

2024年度
生 物

2024年3月2日実施
獣医学部 獣医学科，動物資源科学科，生物環境科学科
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

【注 意 事 項】

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから11ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際，ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては，解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により，解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し，さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により，問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり，メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので，問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後，問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

(余 白)

【注意】 1つの設問に対して複数解答する場合には、その設問に該当するマークシートの解答番号欄にすべての解答をマークしなさい。

I 代謝に関する以下の問いに答えなさい。

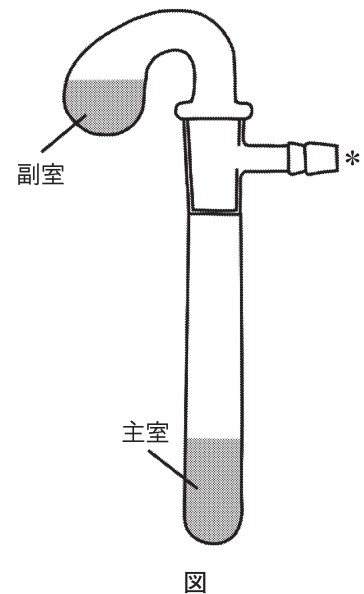
問1 真核生物の呼吸、発酵、光合成において、以下の現象が見られる反応もしくは反応系として適切なものをそれぞれ指定された数だけ答えなさい。

- | | |
|---|--------------|
| 1. ATPが加水分解により消費される。(2つ) | <div>1</div> |
| 2. ATPが基質レベルのリン酸化により合成される。(2つ) | <div>2</div> |
| 3. 反応過程で、グリセルアルデヒドリン酸 (GAP) が生成される。(2つ) | <div>3</div> |
| 4. NADH が生成される。(3つ) | <div>4</div> |
| 5. CO ₂ が生成される。(3つ) | <div>5</div> |
| 6. O ₂ が電子を受容し、水が生成される。(1つ) | <div>6</div> |
| 7. 膜を介して H ⁺ が移動する。(4つ) | <div>7</div> |

- ① 解糖系
- ② アルコール発酵のうち解糖系と共通の反応系を除いた反応系
- ③ ミトコンドリア内で、解糖系の最終産物からアセチル CoA が生成される反応系
- ④ 上記③の反応系を含まないクエン酸回路
- ⑤ カルビン・ベンソン回路
- ⑥ ミトコンドリア内膜にある ATP 合成酵素による反応
- ⑦ 上記⑥の反応を含まないミトコンドリア内膜にある電子伝達系
- ⑧ チラコイドにある ATP 合成酵素による反応
- ⑨ 上記⑧の反応を含まないチラコイドにある電子伝達系

問2 コハク酸脱水素酵素の働きを調べた実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

大豆の芽生えに蒸留水を加えてすりつぶし、これをガーゼでろ過して作製した抽出液(以下、酵素液と呼ぶ)、この酵素液を100℃で10分間煮沸したもの(以下、熱処理した酵素液と呼ぶ)、8%コハク酸ナトリウム水溶液、0.1%メチレンブルー水溶液、8%マロン酸ナトリウム水溶液を用意した。次に、ツンベルク管(図)を6本(A～F)準備し、それぞれの主室と副室に、表に示す量の組合せで各溶液を入れた。図中の*印の部位にアスピレーターを接続し空気を除いて密閉した後、ツンベルク管を傾けて副室の溶液を主室に移しよく混ぜ合わせた。30℃で一定時間静置した後、メチレンブルーの色の変化を調べたところ、【結果】のようになった。なお、マロン酸はコハク酸脱水素酵素の競争的阻害剤として働く。



表

ツンベルク管に加える液		A	B	C	D	E	F
主室	酵素液(mL)	5	5	0	5	5	5
	熱処理した酵素液(mL)	0	0	5	0	0	0
副室	8%コハク酸ナトリウム水溶液(mL)	5	2.5	5	1	4	0
	0.1%メチレンブルー水溶液(mL)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	8%マロン酸ナトリウム水溶液(mL)	0	0	0	1	1	0
	蒸留水(mL)	0	2.5	0	3	0	5

%は質量パーセント濃度を示す。

【結果】

ツンベルク管A 青色は完全に消え無色になった。

ツンベルク管B ツンベルク管Aと同じ時間をかけて、青色は完全に消え無色になった。

ツンベルク管C 青色のまま変化しなかった。

ツンベルク管D ツンベルク管Aよりも長い時間をかけて、青色はゆっくりと消え無色になった。

ツンベルク管F 青色は少し薄くなった。

1. ツンベルク管Aで生じた現象についての記述として最も適切なものを1つ答えなさい。

8

- ① コハク酸もメチレンブルーも還元された。
- ② コハク酸は還元され、メチレンブルーは酸化された。
- ③ コハク酸もメチレンブルーも酸化された。
- ④ コハク酸は酸化され、メチレンブルーは還元された。

2. 文中の下線部の処理をしないで同様の実験を行った場合、ツンベルク管 A における色の変化として最も適切なものを1つ答えなさい。 9

- ① 下線部の処理を行った場合と同じ時間をかけて、青色から無色に変化する。
- ② 下線部の処理を行った場合より短い時間で、青色から無色に変化する。
- ③ 下線部の処理を行った場合に比べて、青色から変化しにくい。
- ④ 下線部の処理を行った場合と異なり、液の上層は無色になるが、それ以外は青色のまま変化しない。

3. 上記 9 のような結果が得られたのは、空気中の酸素がどのように働くためと考えられるか。最も適切なものを1つ答えなさい。 10

- ① 還元型メチレンブルーが生成されるまでの時間をさらに短縮するため。
- ② 酸化型メチレンブルーが生成されるまでの時間をさらに短縮するため。
- ③ コハク酸が還元されるまでの時間を短縮するが、メチレンブルーには影響を与えないため。
- ④ コハク酸が酸化されるまでの時間を短縮するが、メチレンブルーには影響を与えないため。
- ⑤ 還元型メチレンブルーをすぐに酸化するため。
- ⑥ 酸化型メチレンブルーをすぐに還元するため。

4. 色が無色になるまでの時間を短縮させるには、ツンベルク管 A にどのような実験操作を行えばよいか。適切なものを2つ答えなさい。なお、主室と副室の各溶液の量は変化させないものとする。 11

- ① 酵素液を濃縮して、酵素の濃度を上げる。
- ② コハク酸ナトリウム水溶液の濃度を上げる。
- ③ メチレンブルー水溶液の濃度を上げる。
- ④ 溶液を混ぜ合せた後、37℃で静置する。
- ⑤ 氷の上ですべての操作を行い、氷上で静置する。
- ⑥ 3% 塩酸で作製した抽出液を、酵素液の代わりに加える。

5. ツンベルク管 C で色が変わらなかったのは、熱処理によりタンパク質が変性して酵素が失活したためである。このときの酵素についての記述として最も適切なものを1つ答えなさい。 12

- ① アミノ酸配列が変化した。
- ② ペプチド結合が切断されて、多数のアミノ酸が生じた。
- ③ アミノ酸が分解された。
- ④ 立体構造が変化した。
- ⑤ 補酵素に変化した。
- ⑥ 酵素に変化はなく、酵素に結合している補酵素が分解された。

6. ツンベルク管 D において、マロン酸はコハク酸脱水素酵素にどのように作用しているか。また、ツンベルク管 D と比較したとき、ツンベルク管 E ではどのように色が変わると考えられるか。それぞれの【選択肢】から記号を選び、最も適切な組合せを1つ答えなさい。

13

【作用の選択肢】

- あ. コハク酸に結合することで、コハク酸が酵素に結合するのを阻害する。
い. 酵素の活性部位に結合することで、コハク酸が酵素に結合するのを阻害する。
う. 酵素の活性部位とは異なる部位に結合することで、コハク酸が酵素に結合するのを阻害する。

【色の変化の選択肢】

- ア. 青色のまま変化しなかった。
イ. より短い時間で青色が消え無色になった。
ウ. より長い時間をかけて青色が消え無色になった。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① あ, ア | ② あ, イ | ③ あ, ウ | ④ い, ア | ⑤ い, イ |
| ⑥ い, ウ | ⑦ う, ア | ⑧ う, イ | ⑨ う, ウ | |

7. ツンベルク管 F において、コハク酸ナトリウム水溶液を入れていないにも関わらず、青色が少し薄くなった理由として最も適切なものを1つ答えなさい。

14

- ① 酵素がメチレンブルーに直接作用して、メチレンブルーを変化させたため。
② 酵素が蒸留水を分解して、メチレンブルーを変化させたため。
③ 酵素が酵素液に含まれる基質に作用して、メチレンブルーを変化させたため。
④ 酵素が補酵素に変化して、補酵素がメチレンブルーを変化させたため。
⑤ 酵素の作用とは無関係に、メチレンブルーが変化したため。

Ⅱ 遺伝子組換えとタンパク質に関する以下の問いに答えなさい。

問 1 遺伝子組換え技術についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

遺伝子組換え技術は、さまざまな研究に用いられる。例えば、網膜の視細胞の研究のために、視細胞が蛍光標識されたマウスを作製する場合、視細胞で強く発現する^ア遺伝子の転写調節領域をPCR法によって増幅して単離し、緑色蛍光タンパク質(GFP)をコードするDNAとつなぎ合わせる。^イこの組換えDNAを用いて、網膜でGFPを発現するトランスジェニックマウスを作製する。

1. ヒトの視細胞で強く発現し、視物質を構成するタンパク質として最も適切なものを1つ答えなさい。

15

- | | | | |
|----------|----------|----------|--------|
| ① アクアポリン | ② インスリン | ③ インテグリン | ④ オプシン |
| ⑤ カドヘリン | ⑥ クリスタリン | ⑦ チューブリン | ⑧ ミオシン |

2. 真核生物の遺伝子発現についての次の文を読み、16 ~ 19 に最も適切な語をそれぞれ1つずつ答えなさい。

DNAが16に巻き付いた構造を17と呼ぶ。17が数珠状につながった構造は、さらに折りたたまれてクロマチン繊維を形成する。転写が起こる際には、クロマチン繊維がゆるんだ状態になり、18が遺伝子のプロモーター領域に結合することを容易にする。19はこの結合に必要であり、転写の開始を助ける。

- | | | |
|-------------|---------|----------|
| ① RNAポリメラーゼ | ② 核小体 | ③ 基本転写因子 |
| ④ ケラチン | ⑤ コラーゲン | ⑥ 染色体 |
| ⑦ スクレオソーム | ⑧ ヒストン | ⑨ 補酵素 |

3. PCR法についての以下の問いに答えなさい。

(1) 文中の下線部アにおいて、PCR法を行う際の反応溶液に加えるものとして適切なものを2つ答えなさい。20

- | | | | |
|-------------|-----------|---------|---------|
| ① DNAポリメラーゼ | ② DNAリガーゼ | ③ アミラーゼ | ④ カタラーゼ |
| ⑤ 逆転写酵素 | ⑥ 制限酵素 | ⑦ プライマー | |

(2) PCR法には二本鎖DNAを解離させる反応が含まれる。このとき切断される結合の名称と、反応温度の組合せとして最も適切なものを1つ答えなさい。21

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| ① ジスルフィド結合、60℃ | ② ジスルフィド結合、72℃ | ③ ジスルフィド結合、95℃ |
| ④ 水素結合、60℃ | ⑤ 水素結合、72℃ | ⑥ 水素結合、95℃ |
| ⑦ ペプチド結合、60℃ | ⑧ ペプチド結合、72℃ | ⑨ ペプチド結合、95℃ |

4. 文中の下線部イにおいて、すべての細胞が組換え DNA をもつトランスジェニックマウスを作製する際に、組換え DNA をマウスの細胞に導入するための方法についての記述として、最も適切なものを1つ答えなさい。

22

- ① 組換え DNA を取り込ませた大腸菌を、受精卵に感染させる。
- ② 組換え DNA を取り込ませた大腸菌を、分化した体細胞に感染させる。
- ③ 組換え DNA を受精卵の核に注入する。
- ④ 組換え DNA を分化した体細胞の核に注入する。

問2 以下の【mRNA 配列】は、GFP 遺伝子からつくられる mRNA の開始コドンの最初の塩基を1番目としたときの、178番目から207番目の塩基を左から順に並べたものである。必要であれば遺伝暗号表を用いて、以下の問いに答えなさい。なお、GFP には翻訳後に切断などの変化は生じない。

【mRNA 配列】 CUU GUC ACU ACU UUC UCU UAU GGU GUU CAA

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	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	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	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	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
------------	------------

1. GFP の1番目、65番目、67番目のアミノ酸として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1) 1番目 23

(2) 65番目 24

(3) 67番目 25

- ① アラニン
- ② グリシン
- ③ グルタミン
- ④ システイン
- ⑤ セリン
- ⑥ チロシン
- ⑦ トリプトファン
- ⑧ トレオニン
- ⑨ バリン
- ⑩ ヒスチジン
- ⑪ フェニルアラニン
- ⑫ メチオニン

2. 【mRNA 配列】の1塩基のみを置換することで、65番目のアミノ酸をトレオニンに置換する場合、何番目の塩基を何に置換すればよいか。最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。ただし、26 は100の位の数字、27 は10の位の数字、28 は1の位の数字をそれぞれ表す。なお、26 , 27 , 28 には、同じ選択肢を複数回答してもよい。

(1) 置換する塩基 26 27 28 番目の塩基

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

(2) 置換後の塩基 29

① A ② G ③ C ④ T ⑤ U

3. 【mRNA 配列】の198番目のUがAに置換された場合と、198番目のUが欠失した場合に、66～69番目のアミノ酸はどのようなになるか。最も適切な記述をそれぞれ1つずつ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

(1) UがAに置換された場合 30

(2) Uが欠失した場合 31

- ① 66番目のアミノ酸は置換されるが、67～69番目のアミノ酸は変化しない。
- ② 66番目のアミノ酸は欠失するが、67～69番目のアミノ酸は変化しない。
- ③ 66番目のアミノ酸は変化しないが、67～69番目のアミノ酸は置換される。
- ④ 66番目のアミノ酸は変化しないが、67～69番目のアミノ酸は欠失する。
- ⑤ 66～69番目のアミノ酸は、すべて置換される。
- ⑥ 66～69番目のアミノ酸は、すべて欠失する。
- ⑦ 66～69番目のアミノ酸は、すべて変化しない。

Ⅲ 動物の精子形成、受精、発生に関する以下の問いに答えなさい。

問1 ヒトの精子形成についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

精巣内で、一部の(あ)細胞が(い)を終えて成長し、一次(う)細胞となる。一次(う)細胞は二次(う)細胞となり、さらに(え)細胞となる。(え)細胞は形を変えて精子となる。

1. 文中の(あ)～(え)に当てはまる語を左から順に並べたものとして、最も適切なものを1つ答えなさい。

32

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ① 精原, 体細胞分裂, 精母, 精 | ② 精原, 体細胞分裂, 精, 精母 |
| ③ 精母, 体細胞分裂, 精原, 精 | ④ 精母, 体細胞分裂, 精, 精原 |
| ⑤ 精原, 減数分裂, 精母, 精 | ⑥ 精原, 減数分裂, 精, 精母 |
| ⑦ 精母, 減数分裂, 精原, 精 | ⑧ 精母, 減数分裂, 精, 精原 |

2. 1個の一次(う)細胞からできる精子の数として最も適切なものを1つ答えなさい。

33

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 16

3. 一次(う)細胞の核相, 二次(う)細胞の核相, 染色体の乗換えが起こる時期を左から順に並べたものとして最も適切なものを1つ答えなさい。

34

- ① n, n , (あ)細胞が分裂して一次(う)細胞になるとき
② n, n , 一次(う)細胞が分裂して二次(う)細胞になるとき
③ n, n , 二次(う)細胞が分裂して(え)細胞になるとき
④ $2n, n$, (あ)細胞が分裂して一次(う)細胞になるとき
⑤ $2n, n$, 一次(う)細胞が分裂して二次(う)細胞になるとき
⑥ $2n, n$, 二次(う)細胞が分裂して(え)細胞になるとき
⑦ $2n, 2n$, (あ)細胞が分裂して一次(う)細胞になるとき
⑧ $2n, 2n$, 一次(う)細胞が分裂して二次(う)細胞になるとき
⑨ $2n, 2n$, 二次(う)細胞が分裂して(え)細胞になるとき

4. 精子の鞭毛^{べん}を動かす細胞骨格とモータータンパク質の組合せとして、最も適切なものを1つ答えなさい。

35

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① アクチンフィラメントとミオシン | ② アクチンフィラメントとダイニン |
| ③ アクチンフィラメントとキネシン | ④ 微小管とミオシン |
| ⑤ 微小管とダイニン | ⑥ 微小管とキネシン |

問2 ウニの受精についての記述として適切なものを3つ答えなさい。 36

- ① 受精の際に、精子の頭部にアクチンフィラメントの束が形成される。
- ② 受精の際に、先体から卵の細胞膜を分解する物質が放出される。
- ③ 表層粒が卵黄膜と融合することで卵黄膜と細胞膜が分離する。
- ④ 受精膜の内側に海水が流入することでゼリー層が形成される。
- ⑤ 受精膜の形成が多精拒否に働く。
- ⑥ 精子と卵の細胞膜が融合すると、卵の膜電位は正(プラス)から負(マイナス)に逆転する。
- ⑦ 卵の膜電位の変化が多精拒否に働く。

問3 発生についての以下の記述のうち、ウニとカエルの両方に当てはまるものには①を、ウニのみに当てはまるものには②を、カエルのみに当てはまるものには③を、ウニとカエルのどちらにも当てはまらないものには④を答えなさい。

- 1. 第3卵割は第1卵割面に直交して起こる。 37
- 2. 卵割腔が大きくなり胞胚腔となる。 38
- 3. 原腸が陥入し、卵黄栓が形成される。 39
- 4. 原腸胚を構成する胚葉は2種類である。 40
- 5. 原腸から消化管が分化し、食道、胃、腸が生じる。 41

問4 カエルの発生と分化についての次の文を読み、42 ～ 47 に最も適切な語をそれぞれ1つずつ【選択肢】から答えなさい。

未受精卵において、42 の mRNA は卵全体に存在し、43 は植物極側に局在している。精子が卵に侵入すると表層回転が起こり、43 が灰色三日月の部分に移動する。卵割によって生じたそれぞれの細胞において 43 が働くと、翻訳された 42 が核に移動し、さまざまな遺伝子の発現を促す。一方、胞胚の全域では 44 が分泌される。44 は、外胚葉の細胞の 44 受容体に結合すると、45 に特徴的な遺伝子の発現を促す。外胚葉の領域で 46 の分泌が促進されると、46 は 44 に結合することで 44 の機能を阻害し、その領域の細胞は 47 に分化する。

【 42 ～ 44 , 46 の選択肢】

- ① コーディン ② ディシェベルド ③ ナノス ④ ノーダル
- ⑤ BMP ⑥ ビコイド ⑦ β カテニン ⑧ Hox

【 45 , 47 の選択肢】

- ① 筋肉 ② 消化管 ③ 神経 ④ 心臓
- ⑤ 腎節 ⑥ 側板 ⑦ 脊索 ⑧ 表皮

