

令和3年度長崎大学大学院工学研究科

博士前期課程 総合工学専攻一般入試

化学・物質工学コース 専門科目 B

生化学

この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け、選択しない場合は×を付けること。

受験番号 _____

※用紙の2枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

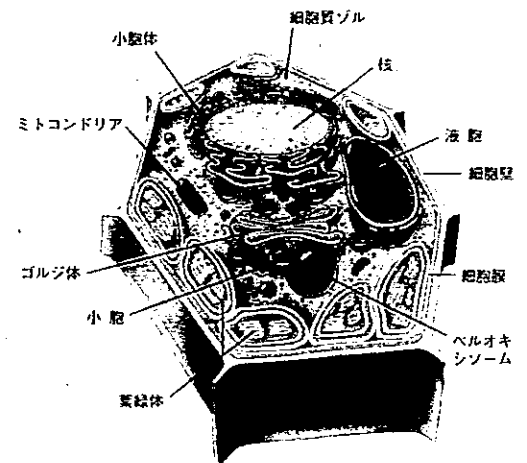
この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号 _____

※解答はそれぞれの問の下の枠内に記入すること。

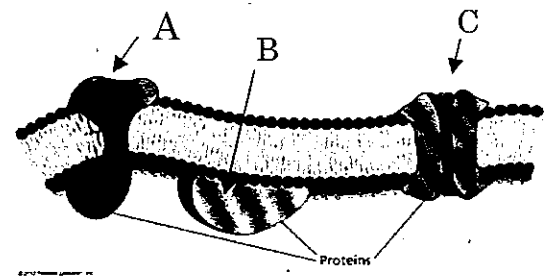
問1. 右の図は植物細胞の内部構造を示している。以下の問に答えよ。

- 1) この中で、独自の DNA を持つオルガネラ（細胞小器官）はどれかを答えるとともに、そのオルガネラがどのようにして形成されたのかを説明せよ。
- 2) どのオルガネラにおいて、mRNA がスプライシングなどのプロセッシングを受けるのかを答えよ。
- 3) 動物細胞には通常存在しない、植物細胞独自のオルガネラをすべて答えよ。

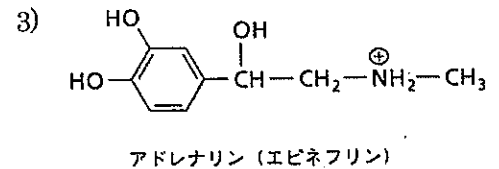
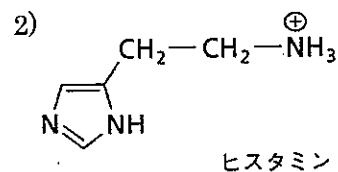
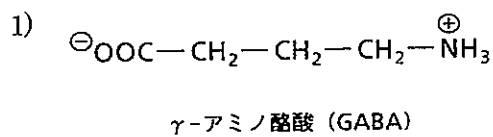


問2. 右の図は生体膜の基本的な構造を示している。これについて以下の問に答えよ。

- 1) このような2層から成る生体膜構造は一般に何と呼ばれるかを答えよ。
- 2) このような膜構造を形成する脂質分子の特徴を述べよ。
- 3) A, B, Cで示す膜タンパク質の構造的特徴、特に含まれているアミノ酸残基の組成、分布などについて説明せよ。
- 4) このような脂質分子から成る2層において、水平方向の分子の移動は起きやすいが、垂直方向（膜の表と裏）の移動は極めて遅い。その理由を述べよ。



問3. 次に示す化合物はアミノ酸を前駆体として生合成される生理活性物質である。それぞれ、もとのアミノ酸の構造式を描き、そのアミノ酸の名称を答えよ。



問4. 次に示すペプチドは、あるタンパク質にプロテアーゼ（タンパク質加水分解酵素）であるトリプシンとキモトリプシンを、それぞれ別々に作用させて得られたものである。切断前の元のタンパク質の全アミノ酸配列を記せ。また、これに基づいてトリプシンとキモトリプシンの基質特異性について説明せよ。

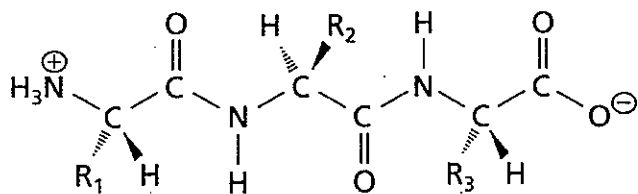
トリプシン分解によって得られたペプチド： Ala-Gly-Gly-Ile-Ser-Asp Gly-Leu-Ser-Asp-Lys
 Gly-Pro-Val-Tyr-Asp-Glu-Glu-Phe-Ile-Lys Glu-His-Ile-Val-Trp-Ala-Arg

キモトリプシン分解によって得られたペプチド： Asp-Glu-Glu-Phe Glu-His-Ile-Val-Trp Ile-Lys-Ala-Gly-Gly-Ile-Ser-Asp
 Ala-Arg-Gly-Leu Ser-Asp-Lys-Gly-Pro-Val-Tyr

タンパク質の全アミノ酸配列：

 トリプシンとキモトリプシンの基質特異性：

問5. 下の図に示すトリペプチド中で回転が可能なすべての結合を○（丸）で囲むこと。また、そのように考えた理由を説明せよ。



Blank box for the answer to Question 5.

問6. リボヌクレアーゼ A のようにポリペプチド鎖内部にジスルフィド結合をもつタンパク質は、尿素と 2-メルカプトエタノール (HS-CH₂-CH₂-OH) を用いて完全に変性させることができる。これについて以下の間に答えよ。

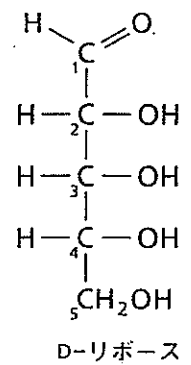
- 1) 完全変性させるために尿素と 2-メルカプトエタノールの両者を用いる理由を答えよ。
- 2) 2-メルカプトエタノールと尿素を透析などで徐々に除くとリボヌクレアーゼ A は再生して酵素活性を示す。これはなぜか。
- 3) もし、尿素の存在下で 2-メルカプトエタノールのみを除去するとどのようなようになるか。理由と合わせて説明せよ。

Blank box for the answer to Question 6.

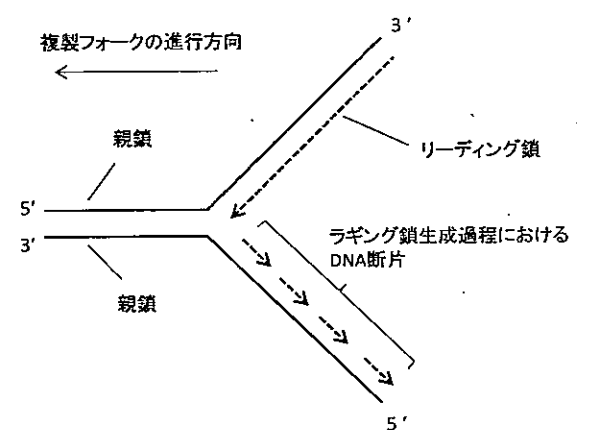
問7. 細胞内にはタンパク質のフォールディング（折りたたみ）を助けるタンパク質が存在しており、それらは分子シャペロンと呼ばれている。分子シャペロンの多くは、細胞が通常より高い温度で処理された際に発現する熱ショックタンパク質（ヒートショックプロテイン）である。このように分子シャペロンが、細胞を高温で処理した際に発現される理由を推定して説明せよ。

問8. 糖質に関する以下の問に答えよ。

- 1) 右に示す糖は、フィッシャー投影式で描いたD-リボースである。この糖は水溶液中でピラノース環とフラノース環の両方の構造を取る。それぞれの構造をハース投影式で描け。ただし、両者ともβ-アノマーとして描くこと。
- 2) 1) で描いた構造のうちD-リボースがRNA中でとっている構造を選び、その中で塩基（核酸塩基）及びリン酸と結合している位置をそれぞれ丸（○）（塩基）と四角（□）（リン酸）で囲んで示せ。
- 3) N-アセチルグルコサミン（GlcNAc）がβ-(1→4)結合でつながった多糖類であるキチンは、昆虫や甲殻類の外骨格に多く含まれており、水に不溶性の強固な構造を形成している。キチンがそのような性質をもつ理由を立体構造をもとに説明せよ。



問9. 右図に、大腸菌 DNA の複製フォークを示しており、親鎖 DNA から合成される2つの鎖はリーディング鎖とラギング鎖と呼ばれる。リーディング鎖は1本のDNA鎖として合成されるのに対して、ラギング鎖は、最初は短い断片として不連続に合成され、その後1本のDNA鎖としてつなぎ合わされる。これについて以下の問に答えよ。



- 1) ラギング鎖の生成過程におけるこのような断片は何と呼ばれるかを答えよ。
- 2) このような断片として合成される理由を答えよ。
- 3) これらの断片の間の隙間（ギャップ）を埋める酵素の名称を答えよ。
- 4) ギャップが埋められ、最終的に断片間のホスホジエステル結合を形成する酵素の名称を答えよ。

問10. PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) は試験管内で DNA を増幅する技術である。以下の間に答えよ。

- 1) PCR では鋳型の 2 本鎖 DNA に耐熱性 DNA ポリメラーゼと、目的 DNA 領域の両端と相補的な配列をもつ 2 種類の 1 本鎖 DNA プライマー (オリゴヌクレオチド) を加え反応を行う。ここで“耐熱性の” DNA ポリメラーゼを用いるのはなぜかを説明せよ。
- 2) PCR では、1) で述べた鋳型 DNA, 耐熱性 DNA ポリメラーゼ, 2 種類の DNA プライマー以外にも必要な成分 (緩衝液や塩以外) が複数ある。それらを挙げよ。

問11. 右に示す遺伝暗号表をもとに、次の真核生物由来 mRNA から翻訳されるタンパク質 (ペプチド) のアミノ酸配列を、記入例にならって記せ。ただし、この mRNA は成熟 mRNA であり、図に示すようにキャップ構造を 5'-末端に持つものとする。また、ポリ(A)テールを含む 3'-末端側配列は省略している。

記入例) Glu·Asp·His·Gly·Arg·Tyr

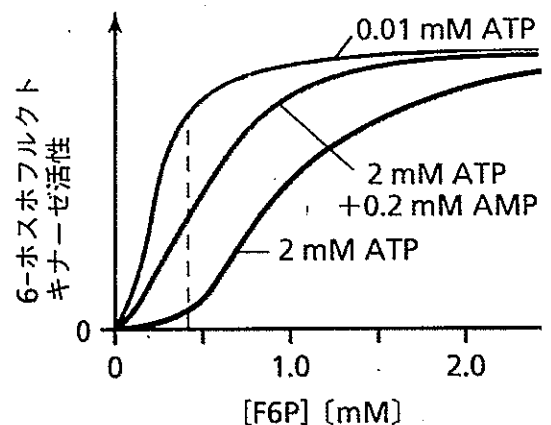
Cap-AGGCCAAUGAACUUUGAACAUAGAGUAUAGGUAAGUGAATAAA.....

※Cap はキャップ構造を表す。

最初の位置 (5'末端)	U	2番目の位置			3番目の位置 (3'末端)
		C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	終止	終止	A
	Leu	Ser	終止	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

問12. コレステロールは質量にして細胞膜の約 20~25% を占めている。コレステロールの役割について、1) 細胞膜の性質に与える影響と、2) その他の役割、に分けて説明せよ。

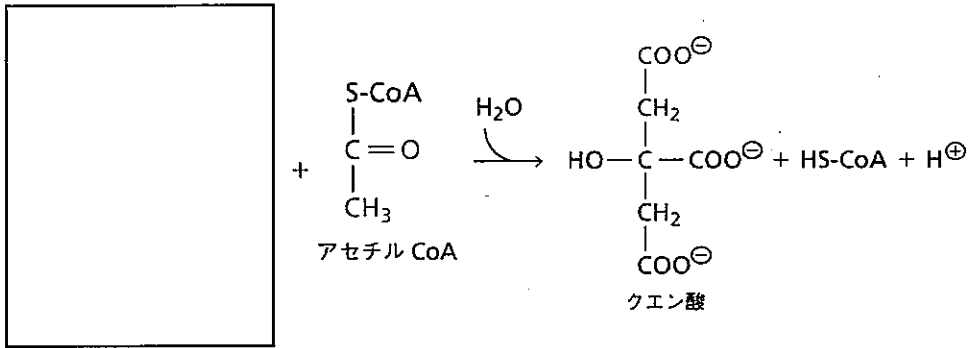
問13. 右の図は、解糖系における 3 番目の酵素である 6-ホスホフルクトキナーゼの、ATP 及び AMP 存在下における活性の変化を示している。これをもとに、ATP と AMP が 6-ホスホフルクトキナーゼの活性に及ぼす影響について説明し、この酵素の解糖系全体における役割を説明せよ。横軸の [F6P] は、基質であるフルクトース 6-リン酸の濃度を表している。



問14. クエン酸回路に関する以下の問に答えよ。

1) クエン酸回路は細胞内のどのオルガネラ内の、どの領域で行われる代謝経路かを答えよ。

2) 下に示しているのは、クエン酸回路においてアセチル CoA を取り込む最初の反応である。四角の枠内に入る化合物の構造式を描き、その名称を答えよ。



3) クエン酸回路に取り込まれたアセチル CoA 中のアセチル基は最終的にどのような化合物に変換されるかを答えよ。

4) クエン酸回路は細胞内における異化反応（分解反応）だけではなく、同化反応（合成反応）にも重要な代謝経路である。これについて説明せよ。

問15. 右に示す 2,4-ジニトロフェノールのヒドロキシ基の pK_a は 4.0 であるが、解離型、非解離型のいずれも疎水性が高いことから、生体膜を横切ってプロトンの移動を促進するイオノフォアとして働く。2,4-ジニトロフェノールを細胞に加えると、グルコースなどの酸化分解は促進されるが、ATP はほとんど合成されない。これはどのような機構によるものが説明せよ。

