

平成 26 年度医学科入学試験問題

生 物

〔注意事項〕

- 1 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は、9 ページからなっている。落丁、乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は、すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

平成26年度京都府立医科大学医学部医学科入学者選抜試験（前期日程）

「生物」に係る正答について

同封しました「生物」の問題4の2については、2通りの解答が正答と考えられるため、波形「A」と「C」のいずれかを解答されている場合に、正答として取り扱いましたので、解答を掲載される場合にはご留意願います。

平成26年2月

京都府立医科大学

1 次の文を読み以下の設問に答えよ。

両生類であるイモリやカエルでは、幼生の時期に水中での姿勢を保つための構造物(バランサーあるいは吸盤)が口の後方に形成される。こうした構造物はいずれも、発生のある時期に表皮外胚葉がその近傍に存在する神経板からの誘導シグナルを受けることよって形成される。一方、同じ両生類であるサンショウウオの一種では、こうした構造物が形成されない。このような口の後方の構造物がどのようにして形成されるのかを知るため、イモリ、カエル、サンショウウオの胚を用いて、口の後方となる領域の表皮外胚葉を交換移植したところ、以下のような結果が得られた。

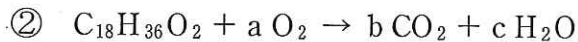
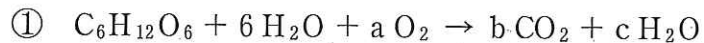
実験	移植片を取った動物	移植された動物	バランサー形成	吸盤形成
1	イモリ	イモリ	○	×
2	カエル	カエル	×	○
3	サンショウウオ	サンショウウオ	×	×
4	カエル	イモリ	×	○
5	イモリ	カエル	○	×
6	サンショウウオ	イモリ	×	×
7	イモリ	サンショウウオ	○	×

○は形成されたことを×は形成されなかったことを示す。

1. 実験1, 2, 3を行った目的について説明せよ。
2. 口の後方の構造物の違いを決定しているのは、誘導する側か、される側か、理由とともに答えよ。
3. このサンショウウオの正常発生の過程で口の後方に何も形成されない理由について、どう考えればよいか説明せよ。
4. カエルの表皮外胚葉をサンショウウオに移植した場合、どのような結果になると予想されるか、理由とともに答えよ。

2 次の文を読み以下の設問に答えよ。

呼吸基質として糖以外にも脂肪酸やアミノ酸を用いてATPを生成することができる。下の①～③は、①糖としてグルコース、②脂肪酸としてステアリン酸、③アミノ酸としてロイシンを呼吸基質としたときの反応式を表している。①と②の反応では CO_2 と H_2O しか生じないが、③の反応ではアンモニアも生じる。アンモニアは有害であるためヒトでは尿素に変えるが、他の動物でも生活環境に応じて尿素や尿酸に作りかえて排出される。アンモニアは水に非常によく溶け毒性が強いのに対し、尿素は毒性が低く水に可溶である。また、尿酸には毒性はなく水にはほとんど溶けない。



1. 上の①～③の a, b, c に入る適当な整数を答えよ。また、呼吸商はいくつになるか答えよ。なお、小数の場合には、小数点以下二桁目を四捨五入し、小数点以下一桁まで答えよ。
2. 下線部に関して、アンモニアから尿素を合成する反応経路は何とよばれるか。
3. 鳥類やは虫類など陸上に卵を産む動物では、窒素代謝物を尿酸として排出するが、そのことにどのような利点があるか胚発生の観点から説明せよ。
4. ヒトを含む哺乳類では、窒素代謝物を尿素として排出するが、そのことにどのような利点があるか胚発生の観点から説明せよ。

3 次の文を読み以下の設問に答えよ。

ヒストンは、DNA を巻き付けて凝集させるタンパク質である。染色体上のヒストンの一部にアセチル基が付加されると染色体の構造が緩むことが知られている。ヒストンのアセチル基の有無と、遺伝子の発現調節の関係を解析するために、以下の手順で実験を行った。なお用いた細胞では、遺伝子 x の産物であるタンパク質Xは検出されるが、遺伝子 y の産物であるタンパク質Yは検出されなかった。

実験手順(DNA の精製と PCR 反応)

- (a) 細胞からヒストンに結合した状態のDNAを抽出した。
- (b) 抽出物を酵素処理し、DNAをPCR反応が可能なサイズに切断した。
- (c) (b)の半分に、アセチル基が付加されたヒストンに対する抗体を加え、静置した。
- (d) 抗体と結合する試薬を用いて、アセチル基が付加されたヒストンに結合した状態のDNAのみを回収した。さらに酵素処理によってDNAを精製した。
- (e) (b)の残り半分のDNAと(d)のDNAとを用いてPCR反応を行った。

1. PCR反応を行うために必要な試薬を混合し、溶液を95℃、55℃、72℃の順に変化させ、このサイクルを繰り返した。それぞれの温度においてどのような反応が起こっているかを説明せよ。

2. PCR反応における一般的なDNAの増幅反応について以下の問いに答えよ。

- (1) PCR反応を3サイクル繰り返したとき、DNAは元の何倍になるか答えよ。
- (2) 同じ配列で量の異なるDNA、AとBとを用いてPCR反応を行った。増幅されたDNAが同じ量に達するには、理論上、Aは32サイクル、Bは26.5サイクル必要と考えられた。BにはAの何倍のDNAが含まれていたか、計算過程とともに答えよ。ただし $\sqrt{2}$ は1.4とする。

3. (b)と(d)で得られた DNA を同じ量用いて, 図 1 の上段に示すように遺伝子 x とその近傍の領域①~③, 遺伝子 y とその近傍の領域④~⑥を PCR 反応によってそれぞれ同じサイクル数増幅した。その結果得られた DNA 量の比 [(d)から増幅した DNA 量/(b)から増幅した DNA 量]をとると, 図の下段のグラフのような結果になった。ヒストンにアセチル基が付加されていると, 遺伝子の発現にどのような影響を与えると考えられるか説明せよ。

4. 図 1 の結果から, ①の領域の DNA 配列はどのような機能を持っていると考えられるか, 理由とともに答えよ。

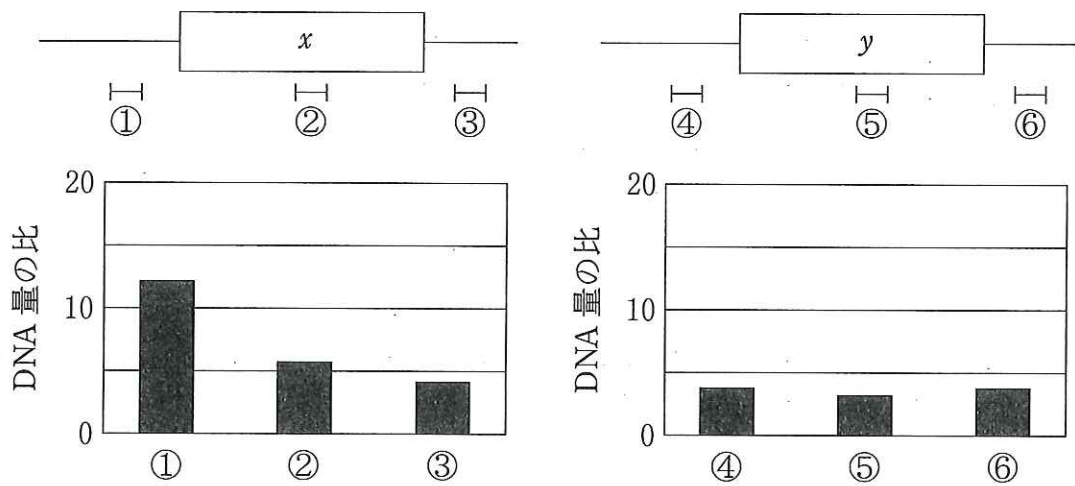


図 1

4 次の文を読み以下の設問に答えよ。

神経細胞(ニューロン)は、他のニューロンからの入力を受けて膜電位を変化させ、活動電位などの電気的な活動により情報処理を行う。膜電位は、電極を細胞内に刺し入れオシロスコープを用いて画面上に表示できる。活動電位はニューロンを直接電気刺激することでも誘発できる。図1に示すように、軸索の中央を刺激装置(S)で電気刺激し、そこから等距離にある2点から細胞内の電位を記録すると、オシロスコープ1(R1)および2(R2)では下の波形群のCにあたる活動電位が記録された。

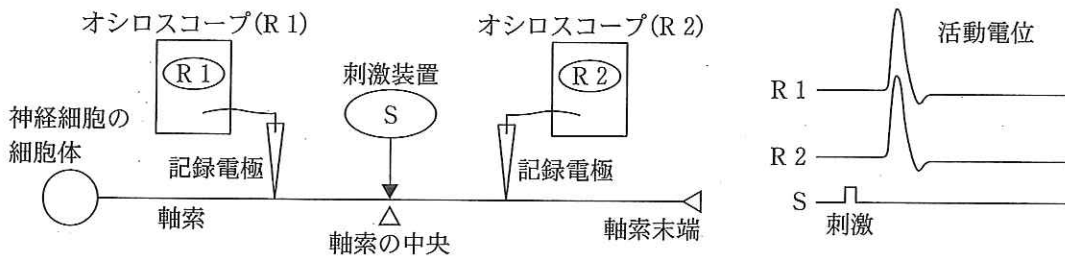
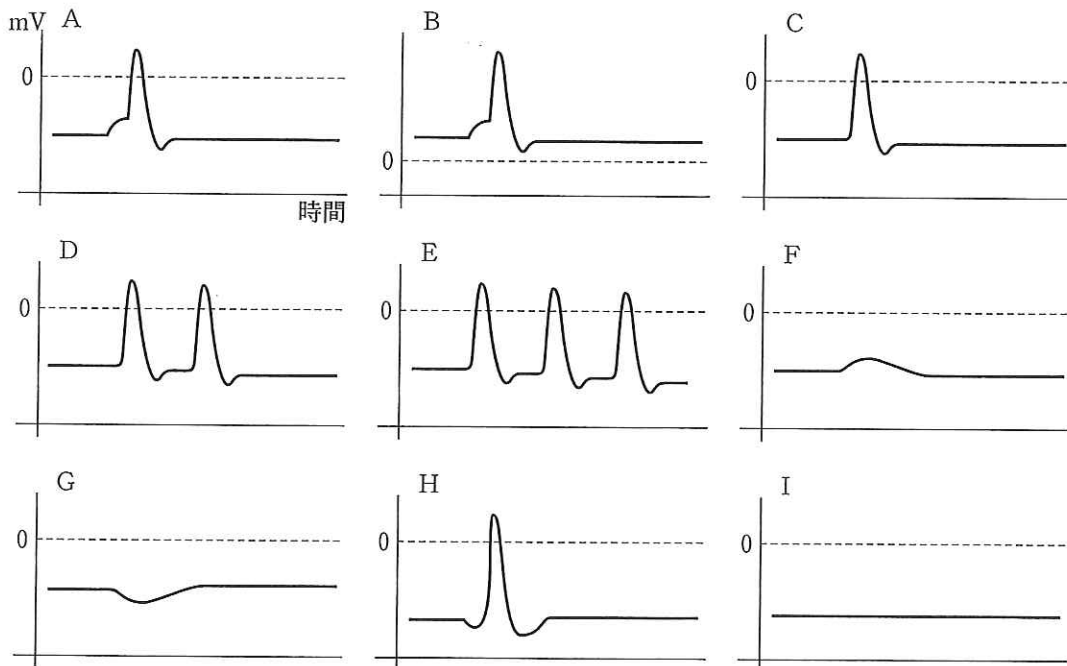


図1

波形群：以下の1～4の解答に同じ波形を何度選んでも良いが、すべてに同じ波形を選ぶと不正解とする。



1. 図2に示すように、軸索上の2点をS1とS2で同時に電気刺激し、S1で刺激された点に近い点から膜電位を記録した。Rにはどのような膜電位が記録されると考えられるか、最もふさわしいものを波形群から1つ選んで解答欄に記号で答えよ。また選んだ理由を述べよ。

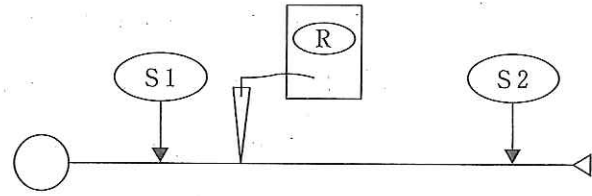


図2

2. ニューロンは、軸索末端と接続するニューロンとの間でシナプスを形成する。軸索末端からは神経伝達物質が放出され、接続するニューロンにある受容体に結合すると膜電位が変化する。この膜電位が0 mV に近づく場合があり、これが閾値を

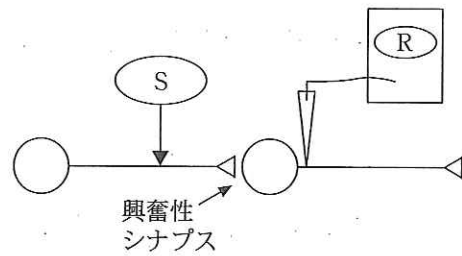


図3

超えると活動電位が生じる。シナプスの活動に伴う膜電位の変化は多くの場合ニューロンの細胞体か図3に示すように軸索のつけ根でしか記録できない。図3で、軸索をSで刺激したとき接続するニューロンで活動電位が誘発された。軸索のつけ根のRにはどのような膜電位が認められたか、最もふさわしいものを波形群から1つ選んで解答欄に記号で答えよ。

3. シナプスの中には、接続するニューロンの膜電位がよりマイナス側に傾いて活動電位の発生を抑えるものがある。このようなものを、図3の興奮性シナプスに対して、抑制性シナプスという。図4はそのような抑制性シナプスを示している。Sで刺激したとき、Rで膜電位の変化がみられた。どのような膜電位が記録されたか、最もふさわしいものを波形群から1つ選んで解答欄に記号で答えよ。なお、以下の図5～図8においても、▽は興奮性シナプスの、▼は抑制性シナプスの軸索末端を示すものとする。

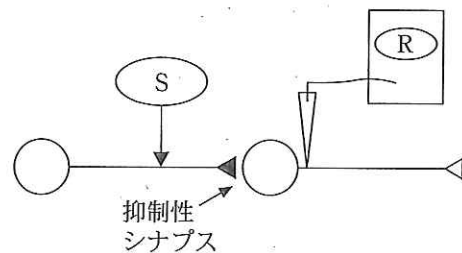


図4

4. 図5では、ひとつの神経細胞に抑制性シナプスと興奮性シナプスが形成されている。この図で、S1を単独で刺激した場合、Rには活動電位が記録されたが、S1とS2を同時に刺激して両方のシナプスが同時にはたらいたときには、接続するニューロンでの活動電位の発生が抑えられた。細胞体から離れた軸

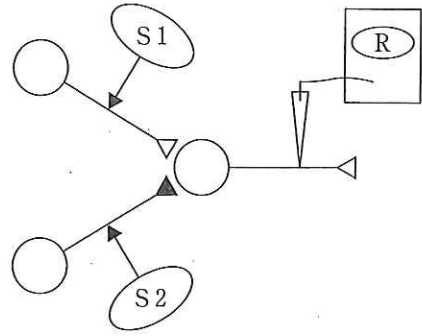


図5

索上の点からはどのような膜電位がRに記録されたか、最もふさわしいものを波形群から1つ選んで解答欄に記号で答えよ。

5. 抑制性シナプスが2つ続くと抑制効果がなくなることがある。図6のように抑制性シナプスを作るニューロンの細胞体N1に抑制性シナプスと興奮性シナプスが形成されているとする。S3単独刺激では、Rに活動電位が記録されたにもかかわらず、S1を電気

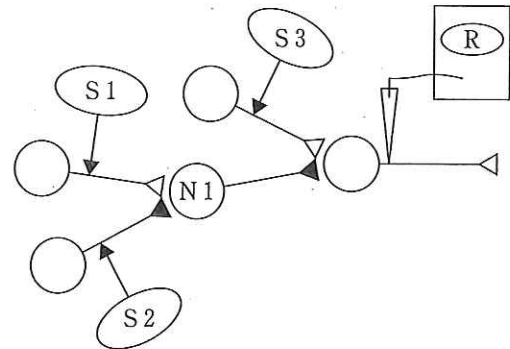


図6

刺激して少し遅れてS3を刺激すると、Rでは活動電位は記録されなかった。S1とS2を同時に刺激して少し遅れてS3を電気刺激するとRでは活動電位が記録された。

次に、図7と図8のような神経回路があるとする。それぞれSで電気刺激した場合、a~fのポイントで活動電位は記録されるか。記録されない点の記号をすべて選び解答欄に答えよ。なお、軸索が枝分かれした場合、どちらの軸索にも同じように活動電位は伝わる。a~fは記録電極のみしるしており、オシロスコープは省略している。

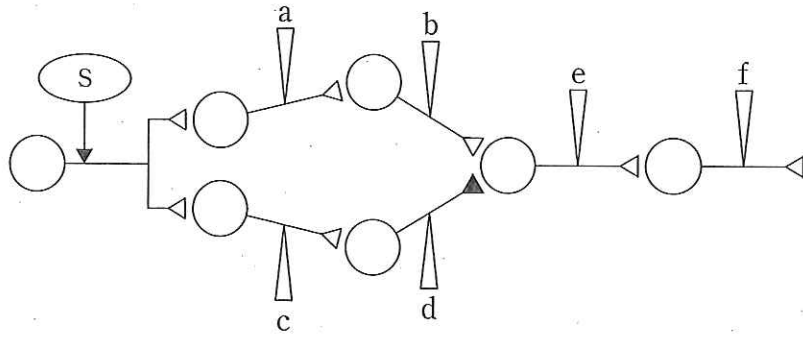


图 7

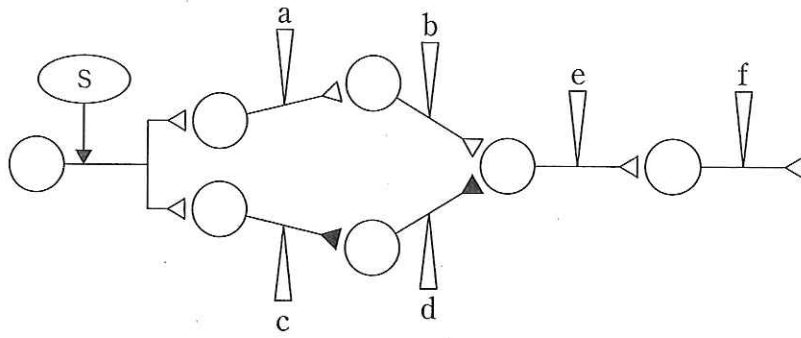


图 8

6. 頭を水平方向に回転させるとき、特定の物体を注視し続けるためには、眼球を反対方向に回転させる必要がある。頭の水平方向への回転の情報は、内耳の三半規管で感知され、頭を左に動かすと左側の三半規管が強く興奮して、接続している感覚ニューロンでも高頻度で活動電位を生じる。このとき右側の三半規管はほとんど興奮することがないので、接続している感覚ニューロンでは活動電位はわずかしか生じない。この情報が脳に伝わり眼球を右に向ける。図9にこの眼球運動にかかわる神経回路を簡略化して描いた。物体を注視したまま頭を逆(右)向きに回転させると、眼球は左に向く。軸索末端 a~v のうち抑制性シナプスを形成していると考えられるものをすべて選んで解答欄に記号で答えよ。

