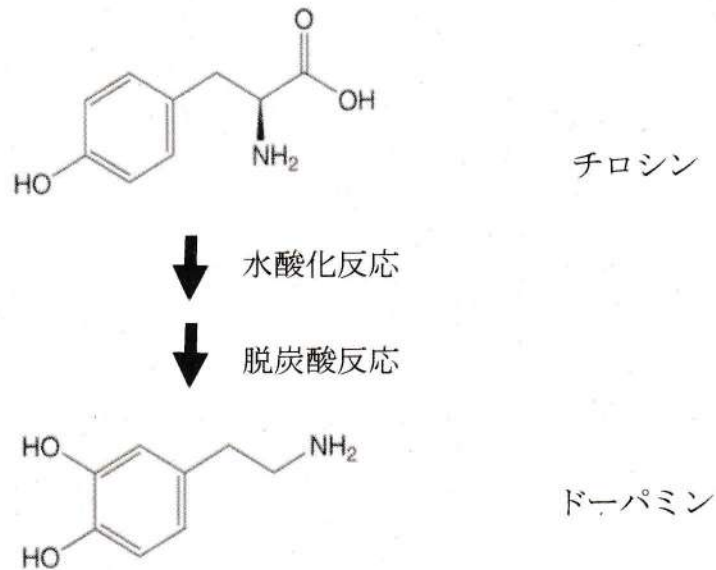
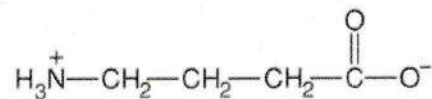


図1-2 ドーパミンの生合成過程

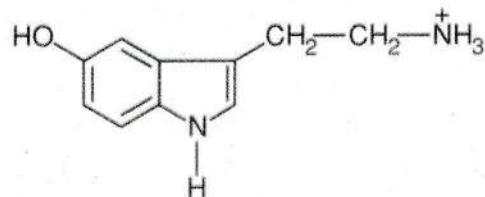
以上の例を参考にして a) と b) の化学伝達物質は、それぞれどのアミノ酸から生じると考えられるか。最も適切なアミノ酸を、【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。

【語群】 ① グルタミン酸、② アスパラギン酸、③ リジン、④ アルギニン、
⑤ トリプトファン、⑥ ヒスチジン、⑦ フェニルアラニン

a) γ -アミノ酪酸 (GABA)



b) セロトニン



次の各問に答えよ。

- 1) 次の文章中の空欄（ア）～（オ）に当てはまる適切な語句を、それぞれの【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。ただし、（エ）の解答に際しては制限酵素の認識する配列の特徴を考慮して答えること。

多くの制限酵素は、二本鎖 DNA の特定の塩基配列を認識して結合し、そして切断する。したがって、（ア：語群 1）ヌクレアーゼに分類される。代表的な制限酵素の一つである *NcoI* は、DNA に結合するときは、二本鎖 DNA の幅の広い（イ：語群 2）側から結合し塩基を認識する。そのとき制限酵素のアミノ酸残基と DNA との間には、多くの（ウ：語群 3）ができる。

NcoI の切断部位配列は、一本鎖のみの表記で表すと（エ：語群 4）である。*NcoI* で切断された DNA 断片同士は、（オ：語群 5）によって簡単に結合させることができる。

【語群 1】 ① エキソ、 ② エンド、 ③ シス、 ④ トランス

【語群 2】 ① 主溝、 ② 対溝、 ③ 副溝、 ④ リン酸骨格

【語群 3】 ① ペプチド結合、 ② DNA 結合、 ③ エステル結合、
④ 水素結合、 ⑤ グリコシド結合

【語群 4】 ① AAGGTT、 ② CCAAGG、 ③ AGCCGA、
④ CACACA、 ⑤ CCATGG

【語群 5】 ① DNA ポリメラーゼ、 ② DNA トポイソメラーゼ、
③ DNA メチル化酵素、 ④ DNA リガーゼ、
⑤ DNA 脱メチル化酵素

(次頁に続く)

2) ある二本鎖 DNA 水溶液の UV スペクトルを室温 (約 25°C) で測定したところ、図 2-1 のようになった。以下の a) ~ c) の間に答えよ。

a) DNA を定量する際に一般によく用いられる波長はどれか。適切なものを、図 2-1 の① ~ ④の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

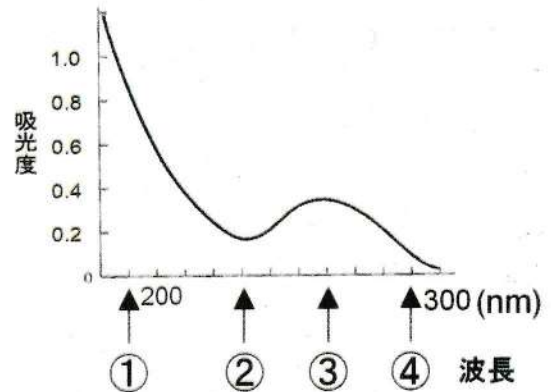


図 2-1 DNA の UV スペクトル

b) この溶液を 90°C 付近で測定すると a) で選んだ波長での吸光度の値はどう変化すると考えられるか、答えよ。

c) 適当な量の $MgCl_2$ を DNA 水溶液に加えると、DNA の二重らせん構造がより安定になる。その理由を簡潔に説明せよ。

3) PCR 法によって、目的の配列をもつ二本鎖 DNA を容易に増幅することができる。そのためには、目的配列の両端に対応する 2 つのプライマーの適切な設計が必要である。次の a) ~ e) の問いに答えよ。

a) PCR 法で増幅される DNA の量はおよそどのような関数に従うか、次の① ~ ⑤の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 双曲線関数、② 二次関数、③ 三角関数、④ 指数関数、⑤ 対数関数

(次頁に続く)

b) プライマーがアニーリングした部分の二本鎖 DNA の融解温度 (T_m) について、適切なものを次の① ~ ⑤から2つ選び、記号で答えよ。ただし、プライマーはミスマッチを含まないものとする。

- ① GC 含有率が高くなるほど、 T_m は上がる。
- ② AG 含有率が高くなるほど、 T_m は上がる。
- ③ G または A の含有率が高くなるほど、 T_m は上がる。
- ④ プライマーが長いほど、 T_m は上がる。
- ⑤ プライマーが長いほど、 T_m は下がる。

c) 図2-2は、一般的な PCR の反応過程の温度変化をグラフにしたものである。図2-2で示した PCR 法の温度プログラムにおいて、DNA ポリメラーゼによる伸長過程はどの過程になるか、適切なものを、図2-2の(A) ~ (D)の中から1つ選び、記号で答えよ。ただし、図をわかりやすくするため(A) ~ (D)の各時間間隔は、実際の実験で用いられる時間間隔を正確に反映していない。

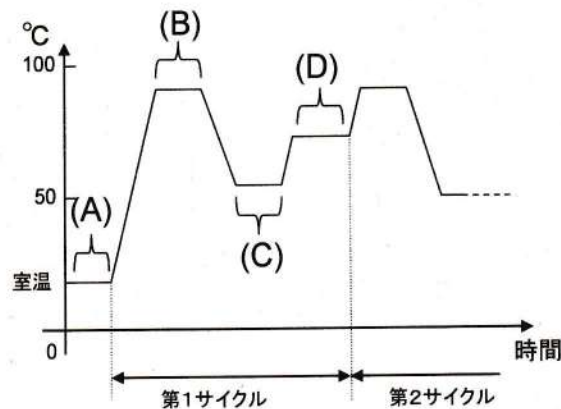


図2-2 PCR の温度プログラムの例

d) プライマーの T_m 値を参考に温度を決定するのはどの過程になるか、適切なものを、図2-2の(A) ~ (D)の中から1つ選び、記号で答えよ。

e) PCR の実験で、d) に関して設定される温度を、間違っ、 T_m より非常に低い温度に設定してしまった。その PCR 反応液をアガロースゲル電気泳動と DNA の蛍光染色によって、増幅産物をバンドで確認した。その結果、目的の増幅産物だけでなく、目的以外の増幅産物が複数得られた。なぜ、このような結果になったのか、その理由を簡潔に説明せよ。

- c) トリプシンについて説明した以下の文について、空欄（ア）～（カ）に当てはまる適切な語句を、【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。

トリプシンが膵臓で合成された段階で（ア）活性をもっていると、同じ膵臓で合成されるリボヌクレアーゼなどのタンパク質を（イ）し、失活させる可能性がある。そのため、（ア）活性をもたない状態で合成される。トリプシンは、N末端に（ウ）がついた（エ）として生合成され、細胞膜を通過するときに、（ウ）が切断され、（オ）として分泌される。（オ）は、十二指腸に分泌された後、（ア）であるエンテロキナーゼの作用でさらに6アミノ酸残基のペプチドがN末端から切り離されて（ア）活性をもつトリプシンとなる。これらの一連の反応を（カ）と呼ぶ。

- 【語群】 ① トリプシノーゲン、② プレトリプシノーゲン、
③ プロテアーゼ、④ ヌクレアーゼ、⑤ ムターゼ、
⑥ シグナルペプチド、⑦ 分解、⑧ 酸化、⑨ 還元、
⑩ プロセッシング、⑪ アロステリック

- d) 一般に酵素の活性を比較する指標として用いられるのはどれか。適切な語句を、【語群】の中から1つ選び、記号で答えよ。また、酵素の活性が高い場合、その値は大きいか小さいか、答えよ。なお、 k_{cat} と K_m は、それぞれ酵素の反応のミカエリス・メンテンモデルにおける代謝回転数（または触媒係数）とミカエリス・メンテン定数である。

- 【語群】 ① k_{cat}/K_m 、② $k_{cat} \times K_m$ 、③ $k_{cat} + K_m$ 、④ $k_{cat} - K_m$

2) 代謝について、以下の a) ~ d) の間に答えよ。

a) 図 3-2 は解糖系を示している。空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる化合物の構造を、次の① ~ ⑨の中からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。また「名称」にあてはまる酵素名を答えよ。

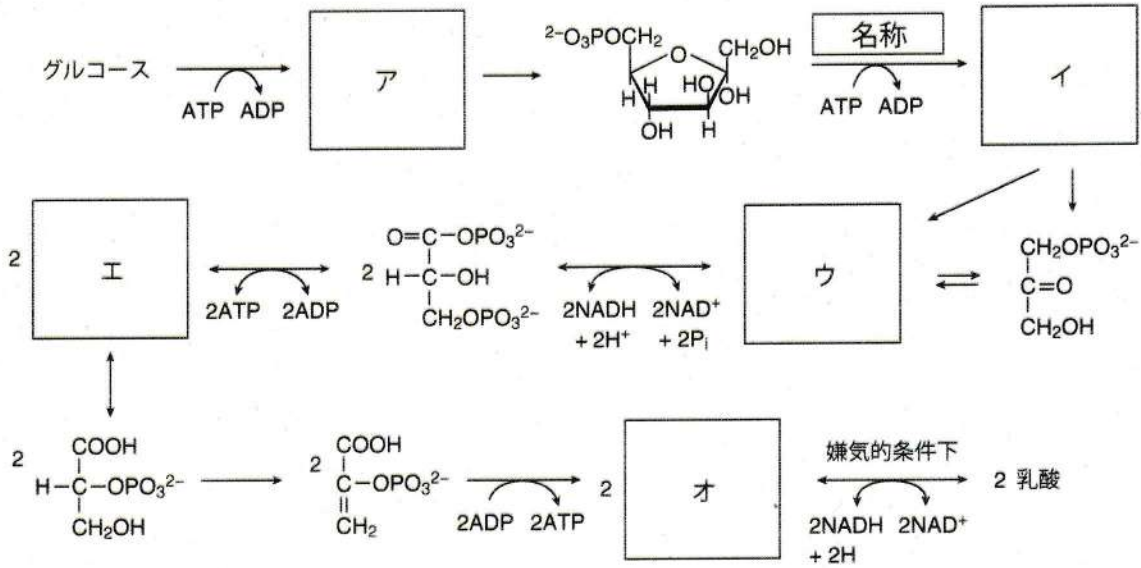
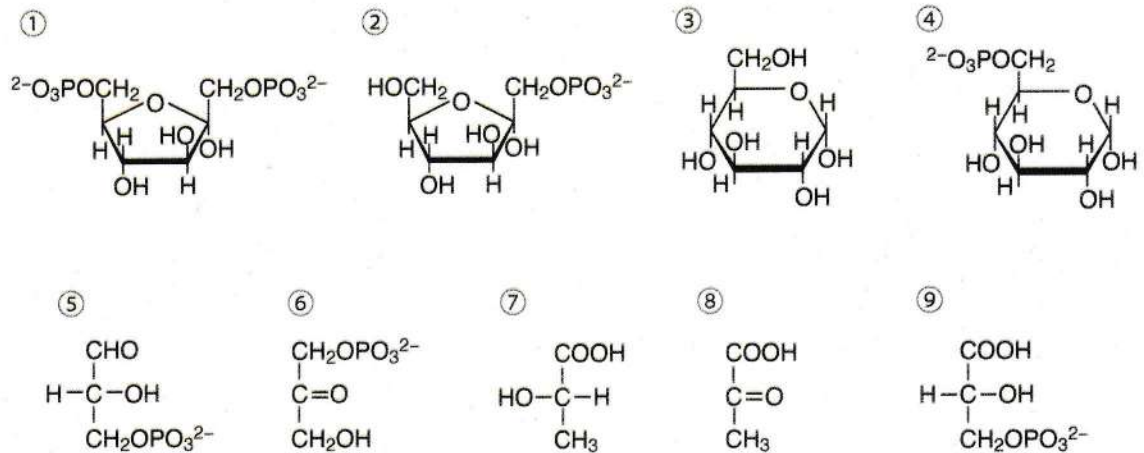


図 3-2 解糖系の概略図



b) 解糖系で見られる、基質レベルのリン酸化に使われる 2 つの高エネルギー化合物の名称を、それぞれ答えよ。

(次頁に続く)

- c) 解糖系とクエン酸回路は、それぞれ細胞のどの部分で起こるか、答えよ。
- d) 脂肪酸の合成が行われる臓器を答えよ。また、次の文の に当てはまる適切な語句を答えよ。

脂肪酸合成の最初の段階で、アセチル CoA は、アセチル CoA カルボキシラーゼにより、 CoA に変換される。

電卓の設定及び動作確認を、以下のように行ってください。

1. 電卓右上の[ON]を押して電源をオンにして下さい（約10分で電源は自動的にオフになります）。
2. [SHIFT]を押すと各キーは黄色文字で書かれた機能になります。
3. 電卓のふた裏側のクイックリファレンスの一番上を見て、初期状態にして下さい。

キー操作は、

[SHIFT] [MODE(CLR)] [2(MODE)] [=] です。

“-----”という表示が出たら OK です。

4. 動作を確認し、操作に慣れるために、下記の計算を行い、答えを確認してください。

キー操作

- | | |
|--|---|
| 1) $\log 20 = 1.30 \dots$ | [log] [20] [=] “1.30 ...” |
| 2) $\ln 20 = 2.995 \dots$ | [ln] [20] [=] “2.995 ...” |
| 3) $e^{-2} = 0.135 \dots$ (e の-2 乗) | [SHIFT] [ln(e ^x)] [-] [2] [=] “0.135 ...” |
| 4) $10^{2.5} = 316.2 \dots$ (10 の 2.5 乗) | [10] [^] [2.5] [=] “316.2 ...” |
| 5) $\cos(180) = -1$ | [cos] [180] [=] “-1” |
| 6) $23^5 \div 25 = 257,453.72$ | [23] [^] [5] [÷] [25] [=]
“257,453.72” |

(カンマと小数点の違いに注意)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 7) $23^{(5 \div 25)} = 1.872 \dots$ | [23] [^] [(] [5] [÷] [25] [)] [=]
“1.872 ...” |
|-------------------------------------|--|