

2025 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

入学試験問題

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答案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記入欄に相当する部分より下の部分を使用すること。
3. 選択しない科目の答案用紙を含め、すべての答案用紙に受験番号を記入すること。
4. 選択しない科目の答案用紙には、答案用紙全体に大きく×を記すこと。
5. 問題用紙、答案用紙を持ち帰ってはならない。

4. 生物化学

1

次の各問に答えよ。

1) 次の脂質に関する文章を読んで、各問に答えよ。

脂質は水に（ア）で、エーテル、クロロホルムといった有機溶媒に（イ）な生体由来の物質である。リン脂質は、（ウ）性の頭部と（エ）性の尾部を1分子中にもっていて（オ）性を示す。リン脂質は水中で（カ）を形成する。また、リン脂質は水の表面張力を（キ）させるため（ク）として利用される。

a) 空欄（ア）～（ク）にあてはまる適切な語句を語群から選び、記号で答えよ。なお、同じ記号（語句）は2回以上選んではならない。

（語群）

A: 親水 B: 疎水 C: 両親媒 D: 可溶 E: 不溶 F: ミセル
G: 二重らせん構造 H: 界面活性剤 I: コレステロール J: 減少
K: 増加 L: 緩衝液

b) 以下の脂肪酸 A ～ C を融点の低い順に記号で記せ。また、融点がある順番になる理由を簡潔に答えよ。

A: ステアリン酸 18:0
B: オレイン酸 18:1*cis* Δ^9
C: リノール酸 18:2 *cis* $\Delta^{9,12}$

2) ある DNA から転写された mRNA の途中の配列とそれがタンパク質に翻訳されたときのアミノ酸配列を以下に示す。

5' - ・ ・ ・ CUCUCCUACUGCUGACGAGGGAAGGAGGUGGCUUAUC ・ ・ ・ 3'
N 末端 - ・ ・ ・ Ser-Pro-Thr- () -Asp-Glu-Gly-Arg-Arg-Trp-Lue-Ile - ・ ・ ・ C 末端

以下の a) ～ d) の間に答えよ。必要に応じて表 1 - 1 の遺伝暗号表を参照してよい。

（次頁に続く）

- a) タンパク質合成の開始コドンとなるのはどのコドンか。もっとも一般的なコドンの塩基配列を1つ答えよ。
- b) 上記のアミノ酸配列のカッコの中に入る適切なアミノ酸の名称を答えよ。
- c) 上記のアミノ酸配列に含まれるアミノ酸のうち、酸性の側鎖をもつアミノ酸はどれか、アミノ酸の名称をすべて答えよ。
- d) 上記のアミノ酸配列に含まれるアミノ酸のうち、芳香族の側鎖をもつアミノ酸はどれか、アミノ酸の名称をすべて答えよ。

表1-1 遺伝暗号表

コドンの2番目の塩基

	U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン Phe	UCU	セリン Ser	UAU	チロシン Tyr	UGU	システイン Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン Leu	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン Trp	G
C	CUU	ロイシン Leu	CCU	プロリン Pro	CAU	ヒスチジン His	CGU	アルギニン Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン Ile	ACU	トレオニン Thr	AAU	アスパラギン Asn	AGU	セリン Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC	C	
	AUA		ACA		AAA	リシン Lys	AGA	アルギニン Arg	A
	AUG	メチオニン Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン Val	GCU	アラニン Ala	GAU	アスパラギン酸 Asp	GGU	グリシン Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC	C	
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸 Glu	GGA	A	
	GUG		GCG		GAG		GGG	G	

コドンの1番目の塩基

コドンの3番目の塩基

4. 生物化学

2

次の各問に答えよ。

- 1) 図2-1はある真核生物の遺伝子配列の一部である。900塩基対からなる目的の遺伝子配列をPCR法を用いて増幅させる実験を行うとする。図中の...は省略を示し、数字は増幅したい領域の最初の塩基を1とした塩基番号を示している。また、使用する2つのプライマー (Forward (F)-primer、Reverse (R)-primer) の対応する位置をそれぞれ示している (注: 問題を簡略化するため、プライマーの長さは、実際の実験に使用するものより短くしている)。以下の問に答えよ。

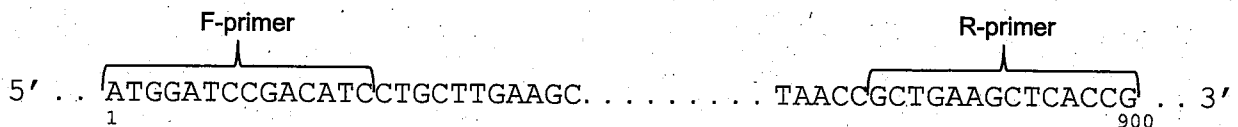


図2-1

- a) F-primer と R-primer の塩基配列を 5'末端から 記せ。
- b) F-primer の予想される T_m 値 (°C) を、下式を用いて求めよ。ただし、小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

$$T_m \text{ 値} = 60.8 + 0.41 \times (\text{GC 含有率}(\%)) - 500/n$$

(n はプライマーの長さ (塩基数))

- c) この F-primer に対応する遺伝子配列には、回文構造 (回文配列) がある。
- ア) 最も長い回文構造を記せ。
- イ) 回文構造をもつ2本鎖DNAを塩基配列特異的に切断する酵素を何と呼ぶか、その名称を答えよ。
- d) 実験を行って得られたPCR産物が、およそその目的の長さ (塩基数) になっているか確認するために行う実験方法を1つ記せ。

(次頁に続く)

- 2) 以下の配列をもつ RNA 分子は、UUCG および GUGA 配列（太字）をそれぞれループとする、2 つのステム・ループ（ヘアピン）構造を含む。この RNA 分子の最も安定と予想される二次構造をかけ。

注意：

- ・5'および3'を明記せよ。
- ・ワトソン・クリック塩基対は「X-Y」で、G-U 塩基対は「GoU」で示せ。

5'-UGAGUC**UUCG**GGCUCCUCCAUG**GUGA**CAUGGAUCU-3'

- 3) 以下の文章を読んで、a) と b) の間に答えよ。

真核生物では、RNA ポリメラーゼによって転写された直後の RNA（mRNA 前駆体）は、mRNA としては未完成で、プロセッシングという過程を経て成熟した mRNA となる。

- a) 下線部のプロセッシングにおいて、その中の3つの代表的な過程を記せ。
- b) RNA ポリメラーゼが DNA 上を移動していく過程で、RNA ポリメラーゼの進行方向には正の超らせんが生じ、進行方向と逆方向には負の超らせんが生じる。これらの過剰に導入された超らせんを解消する酵素を何と呼ぶか、その名称を答えよ。

4. 生物化学

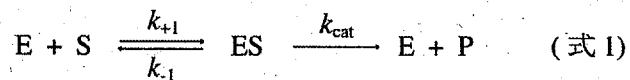
3

次の各問に答えよ。

1) 酵素反応について、以下の a) ~ e) の問に答えよ。

a) 酵素があるときの反応では、酵素がないときと比較して、反応の活性化エネルギー $\Delta G^\ddagger$ はどのように変化するか。

b) 酵素を E、基質を S、生成物を P としたとき、酵素反応過程は以下の (式 1) で表記されたとする。またこのとき、酵素の反応速度 v は、最大速度 $V_{\max}$ を用いて、以下のミカエリス・メンテン式 (式 2) に従うとする。ミカエリス定数 K_m を k_{+1} 、 k_{-1} 、 k_{cat} を用いて表記せよ。なお k_{+1} 、 k_{-1} 、 k_{cat} はそれぞれの過程の反応速度定数を示す。



$$v = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]} \quad (\text{式 2})$$

c) 図 3-1 は、(式 2) の両辺の逆数をプロットしたグラフである。このプロットの名称を答えよ。また、y 切片は何を示しているか、次の ① ~ ④の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

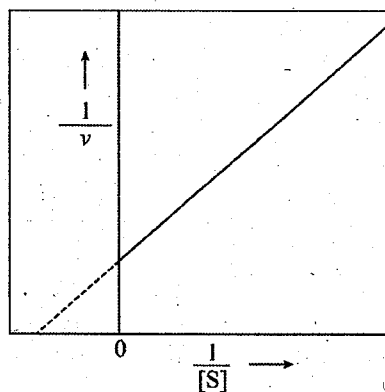


図 3-1

- ① $1/V_{\max}$ ② $1/K_m$ ③ $V_{\max}$ ④ K_m

(次頁に続く)

- d) ある化合物が酵素反応を競争的（拮抗的）に阻害する場合、図3-1のグラフ中の直線はどのように変化するか。図3-2の①～③の中から1つ選び、記号で答えよ。

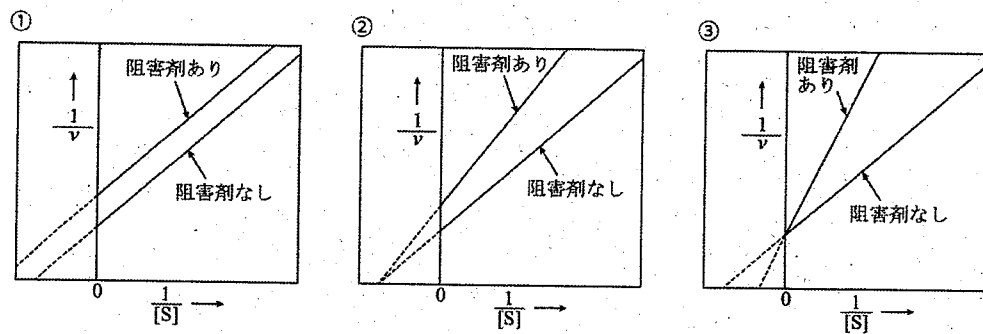


図3-2

- e) ある化合物が酵素反応を非競争的（非拮抗的）に阻害する場合、図3-1のグラフ中の直線はどのように変化するか。図3-2の①～③の中から1つ選び、記号で答えよ。

(次頁に続く)

2) 代謝について、以下の a) ～ e) の間に答えよ。

a) 解糖系で、1 分子のグルコースから 2 分子のピルビン酸ができる過程で生成する ATP と NADH の分子数はいくつかな。

b) 図 3-3 はクエン酸回路を示している。空欄アとイにあてはまる化合物の構造を、次の①～⑤の中からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。

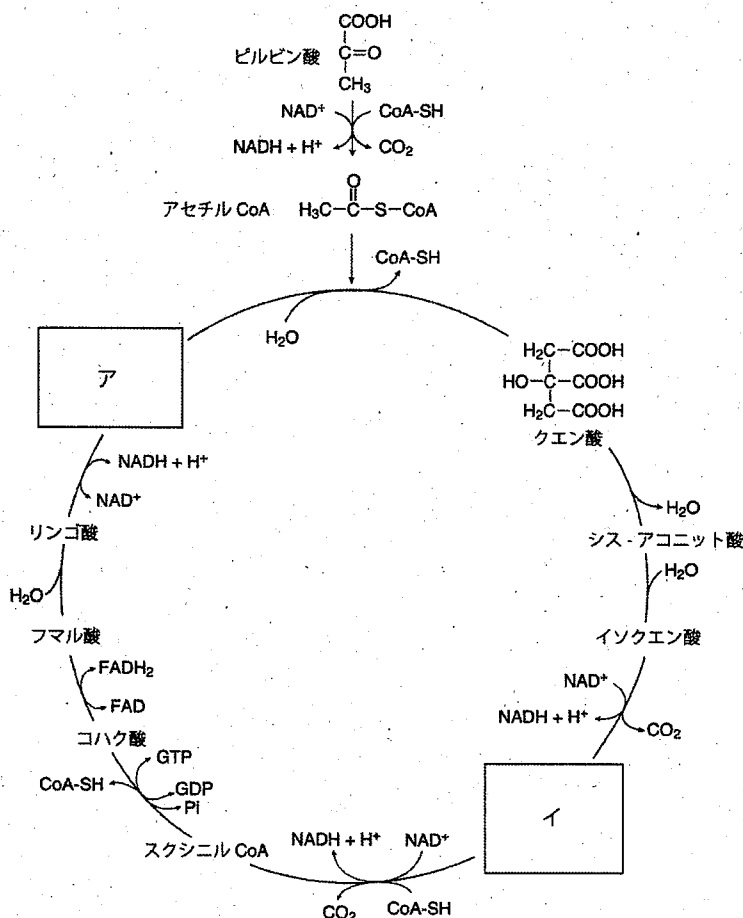
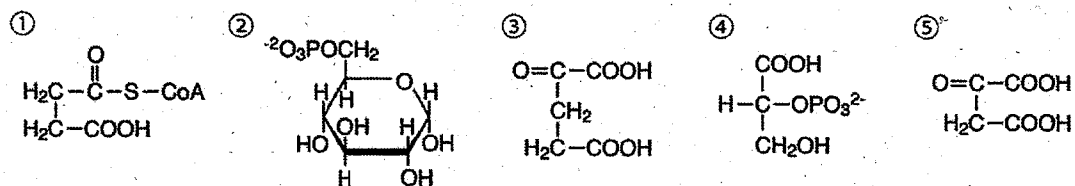


図 3-3



(次頁に続く)

c) 通常、クエン酸回路は一方方向にしか回転しない。クエン酸回路が一方方向にしか回転しないようにしている反応は、次の①～④の反応のうちいずれか。次の①～④の反応の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① クエン酸からイソクエン酸 ② 化合物イからスクシニル CoA
③ コハク酸からフマル酸 ④ リンゴ酸から化合物ア

d) 電子伝達系の反応は、ミトコンドリア内膜にある、複合体 I、II、III、IVを通じて、プロトン (H^+) をミトコンドリアの膜間腔に放出する。ミトコンドリアの膜間腔に貯まった H^+ はどのように利用されるか、以下の語群の語句をすべて用いて説明せよ。

(語群) ATP、濃度勾配、エネルギー

e) 脂肪酸の β 酸化では、カルボキシ末端から炭素を 2 原子ずつアセチル CoA として遊離する。炭素数 18 のステアリン酸が全てアセチル CoA まで β 酸化により分解されると、アセチル CoA は何分子生成するか、答えよ。

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] [CLR] [2] [=] です。

“-----”という表示が出たら OK です。

2. 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] [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 ...”