

※選抜は物理・化学・生物から2科目選択  
学士は化学・生物必須

試験時間 100分

- 注意事項**
- この科目の問題用紙は11ページ、解答用紙はマークカード1枚である。
  - 問題用紙の表紙の注意事項をよく読み、解答は解答用紙(マークカード)の指定された箇所に記入すること。
  - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
  - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

[1] 体液の恒常性と腎臓の機能に関する以下の問に答えなさい。

問1 生物の浸透圧調節および排出物質に関する以下の問に答えなさい。

1. 表1は、3種の水生生物ア、イ、ウの細胞外液中のナトリウムイオンと塩化物イオンの濃度および細胞外液の浸透圧を海水と比較したものである。ア [ 1 ] , イ [ 2 ] , ウ [ 3 ] のそれぞれに最も適切な生物を答えなさい。
- ① アンコウ(海水生の硬骨魚類)      ② ケアシガニ(海水生の無脊椎動物)  
③ サメ(海水生の軟骨魚類)

表1

	イオン濃度(mg/ml)		浸透圧 (海水を1000とした相対値)
	ナトリウムイオン	塩化物イオン	
海水	10.4	18.2	1000
ア	10.4	17.5	1000
イ	5.8	7.7	1000
ウ	3.5	4.2	330

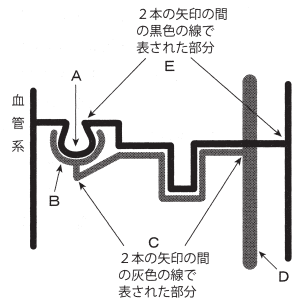
2. 表1のア〜ウの生物のうち一つでは、細胞外液の浸透圧は、無機塩類とそれ以外の物質yの両者によって形成されている。yは生物体内でタンパク質などが分解される際に生じる毒性の高い物質xから合成される毒性の低い物質である。以下の問に答えなさい。
- (1) 下線部の記述に該当する生物として最も適切なものを答えなさい。 [ 4 ]
- ① ア      ② イ      ③ ウ
- (2) 成体が尿中に排出する主要な窒素化合物がxである生物 [ 5 ] およびyである生物 [ 6 ] として適切なものをそれぞれ答えなさい。
- A. ウシガエル      B. コイ      C. ニシキヘビ      D. ヒト
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ AとB  
⑥ AとC      ⑦ AとD      ⑧ BとC      ⑨ BとD      ⑩ CとD
3. ウナギは海水と淡水を行き来する。ウナギが海水から淡水に移動した際に起こることとして適切なものを答えなさい。 [ 7 ]
- A. 糸球体のろ過量が増加する。  
B. えらから排出されるナトリウムイオン量が増加する。  
C. 皮膚から浸透する水の量が増加する。  
D. 口から飲む水の量が増加する。  
E. 尿量が減少する。
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ Eのみ  
⑥ AとB      ⑦ AとC      ⑧ AとD      ⑨ AとE      ⑩ BとC  
⑪ BとD      ⑫ BとE      ⑬ CとD      ⑭ CとE      ⑮ DとE

問2 ヒトの腎臓に関する以下の問に答えなさい。

1. 腎臓について適切な記述を答えなさい。 [ 8 ]
- A. ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対ある。  
B. ヒト成人の腎臓の大きさはソラマメの種子とほぼ同じである。  
C. 細尿管は腎臓とぼうこうをつなぐ管である。  
D. 糸球体には静脈血が流れ込んでいる。  
E. 集合管は腎盂(腎盂)へつながっている。
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ Eのみ  
⑥ AとB      ⑦ AとC      ⑧ AとD      ⑨ AとE      ⑩ BとC  
⑪ BとD      ⑫ BとE      ⑬ CとD      ⑭ CとE      ⑮ DとE

2. 図1は腎臓の機能単位の模式図である。以下の各部分に相当する適切なものを図をもとにしてそれぞれ答えなさい。

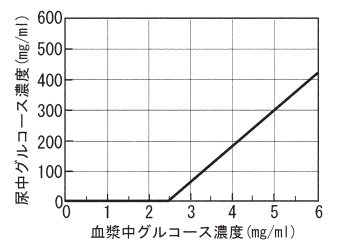
- (1) ボーマン嚢 [ 9 ]  
(2) マルピーギ小体(腎小体) [ 10 ]  
(3) ネフロン [ 11 ]
- ① Aのみ      ② Bのみ  
③ Cのみ      ④ Dのみ  
⑤ Eのみ  
⑥ AとBを合わせた部分  
⑦ AとEを合わせた部分  
⑧ BとCを合わせた部分  
⑨ CとDを合わせた部分  
⑩ CとEを合わせた部分  
⑪ A, B, Cを合わせた部分  
⑫ B, C, Dを合わせた部分



3. 腎臓の主に集合管に作用して水の再吸収を調節するホルモンについて適切な記述を答えなさい。 [ 12 ]
- A. 分泌する細胞の細胞体は脳下垂体にある。  
B. 分泌する細胞は軸索を脳下垂体前葉にまで伸ばしている。  
C. 分泌する細胞は軸索を脳下垂体後葉にまで伸ばしている。  
D. 分泌は、放出ホルモンによって制御されている。  
E. 分泌量が増えると尿量が増加する。
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ Eのみ  
⑥ AとB      ⑦ AとC      ⑧ AとD      ⑨ AとE      ⑩ BとC  
⑪ BとD      ⑫ BとE      ⑬ CとD      ⑭ CとE      ⑮ DとE
4. 鉍質コルチコイドについて適切な記述を答えなさい。 [ 13 ]
- A. 副腎髄質から分泌される。  
B. 細尿管の細胞に作用する。  
C. 血圧を下げる作用がある。  
D. 腎臓でのカリウムイオンの再吸収を促進する。  
E. 腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。
- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ      ⑤ Eのみ  
⑥ AとB      ⑦ AとC      ⑧ AとD      ⑨ AとE      ⑩ BとC  
⑪ BとD      ⑫ BとE      ⑬ CとD      ⑭ CとE      ⑮ DとE

5. ヒトの血漿中と尿中のナトリウムイオンおよびイヌリンの濃度を表2に示した。なお、イヌリンは静脈中に注射したもので、この物質は細尿管では分泌も再吸収もされない。また、図2に血漿中と尿中のグルコース濃度の関係を示した。これらのデータを用いて以下の問に答えなさい。ただし、尿は1分間に1ml生成されるものとする。

成分	血漿中の濃度 (mg/ml)	尿中の濃度 (mg/ml)
ナトリウムイオン	3.00	3.50
イヌリン	0.01	1.20



- (1) 原尿から1分間に再吸収されるナトリウムイオンは何mgか。小数点以下第1位まで求め、それぞれの数字を直接マークしなさい。  
[ 14 ] [ 15 ] [ 16 ] [ 17 ] mg
- (2) 腎臓が1分間に再吸収することのできるグルコースの最大量(mg)として最も適切な数値を答えなさい。 [ 18 ]
- ① 125      ② 175      ③ 250      ④ 300  
⑤ 310      ⑥ 325      ⑦ 375

6. ある人が海水を 500 ml 飲み、このほかに水は摂取しなかった。飲んだ海水中のナトリウムイオンをすべて尿として排出する場合、この人は海水を飲む前と比べて何 ml の水を体内に取り込むことになるか、あるいは排出することになるか、最も近い値を答えなさい。なお、排出する場合にはマイナス(−)の値を答えなさい。ただし、海水のナトリウムイオン濃度は 10.4 mg/ml、このときの尿中のナトリウムイオン濃度は 6.9 mg/ml とする。
- ① 150    ② 250    ③ 300    ④ 500    ⑤ 750  
⑥ -150    ⑦ -250    ⑧ -300    ⑨ -500    ⑩ -750

【II】 神経系と反射に関する以下の間に答えなさい。

問 1 ヒトの神経系の形態と機能に関する以下の文が正しい場合は⑨をマークしなさい。また誤っている場合は、正しい文になるように下線部と入れ替える最も適切な数値または語を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1. 神経系の形態について答えなさい。
- (1) 視床は中脳に属する。
- (2) 運動神経は脊髄皮質を通過して下降する。
- (3) 脊髄神経は全部で 11 対である。
- (4) 運動神経は大脳で左右が交差する。
- ① 21    ② 31    ③ 延髄    ④ 間脳    ⑤ 小脳  
⑥ 神経節    ⑦ 髄質    ⑧ 脊髄    ⑨ 正しい
2. 神経系の機能について答えなさい。
- (1) 瞳孔反射の中枢は小脳である。
- (2) 視床は体温調節や浸透圧調節の中枢として働く。
- (3) 副交感神経は求心性神経である。
- (4) 脊髄を中枢とするしつがい腱反射には介在神経が関わる。
- ① 運動    ② 感覚    ③ 屈筋    ④ 交感    ⑤ 視床下部  
⑥ 小脳    ⑦ 大脳    ⑧ 中脳    ⑨ 正しい

問 2 哺乳動物の脊髄反射の実験に関する次の文を読み、以下の間に答えなさい。

実験に用いる脊髄と脊髄神経繊維束、および骨格筋の関係を図 3 に示した。脊髄の背根と腹根から出ている神経繊維束を、脊髄から骨格筋に至る間に互いに引き離し、それぞれ神経繊維束 A と神経繊維束 B とした。それらの神経束に刺激電極 S1 と S2、記録電極 R1 と R2、骨格筋には記録電極 R3 を図 3 に示すように装着し、脊髄反射に関する実験を行った。なお、これらの細胞外に置いた記録電極で測定される波形は、R1 と R2 では興奮にともなう神経繊維束の電位変化を示しており、R3 では骨格筋を構成する多数の骨格筋繊維が発生する活動電位が足し合わされたものとして記録される。また、以下の事柄はすでに分かっていることとする。(1) 神経繊維束 A を構成する神経繊維の中で最も低い閾値は 0.1 V、神経繊維束 B を構成する神経繊維の中で最も低い閾値は 0.3 V である。(2) S1 と S2 で同時に刺激した場合、1 本の神経繊維上に互いに逆方向に伝導する 2 つの活動電位が生じ、必ず運動神経繊維上で衝突する。衝突した活動電位はそのどちらも消失する。(3) 1 本の神経繊維が興奮すると、それとシナプスを介してつながった神経繊維および骨格筋繊維は必ず興奮する。

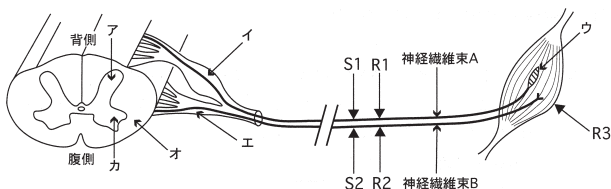


図 3 脊髄反射の実験模式図

1. 骨格筋内にあり、筋伸長を適刺激とする受容器(図 3 のウ)の名称として最も適切なものを答えなさい。
- ① 筋小胞体    ② 筋紡錘    ③ ゴルジ体  
④ コルチ器    ⑤ 反射弓    ⑥ 紡錘体
2. 神経繊維束 A の神経細胞体が存在する最も適切な部位を図 3 のア〜カより答えなさい。
- ① ア    ② イ    ③ ウ    ④ エ    ⑤ オ    ⑥ カ
3. 神経繊維束 B の神経細胞体が存在する最も適切な部位を図 3 のア〜カより答えなさい。
- ① ア    ② イ    ③ ウ    ④ エ    ⑤ オ    ⑥ カ

4. S1 で神経繊維束 A のみを刺激した場合、R1 で記録された神経繊維束 A の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。
5. S2 で神経繊維束 B のみを刺激した場合、R1 で記録された神経繊維束 A の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。
6. S2 で神経繊維束 B のみを刺激した場合、R2 で記録された神経繊維束 B の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。
7. S2 で神経繊維束 B のみを刺激した場合、R3 で記録された骨格筋の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。
8. ある同じ強さの刺激で、S1 と S2 で神経繊維束 A と神経繊維束 B を同時に刺激すると、R3 では図 4 に示すように 2 つの電位変化(M と H)が記録される。刺激の強さを変えると、M、H の大きさはそれぞれ変化するものとして、以下の間に答えなさい。

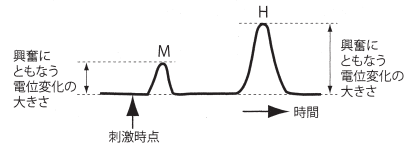


図 4 S1 と S2 で同時に刺激した場合に R3 で記録された骨格筋の興奮にともなう電位変化波形の例

- (1) 図 4 の M の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。
- (2) 図 4 の H の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

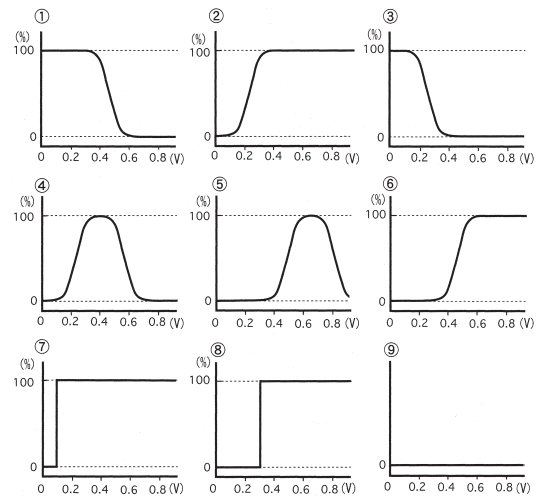


図 5 刺激の強さと興奮にともなう電位変化の大きさとの関係

それぞれの図の横軸は刺激の強さを、①〜⑧の縦軸は興奮にともなう電位変化の大きさ(各電位変化における最大値を 100% とした時の相対値)を表している。⑨では電位の変化はない。

【Ⅲ】 遺伝情報とその発現に関する以下の間に答えなさい。

問 1 DNA 上の転写開始点を調べるために行った実験についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

図 6 はあるウイルス DNA の一部を示しており、この部分から 1 つの RNA が転写される。DNA の長さの単位として「ユニット」を定義し、1 ユニットは 360 塩基対を含む DNA の長さを表すものとする。図中の数字は、DNA の末端からの距離をユニットの単位で表している。15.6~18.0 ユニットの範囲にあたる領域 T にはプロモーターがあり、転写はこの領域内にある 1 つの転写開始点から開始されて図 6 に示す方向に進む。領域 T にある正確な転写開始点を調べるために、領域 T を制限酵素により様々な位置で切断し、それらの断片から合成される RNA 断片の長さを調べることにした。

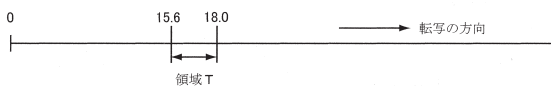


図 6 あるウイルス DNA の一部(図中の数字の単位はユニット)

まず、a ボリメラーゼ連鎖反応(PCR)法を用いて領域 T をクローニングし、3 種類の制限酵素 A~ウ を使用して領域 T を断片化した。ゲル電気泳動により、断片化された DNA をその長さにしたがって分離した結果を図 7 に示す。各酵素を単独に作用させると、それぞれ 2 個の断片に分かれた。また、A~ウ の 3 種類の酵素すべてを用いたときには、領域 T は 4 個に断片化されたが、そのうち 2 個の断片は同じ長さであった。この結果から、酵素 A と酵素イによる切断点間の距離は [ 37 ] ユニットであり、酵素イと酵素ウによる切断点間の距離は [ 38 ] ユニットであることが分かった。

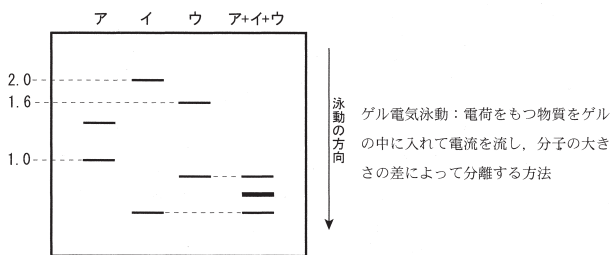


図 7 ゲル電気泳動の結果

図中の数字は DNA 断片の長さをユニットで示す。点線で結ばれた断片は、同じ長さである。次に、領域 T を A~ウ の各酵素を用いて別々に切断し、その DNA 断片から合成される RNA の長さを調べた。そのために、各 DNA 断片を、ある細胞の抽出液などを含む液に加えて RNA を合成させた。生成物をゲル電気泳動により長さにしたがって分離し、新しく生成された RNA のみを検出した。その結果、酵素 A によって断片化された DNA からは 324 塩基の RNA のバンドが 1 本検出された。酵素イによって断片化された DNA からは、324 塩基よりも長い [ 39 ] 塩基の RNA のバンドが 1 本検出された。また、酵素ウによって断片化された DNA からは、324 塩基よりも短い [ 40 ] 塩基の RNA のバンドが 1 本検出された。これらの結果から、転写開始点は図 6 に示した DNA の末端から [ 41 ] ユニットの距離にあると結論できた。

- 文中の [ 37 ] ~ [ 41 ] に当てはまる最も適切な数値を、下記の指定された選択肢からそれぞれ答えなさい。  
 【 [ 37 ] と [ 38 ] の選択肢】  
 ① 0.2    ② 0.4    ③ 0.6    ④ 0.8    ⑤ 1.0  
 ⑥ 1.2    ⑦ 1.4    ⑧ 1.6    ⑨ 1.8    ⑩ 2.0  
 【 [ 39 ] の選択肢】  
 ① 396    ② 468    ③ 540    ④ 612    ⑤ 684  
 ⑥ 756    ⑦ 828    ⑧ 900  
 【 [ 40 ] の選択肢】  
 ① 36    ② 72    ③ 108    ④ 144    ⑤ 180  
 ⑥ 216    ⑦ 252    ⑧ 288  
 【 [ 41 ] の選択肢】  
 ① 15.7    ② 15.9    ③ 16.1    ④ 16.3    ⑤ 16.5    ⑥ 16.7  
 ⑦ 16.9    ⑧ 17.1    ⑨ 17.3    ⑩ 17.5    ⑪ 17.7    ⑫ 17.9

2. 文中の下線部 a に関する以下の記述のうち適切なものを答えなさい。 [ 42 ]

- この反応には、少なくとも 2 種類の異なる温度における反応が必要である。
- 反応液に加えるプライマーは 1 種類である。
- 反応液には、DNA リガーゼを入れることが必要である。
- この反応には、約 50℃ で DNA が 1 本鎖になることが含まれている。
- 生成された DNA のほとんどは、37℃ では 2 本鎖である。  
 ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ    ④ Dのみ    ⑤ Eのみ  
 ⑥ AとB    ⑦ AとC    ⑧ AとD    ⑨ AとE    ⑩ BとC  
 ⑪ BとD    ⑫ BとE    ⑬ CとD    ⑭ CとE    ⑮ DとE

3. 文中の下線部 b に関して、新しく生成された RNA を識別するために、この混合液中には放射性同位元素で標識したある物質を入れておくことが必要である。この物質として最も適切なものを答えなさい。 [ 43 ]

- DNA 合成酵素    ② RNA 合成酵素    ③ rRNA    ④ tRNA  
 ⑤ グルタミン酸    ⑥ スクレオチド    ⑦ メチオニン

問 2 mRNA 鎖において、次の【配列】中の a~d の塩基、またはその近傍に以下の 1~2 に示す塩基配列の変化が起きた場合、生成されるポリペプチド鎖に起こる可能性のあることとして適切なものを答えなさい。ただし、変化が起こる前の【配列】は 1 種類の塩基が連続した配列や、終止コドンは含まないものとする。【配列】中の | はコドンの境界を示しており、翻訳は、【配列】の右方向へ進むものとする。

【配列】

... □□□□ a | □□□□□□□□□□□□□□ b | c | d | □□□□□□□□□□□□□□ ...

- アミノ酸の置換のみが起こる。
- アミノ酸の付加のみが起こる。
- アミノ酸の欠失のみが起こる。
- アミノ酸の置換と欠失が同時に起こる。
- アミノ酸の置換と欠失が同時に起こる。
- ポリペプチド鎖の伸長停止のみが起こる。
- 変化は起こらない。

1. 【配列】中の a の塩基が別の塩基に置換した。 [ 44 ]

- A または C または E    ② A または C または F    ③ A または C または G  
 ④ A または E または F    ⑤ A または E または G    ⑥ A または F または G  
 ⑦ C または E または F    ⑧ C または E または G    ⑨ C または F または G  
 ⑩ E または F または G

2. 【配列】中の b, c, d の 3 個の塩基がすべて欠失した。 [ 45 ]

- A または C または E    ② A または C または F    ③ A または C または G  
 ④ A または E または F    ⑤ A または E または G    ⑥ A または F または G  
 ⑦ C または E または F    ⑧ C または E または G    ⑨ C または F または G  
 ⑩ E または F または G

問 3 リボソームに関する以下の間に答えなさい。

1. リボソームの構造について、最も適切な記述を答えなさい。 [ 46 ]

- リン脂質のみでできた二重層からなる。
- RNA のみが組み込まれたリン脂質二重層からなる。
- タンパク質のみが組み込まれたリン脂質二重層からなる。
- RNA とタンパク質の両方が組み込まれたリン脂質二重層からなる。
- 膜構造は持たない。

2. 真核生物のリボソームについて、最も適切な記述を答えなさい。 [ 47 ]

- ある種の原核生物が細胞内に共生したものと考えられている。
- 小胞体の一部が突出してできた構造が含まれている。
- 核小体で生成される RNA から翻訳されたタンパク質が含まれている。
- ゴルジ体の表面に付着しているものが多数ある。
- 分泌細胞では、ある細胞小器官の膜に結合しているものが多い。

3. リボソームを持たないものとして、適切なものを答えなさい。 [ 48 ]

- クロレラ    B. 酵母菌    C. 酢酸菌  
 D. ゴウリムシ    E. T<sub>2</sub> ファージ    F. ムラサキホコリカビ  
 ① Aのみ    ② Bのみ    ③ Cのみ  
 ④ Dのみ    ⑤ Eのみ    ⑥ Fのみ  
 ⑦ AとF    ⑧ BとC    ⑨ DとE  
 ⑩ AとBとE    ⑪ AとCとD    ⑫ AとDとF  
 ⑬ BとCとF    ⑭ BとDとE    ⑮ CとEとF