

令和7年度入学試験問題(後期)

理 科(生 物)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①**から**③**までの3問題が印刷されていて、合計11ページある。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 解答の字数を指定している場合、句読点も一文字分に数える。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
7. **①**から**③**のすべての問題に解答すること。
8. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
9. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

1 次の文章を読み、問(1)～(8)に答えよ。

神経細胞は細胞膜の外側が(①), 内側が(②)に帯電している。この間に生じる電位差のことを(③)と呼ぶ。この電位差は細胞の外側と内側のイオンの分布が異なることが原因で生じる。細胞膜の外側は(④)の濃度が高く、細胞膜の内側は(⑤)の濃度が高い。

神経細胞の細胞膜が刺激を受けると、(⑥)が細胞膜の内側に流入し、細胞膜の内外の電位が瞬間的に逆転した後、もとの電位に戻る。このような電位の変化を(⑦)と呼ぶ。この電位が発生することを興奮という。神経細胞に対する刺激がある一定の強さ以上でないと興奮しない。興奮が起こる最小限の刺激の強さを(⑧)という。

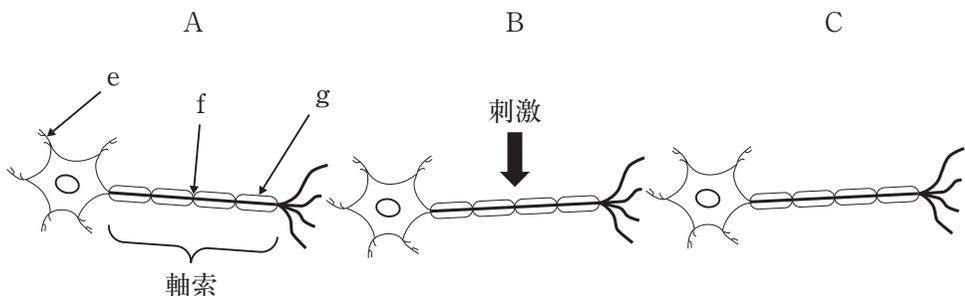


図1. 神経細胞の模式図

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑥)に当てはまる語句として最も適切なものを、下の選択肢ア～カからそれぞれ1つ選べ。なお、同じ語句を繰り返し使ってもよい。

- | | |
|-------------|--------------|
| ア：ナトリウムイオン, | イ：カリウムイオン, |
| ウ：正, | エ：負, |
| オ：静止電位, | カ：興奮性シナプス後電位 |

問(2) 文章中の空欄(⑦)と(⑧)に当てはまる語句を答えよ。

問(3) 図1は3つの神経細胞A, B, Cが連結した模式図である。e～gの部位の名称として最も適切なものを、下の選択肢ア～カからそれぞれ1つ選べ。

ア：ランビエ絞輪, イ：効果器, ウ：受容器,
エ：髄鞘, オ：樹状突起, カ：核

問(4) 脊椎動物の神経細胞の軸索は、図1の「g」に覆われた構造をしている。「g」をもつ軸索の名称を答えよ。また、この軸索は「g」をもたない軸索と比較して、興奮が伝導する速度が大きい。この理由を50字以内で説明せよ。

問(5) 興奮が神経細胞の末端まで伝わり、カルシウムイオンが神経終末内部に流入すると、その後興奮はどのような仕組みで受け取る側の他の神経細胞に伝わるか。40字以内で説明せよ。

問(6) 図1の神経細胞Bの矢印の部分に刺激を加えると、神経細胞B内ではその興奮はどのように伝わるか。下の選択肢ア～ウから適切なものを1つ選べ。

ア. 矢印の部分から右側のみに刺激が伝わる。
イ. 矢印の部分から左右両側に刺激が伝わる。
ウ. 矢印の部分から左側のみに刺激が伝わる。

問(7) 図1の神経細胞Bの矢印部分に刺激を加えると、隣接している細胞へはどのようにその興奮が伝わるか。下の選択肢ア～ウから適切なものを1つ選べ。

ア. 神経細胞Aにのみ伝わる。
イ. 神経細胞Cにのみ伝わる。
ウ. 神経細胞Aと神経細胞Cの両方に伝わる。

問(8) 図2は神経筋標本(骨格筋に神経がつながったまま取り出したもの)である。この神経筋標本を使い、以下の実験を行った。設問(a)~(c)に答えよ。

実験1. 神経末端から2.0 cm離れたA点に十分な強さの単一の電気刺激を与えた結果、筋肉が6.0 ミリ秒後に収縮した。

実験2. 神経末端から8.0 cm離れたB点に実験1と同様の電気刺激を与えた結果、筋肉が7.5 ミリ秒後に収縮した。

実験3. 神経末端に接している部分の筋肉に実験1と同様の電気刺激を与えた結果、筋肉が3.5 ミリ秒後に収縮した。

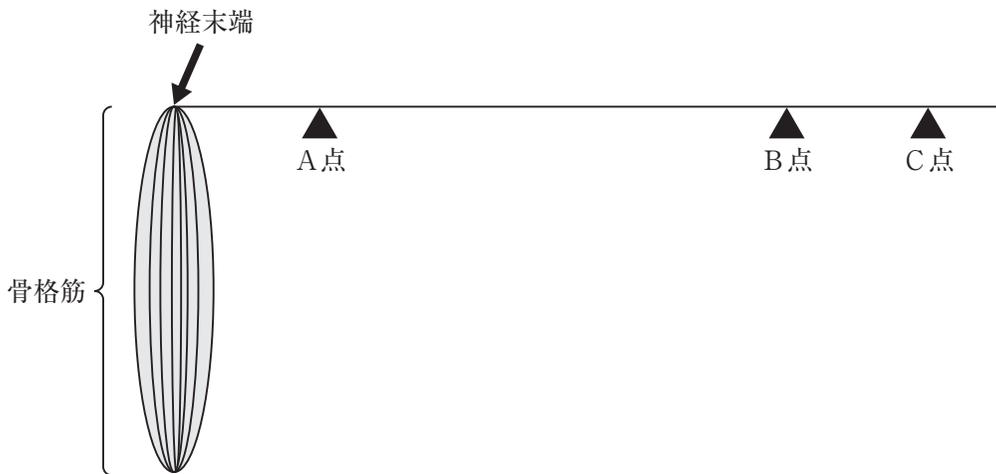


図2. 神経筋標本

- (a) この神経での興奮の伝導速度(cm/ミリ秒)を求めよ。なお、四捨五入して小数第一位まで答えよ。
- (b) 神経末端から10.4 cm離れたC点に同様の刺激を与えた際、筋肉が収縮するまでに要した時間(ミリ秒)を求めよ。なお、四捨五入して小数第一位まで答えよ。
- (c) この神経末端から筋肉への興奮の伝達に要した時間(ミリ秒)を求めよ。なお、四捨五入して小数第一位まで答えよ。

2

以下の文章Ⅰ～Ⅲを読み、問(1)～(8)に答えよ。

Ⅰ 光合成を行う生物にとって、光はエネルギー獲得のために必須である。光合成生物は光を光合成色素によって吸収し、光エネルギーから化学エネルギーへと変換して利用している。水分子から水素が引き抜かれて、環境中の二酸化炭素が固定され、有機物に変換される。水素の供給源が水分子であり、反応の副産物として酸素を発生する場合は、以下のような簡略化した反応過程で示すことができる。



植物や微細藻類などでは、上記反応過程で示される一連の反応は葉緑体で行われている。この細胞小器官は、(①)が細胞内共生したことによって生じたと考えられており、(①)は植物と同様の仕組みで光合成を行い、酸素を発生する。

このように光はエネルギー源として重要であるが、別の作用として、気孔開口や種子の発芽などにも関与することが知られている。一般的に植物によって受け取られた光は、(②)色光受容体である(③)によって感知される。その後、孔辺細胞内に(④)イオンが流入し、浸透圧が高くなると、(⑤)を吸収し、孔辺細胞が膨らんで、気孔が開き光合成に必要な二酸化炭素が取りこまれる。気孔の開閉は、表皮細胞が変化した孔辺細胞が変形することによって起こる。この開閉に関わる環境要因は光だけでなく、水もその1つであり、乾燥状態になると気孔は閉じ蒸散が抑制される。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑤)に当てはまる最も適切な語句を答えよ。

なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 文章中の反応過程とは異なり、水素の供給源として水分子以外を用いて光合成を行う生物も存在する。その生物を1つ挙げ、文章中の表記形式にしたがって、反応過程を完成させよ。

問(3) 下線部について、この調整に関与する植物ホルモンとして適切な名称を答えよ。

問(4) 下線部のような状態の時に、葉でどのようなことが起こると考えられるか。以下の選択肢ア～オから適切なものをすべて選べ。

ア. 気孔が閉じるために、葉内の温度が下がっていく。

イ. 孔辺細胞の細胞膜にあるチャネルが開き、孔辺細胞にイオンが流入する。

ウ. 気孔側の細胞壁が厚くなっている孔辺細胞が吸水して水の損失を防ぐ。

エ. 孔辺細胞からイオンが排出され、浸透圧が低下し、水が流出する。

オ. 葉内の CO_2 濃度が下がり、ルビスコ (Rubisco) の CO_2 を固定する働きが阻害される。

II 十分に水を吸水させたある植物 A の種子を用いて、 20°C の一定温度で、暗所に一定期間置いたのちに、異なる処理による実験を行い発芽率がどのように異なるかを調べた。表は各実験の処理条件と発芽率の結果を示している。

| 実験 | 処理 | 発芽率 (%) |
|----|-----------------------------|---------|
| 1 | 明所へ | 85 |
| 2 | 暗所へ | 1 |
| 3 | 赤色光をあてた後、暗所へ | 80 |
| 4 | 遠赤色光をあてた後、暗所へ | 1 |
| 5 | 赤色光をあてた後、遠赤色光をあててから暗所へ | 1 |
| 6 | 遠赤色光をあてた後、赤色光をあててから暗所へ | 80 |
| 7 | 植物ホルモン X で処理後、暗所へ | 80 |
| 8 | 植物ホルモン X で処理後、遠赤色光をあててから暗所へ | (⑥) |

問(5) この植物Aの発芽の調節における植物ホルモンXの働きはどのようなものと考えられるか。根拠となる実験の結果を引用して60字以内で説明せよ。

問(6) 実験8の発芽率(⑥)として最も適切なものを選択肢ア～ウから1つ選べ。

ア：1, イ：40, ウ：80

問(7) 実験結果のような発芽特性をもつ植物Aの発芽は、他の植物が生い茂り日陰となっている場所では、どうなると考えられるか。その場所の光環境の特徴とともに説明せよ。ただし、次の語句(順不同)をすべて用いて、50字以内で説明せよ。

| |
|-------------------|
| 日陰 赤色光 遠赤色光 |
|-------------------|

Ⅲ 十分に水を吸水させたある植物Bの種子を二つの密閉できる容器にそれぞれ入れて、20℃の一定温度、暗所において、数日間生育させた。種子を入れると同時に、片方の容器には、成熟したリンゴ果実を入れて生育させた。表は各実験の芽生えの生育評価の結果を示している。なお、容器内の気体を調べたところ、実験10において実験9よりも多くの植物ホルモンYが検出された。

| 実験 | 処理 | 茎の長さ(mm) | 茎の太さ(mm) |
|----|-------|----------|----------|
| 9 | リンゴなし | 40 | 0.8 |
| 10 | リンゴあり | 25 | 1.1 |

問(8) この植物ホルモンYについての記述として、以下の選択肢ア～カから適切なものをすべて選べ。

- ア. 茎の伸長成長に対して抑制的な働きがある。
- イ. 光屈性に関与し、光が当たるとその反対側に運ばれ、光の方へ屈曲する。
- ウ. 子房などの果実の成長を促進する。
- エ. 茎の伸長成長や肥大の両方に対して抑制的な働きをする。
- オ. 葉で作られ茎頂に運ばれて花芽形成を誘導する。
- カ. 離層の形成を促進する。

3 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

キイロショウジョウバエの(①)形成は、オスは精巣、メスは卵巣で行われ、それぞれ精子と卵が作られる。精巣では、精原細胞が4回の体細胞分裂を行い、その結果、1個の精原細胞から16個の精母細胞が作られる。その後、精母細胞が減数分裂^Aを行うことで1個の精原細胞から最終的に(②)個の精子が作られる。卵巣では、(③)が体細胞分裂を繰り返したのち、卵母細胞が作られる。卵母細胞は減数分裂の途中で停止しており、排卵とともに減数分裂を再開する。減数分裂により、1個の卵母細胞から(④)個の卵が作られる。卵の核は侵入した精子の核と融合することで受精卵の核を形成する。

受精後しばらくすると、核の分裂が始まり、からだの形成が始まる。キイロショウジョウバエの胚では、前から先端節、頭部、胸部、腹部、尾節が形成される。これらの体節形成は、からだの前後軸に沿って行われる。ビコイド遺伝子^Bは前後軸の形成に関わる遺伝子で、その mRNA は受精前に卵母細胞の近傍の細胞で転写される。その後、ビコイド遺伝子の mRNA は卵母細胞へ渡され、卵母細胞の前方に局在する。受精後にビコイド遺伝子の mRNA は翻訳され、受精卵内で前後軸に沿って、前方から後方に向けて低くなるタンパク質の濃度勾配を作り、前後軸の形成に寄与する。ビコイドのような遺伝子を母性効果遺伝子^C(その産物を母性因子)と呼ぶ。複数の母性効果遺伝子が知られており、それらに制御される形で分節遺伝子群が順次発現する。これらのことにより、前後軸に沿った体節の位置が決定する。これまで発生初期の体節形成機構の多くは、変異体^Dの解析により解明されてきた。

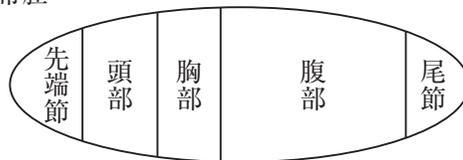
問(1) 文章中の空欄(①)～(④)に当てはまる語句または数字を答えよ。

問(2) 下線部Aに関する以下の文章を読み、文章中の空欄(⑤)～(⑧)に当てはまる語句を答えよ。

連続して起こる細胞分裂のうち、(⑤)分裂の(⑥)期では、相同染色体同士が並んで対合する。対合した状態の染色体を(⑦)といい、このとき相同染色体間で染色体の一部が交換される(⑧)が起こることがある。その結果、相同染色体間で一部の遺伝子が入れ替わることがあり、これを組換えという。

問(3) 下線部Bについて、その機能を欠失した変異体は図1 b「機能欠失胚」のような表現型を示す。発生初期のこの変異体に、ビコイド遺伝子の mRNA を胚の中央部に注入した。どのような表現型が生じると予想されるか。下の選択肢ア～オから予想される結果をすべて選べ。

a 正常胚



b 機能欠失胚



前方

後方

図1. ビコイドの正常胚と機能欠失胚

- ア. 頭部は前方に形成される。
- イ. 頭部は中央に形成される。
- ウ. 頭部は後方に形成される。
- エ. 胸部は頭部の隣に形成される。
- オ. 腹部は頭部の隣に形成される。

問(4) 下線部Cに関する以下の文章を読み、問いに答えよ。

ある母性効果遺伝子 H には、機能欠失型の対立遺伝子(アレル) h が知られており、 H は h に対して完全に顕性(優性)である。遺伝子 H のタンパク質は発生初期のみ存在し、その機能が欠失すると発生の初期段階で致死となり、ふ化できない。一方、遺伝子型が hh のオスとメスの成虫は、それぞれ受精能力のある精子と卵を形成する。

遺伝子 H に関する交配実験について記述した、下記の文章ア～オのうち、適切なものをすべて選べ。

ア. 遺伝子型 hh のメスと遺伝子型 HH のオスを交配した。

その結果、 F_1 (子)はすべてふ化しなかった。

イ. 遺伝子型 HH のメスと遺伝子型 hh のオスを交配した。

その結果、 F_1 (子)はすべて正常にふ化した。

ウ. 遺伝子型 hh のメスと遺伝子型 Hh のオスを交配した。

その結果、 F_1 (子)の $1/2$ が正常にふ化した。

エ. 遺伝子型 Hh のメスと遺伝子型 hh のオスを交配した。

その結果、 F_1 (子)の $1/2$ が正常にふ化した。

オ. 遺伝子型がいずれも Hh のオスとメスを交配した。

その結果、 F_1 (子)の $1/4$ がふ化しなかった。

問(5) 下線部Dについて、キイロショウジョウバエでは、発生初期における体節形成機構以外でも多くの変異体が見つかっている。変異体に関する以下の文章を読み、設問(a)と(b)に答えよ。

成虫の体色に関与する遺伝子 D には、その突然変異の対立遺伝子(アレル) d が知られている。正常では黄褐色な成虫の体色が、 dd の成虫では黒くなる(黒体色)。また成虫の眼の色に関与する遺伝子 G には、突然変異の対立遺伝子 g が知られている。正常では赤色な成虫の眼の色が、 gg の成虫では紫色になる(紫眼)。この両者は同一の常染色体上に存在していることがわかっている。加えて、 D は d に対して、 G は g に対して、完全に顕性(優性)である。そこで下記の (I) ~ (III) の交配実験を行った。なお、この一連の交配では、すべての発生過程において染色体の分配は正常に行われ、かつ体細胞分裂では遺伝子の組換えは生じなかったとする。

- (I) メス(遺伝子型 $ddGG$)とオス(遺伝子型 $DDgg$)を交配した。
 (II) 次に、(I)の交配で得られたメスに、オス(遺伝子型 $ddgg$)を交配した。(I)の交配で得られたメスによる卵形成では、減数分裂の際に、わずかな割合ではあるものの遺伝子の組換えが生じていた。
 (III) (II)の交配の結果、成虫における体色と眼の色の表現型の組合せは、i ~ ivの4種類が生じた。各表現型と個体数は以下の表のようになった。

| | 体色と眼の色の表現型 | 個体数 |
|-----|------------|-----|
| i | 体色は正常で紫眼 | 241 |
| ii | (⑨) | 253 |
| iii | (⑩) | 9 |
| iv | 黒体色で紫眼 | 7 |

- (設問) (a) 表の空欄(⑨)と(⑩)に当てはまる「体色と眼の色の表現型」を答えよ。
 (b) (III)で生じた i ~ ivの4種類の表現型について、それぞれの遺伝子型を答えよ。