

平成26年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は4枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

| 出 題 科 目 | ページ | 選 択 方 法 |
|---------|-------|---|
| 物理Ⅰ・物理Ⅱ | 1～8 | 左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。 |
| 化学Ⅰ・化学Ⅱ | 9～22 | |
| 生物Ⅰ・生物Ⅱ | 23～35 | |
| 地学Ⅰ・地学Ⅱ | 36～46 | |

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等により解答できない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，選択する科目の解答用紙と下書き用紙を切り取り，選択する科目すべての解答用紙に，それぞれ2箇所受験番号を記入しなさい。選択しない科目の解答用紙には受験番号を記入する必要はありません。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙は，試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 解答は，すべて解答用紙の指定されたところを書きなさい。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

生物Ⅰ・生物Ⅱ

解答上の注意

第1問～第3問は共通問題である。これらには全員が解答すること。

第4問と第5問は選択問題である。第4問または第5問のどちらか一方を選んで解答すること。第4問と第5問の両方に解答した場合には、いずれも採点の対象とならないので、十分注意すること。

第1問

代謝に関する次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

米やパンに含まれるデンプンは、唾液中に含まれるアミラーゼとすい臓が分泌するアミラーゼによって、グルコース2分子からなるマルトースにまで分解される。**a** マルトースは、小腸が分泌するマルターゼによってグルコースに分解され、体内に吸収される。

生物が酸素を用いてグルコースなどの基質を分解し、**b** 生命活動に必要となるエネルギーを得ることを（**ア**）という。取り出されたエネルギーは、エネルギー変換の仲立ちをする（**イ**）という化学物質の高エネルギーリン酸結合として生体内に蓄えられる。

1分子のグルコースは、2分子のピルビン酸と4個の水素[H]に分解され、最終的に（**ウ**）分子の（**イ**）がつくられるが、この過程は（**エ**）とよばれる。

ピルビン酸は、細胞内小器官である（**オ**）に入り、脱炭酸反応によって二炭素化合物（**C₂**）となり、（**カ**）回路に入る。次に、**C₄**化合物であるオキサロ酢酸と結合して（**カ**）となり、複数の酵素によって段階的に分解されて、再びオキサロ酢酸が生じる。（**カ**）回路が一回りする過程において、ピルビン酸1分子あたり、3分子の二酸化炭素、（**キ**）個の水素[H]、（**ク**）分子の（**イ**）がつくられる。

（**エ**）と（**カ**）回路を経て、1分子のグルコースから24個の水素[H]が生成し、水素[H]は電子と水素イオンに分けられる。**c** 24個の電子は、（**ケ**）を構成するシトクロムなどのタンパク質群の間を、酸化還元反応を繰り返しながら次々に受け渡される。最も効率が良い場合、この過程で放出されるエネルギーから（**コ**）分子の（**イ**）がつくられる。

問1 文中の（**ア**）～（**コ**）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a に関連して、次の問に答えよ。

- (1) 図1の実線は、マルトース溶液に一定量のマルターゼを混合し、一定時間後に溶液中のマルトース量を測定したグラフである。この反応溶液に、マルトースの一部分と非常に良く似た分子構造を持ち、マルトースと競争的に働くマルターゼ阻害剤を添加して反応させた場合、マルトース量の変化を表すグラフはどのようなようになるか。最も適当なものを①～⑥の点線から一つ選び、番号で答えよ。なお、計測した反応時間は短いものとし、マルターゼ阻害剤はマルトース濃度 X におけるマルトースの分解速度（時間あたりのマルトースの分解量）を半分にする量を添加したものとする。

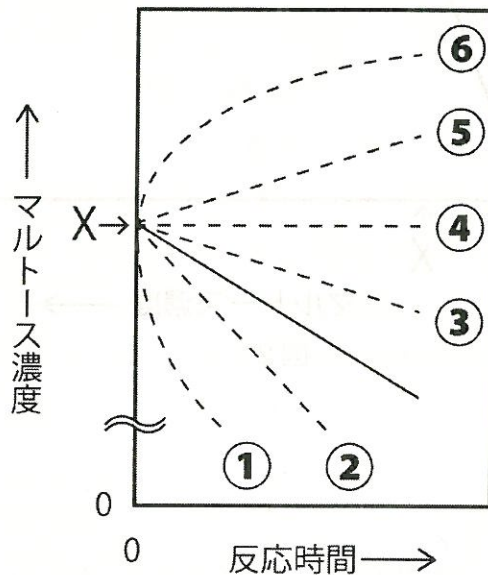


図1

(2) 図2は様々な濃度のマルトース溶液に一定量のマルターゼを混合し、反応開始直後のマルトース分解速度を測定したグラフである。この各反応溶液に(1)と同量のマルターゼ阻害剤をそれぞれ添加した場合、各マルトース濃度におけるマルトース分解速度の変化を表すグラフはどのようなになるか。解答欄に書き加えよ。

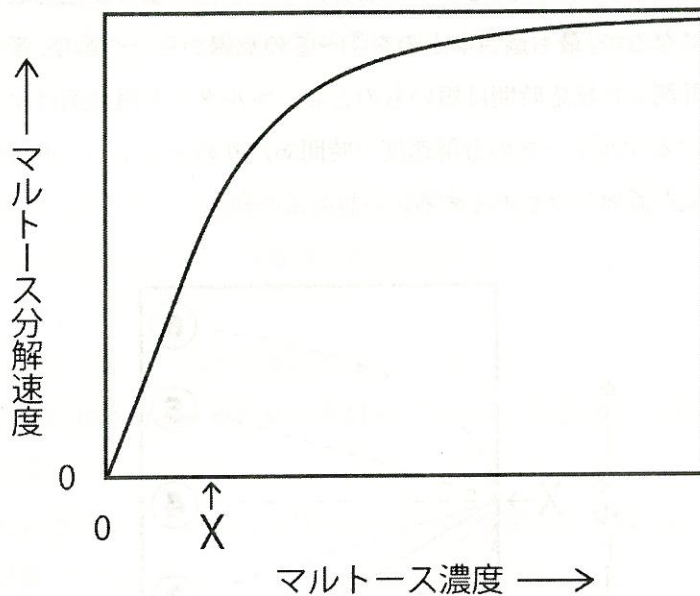


図2

問3 (**エ**) の過程が行われる細胞内の場所について、名称を答えよ。

問4 (**カ**) 回路と (**ケ**) の過程が行われる (**オ**) 内部の場所について、それぞれ名称を答えよ。

問5 下線部 **b** に関連して、微生物である酵母が、酸素の無い状態でグルコースからエネルギーを得るアルコール発酵における物質の変化について、80字以内で説明せよ。

問6 下線部 **c** に関連して、(**ケ**) の最後まで到達した電子がどうなるかについて、25字以内で説明せよ。

第2問

だ腺染色体に関する以下の問1と問2に答えよ。

問1 セスジユスリカの幼虫はだ液を分泌する器官であるだ腺をもつ。**a** このだ腺の細胞の染色体（だ腺染色体）は巨大で、**b** 細胞中に4本の染色体を顕微鏡で観察することができる、それぞれ通常の体細胞の染色体の100～200倍の大きさがある。

(1) 下線部 **a** について、だ腺染色体はなぜ巨大なのか、以下の①～④の説明文のうち最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① だ腺染色体にリボソームが大量に結合しているため。
- ② だ腺細胞では細胞分裂や染色体の複製が起こらず、染色体に大量のヒストンタンパク質が結合しているため。
- ③ だ腺細胞は核分裂せずに一つの核内で染色体の複製のみを繰り返し、染色体が横並びに配置されるため。
- ④ だ腺細胞は周辺の細胞と細胞融合を繰り返して巨大細胞となり、核も融合して巨大化しているため。

(2) だ腺は体細胞 ($2n = 8$) であることから、染色体は本来4対で8本存在するはずである。しかし、下線部 **b** のように4本の染色体しか観察できないのはなぜか、以下の①～④の説明文のうち最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① それぞれの相同染色体同士が染色体末端で連結して縦列しているため。
- ② だ腺細胞中に本来存在するべき8本の染色体のうち4本の染色体が分解したため。
- ③ 凝縮していた8本の染色体のうち4本の染色体の凝縮がゆるんで、顕微鏡では見えなくなっているため。
- ④ だ腺染色体では相同染色体同士が対合しているため。

問2 キイロショウジョウバエのだ腺染色体をオルセインやカーミンなどの色素で染色し、顕微鏡で観察すると、染色体には多数の横じまが見られる。また、だ腺染色体ではしばしば特定の部分がふくれており、この部分をパフとよぶ。c パフは、折りたたまれて凝縮されていた染色体の一部がほどけて広がったものである (図3)。

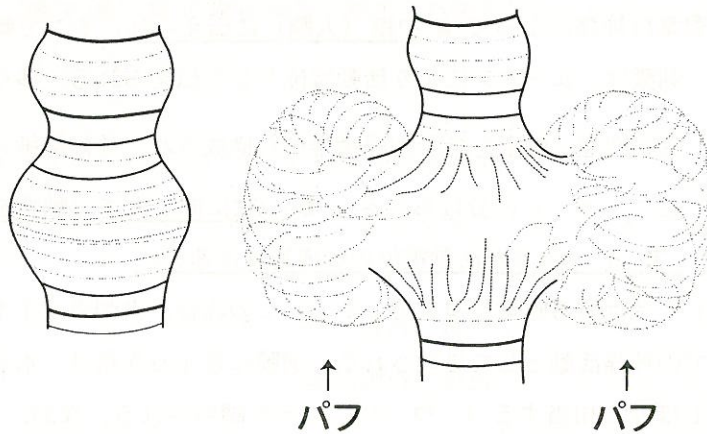


図3 だ腺染色体 (左) とだ腺染色体上にみられるパフ (右)

- (1) 下線部 c のパフをもつだ腺染色体について、DNAを青緑色に染色するメチルグリーンとRNAを赤桃色に染色するピロニンで二重染色すると、染色体のパフがある部分とパフの無い部分はどのように観察されるか、40字以内で説明せよ。
- (2) (1) の染色結果から、パフの内部ではどのようなことが起こっているか、簡潔に答えよ。
- (3) キイロショウジョウバエの幼虫に蛹化 (ようか) 促進ホルモンであるエクジステロイドを注射すると、だ腺染色体のパフはどのように変化するか、40字以内で答えよ。

第3問

脊椎動物における刺激の受容と反応に関する次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

脊椎動物は、外界からの情報をいろいろな刺激として受け取っている。目などの受容器で生じた興奮は神経によって **a** 中枢（大脳）に伝えられ、そこで刺激に応じた感覚が生じる。刺激はニューロンにより活動電位として伝えられる。多くのニューロンは、細胞体、樹状突起、^{じくさく}軸索を含む神経繊維から構成され、神経繊維の構造の違いから（ア）と（イ）に分けられる。**b** 一般に同じ太さの軸索をもつ神経繊維であれば、（ア）のほうが活動電位の伝導速度が速い。

光を刺激として受け取る感覚が視覚である。ヒトの場合、光刺激はまず、目の網膜を経て、中枢での神経活動として処理される。網膜に達する光量は、水晶体の前方にあるカメラのしぼりに相当する（ウ）によって調節される。なお、**c** ヒトの目には構造上、^{もうはん}盲斑とよばれる像が見えない部位が存在する。

一方、**d** 化学物質によって受容器が興奮し、それらが中枢に伝わることによって生じる感覚もある。化学物質のなかには動物自身が放出し、同種の他の個体に特別な本能行動を引き起こすものがあり、そのような化学物質を（エ）という。

刺激を受け取った動物は、刺激の反応として運動を起こす。運動は主に骨格筋の収縮によって起こる。

ヒトの運動神経は脊髄の左右にある（オ）を^{せきずい}通って出ている。（オ）は（カ）神経の通路でもある。一方、脊髄の（キ）には、感覚神経が通っている。骨格筋の筋収縮は運動神経の末端から分泌される興奮性の神経伝達物質である（ク）が刺激となって起こる。このとき、骨格筋の筋原繊維のZ膜とZ膜の間の（ケ）という部分の長さが短縮する。（ク）は胃腸のぜん動を促進するが、逆に、それを抑制する神経伝達物質は（コ）である。

問1 文章中の（ア）～（コ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a について、脊椎動物の脳について述べた内容が適切なものを三つ選び、番号で答えよ。

- ① 脳は視床と視床下部からなる。
- ② 脳は左右の半球に分かれ、右半球は左側の脊髄と連絡する。
- ③ 脳は間脳、中脳、延髄とともに脳幹を形成する。
- ④ 脳には呼吸運動・心臓拍動などの生命維持に直接関係する中枢がある。
- ⑤ 脳の発達は霊長類で顕著で、表面積を増やすために多くの溝（シワ）が存在する。
- ⑥ 脳には言語、記憶などの高度な精神活動の中枢がある。
- ⑦ 脳には姿勢保持や眼球運動に直接関係する中枢がある。
- ⑧ 脳には脊髄と同じように外側に白質（髄質）、内側に灰白質（皮質）がある。

問3 下線部 b について、この理由を 50 字以内で説明せよ。

問4 下線部 c について、盲斑では像が見えない理由について 50 字以内で説明せよ。

問5 下線部 d について、脊椎動物の代表的な感覚を二つ答えよ。

第4問（選択問題）

生物の集団に関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

自然界では多様な生物種が混在し、相互作用しながら生活している。その例として、動物が他の動物を捕えて食べる関係があげられる。このとき、食べる方を（ア）といい、食べられる方を（イ）という。通常、（ア）は複数種の生物を食べ、（イ）は複数種の生物に食べられるため、食う食われるの関係は複雑にからみ合ってネットワーク状になっている。このことを（ウ）という。また、異なる生物種が互いに強く関係して、一緒に生活していることを（エ）という。（エ）には、一方の種が利益を得て、他方は利益も害も受けない（オ）と、a 両方が共に利益を得ている（カ）がある。

生物群集とそれを取りまく非生物的環境を（キ）という。そこでは、b 物質やエネルギーの生産・消費・移動がたえまなく起こっており、物質や生物が変動しても、その変化の幅はある一定範囲に保たれる。このことを（ク）という。近年、c 人類の活動が（キ）に大きな影響を及ぼしており、回復することができない変化をもたらしている。

問1 文章中の（ア）～（ク）に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a の関係にある生物の組み合わせとして適切なものはどれか。下記の生物のうち、二つの生物からなる一つの組み合わせだけを選んで答えよ。

ゾウリムシ アブラムシ イワナ ケヤキ 根粒菌 ラン 酵母
ラン藻 ダイズ ヤマメ ハナカマキリ ヤドリギ アリ イネ

問 3 下線部 **b** に関連して、ある森林の有機物の収支を調べたところ、単位を $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ として、総生産量が 2,830、呼吸量が 1,410、枯死量が 620、被食量が 250 であった。翌年、この森林の総生産量、呼吸量、枯死量がそれぞれ半減したとすると、成長量は前年を 100 としたときいくらになるか、小数点以下を四捨五入し、計算式とともに整数で答えよ。ただし、被食量は変化しないとする。

問 4 下線部 **c** に関連して、冷蔵庫の冷媒などに使用されたフロンガスが大気中に放出され、オゾン層が減少し、生物や生態系に悪影響をもたらすと考えられている。オゾン層の減少が生物に対してどのような影響をもたらすのかを 70 字以内で説明せよ。

第5問（選択問題）

生物の進化に関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

生物の進化の過程では、生存や繁殖に有利な形質をもたらす（ア）が何世代にもわたって自然選択され、集団内での頻度を増加させていく。（ア）には DNA の（イ）配列が変化する場合があり、一つの（イ）の変化だけで形質に大きな影響をもたらす例が数多く知られている。一方で、生存や繁殖に有利でも不利でもない（ウ）な（ア）も多い。また、（ア）には、染色体の数や形が変化する場合もある。コムギでは、染色体が14本の祖先から、染色体が28本や42本に増えた種が形成されている。このように染色体のセットが増えた個体を（エ）という。また、染色体数が $2n \pm 1$ のように個々の染色体単位で増減している個体を（オ）という。

生物の自然選択の例として、オオシモフリエダシヤクというガの例があげられる。このガには白色型と暗色型がある。a 19世紀後半のイギリスでは、工業の発展に伴う大気汚染により、ガのとまる木の幹が黒くなり、その結果、都市近郊の林では暗色型の比率が増加した。この体色変化の現象を（カ）という。

b あるオオシモフリエダシヤクの集団が十分多数の個体からなり、自由に交配して子孫を残し、（ア）や個体の移入・移出は起こらず、自然選択が働かない場合、
c （キ）の法則が成り立つ。この集団において、暗色型を生み出す優性の対立遺伝子を A 、白色型を生み出す劣性の対立遺伝子を a 、 A と a の遺伝子頻度をそれぞれ p と q ($p + q = 1$) とすると、次世代の遺伝子型の分離比は、 $AA : Aa : aa = p^2 : 2pq : q^2$ である。

問1 文章中の（ア）～（キ）に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 **a** に関連して、空気汚染防止措置により、その後大気汚染が改善され、都市近郊の樹木の幹が白色になった。これに伴い、都市近郊の林における白色型と暗色型の比率はどのように変化すると予想されるか、理由とともに 70 字以内で説明せよ。

問3 下線部 **b** の集団内の対立遺伝子 A の頻度 p が 0.8、対立遺伝子 a の頻度 q が 0.2 であった。集団内の暗色型個体の割合を%で求め、計算式とともに示せ。なお、解答は小数点以下を四捨五入して整数で答えよ。

問4 下線部 **c** の法則が成り立つ場合、集団内の対立遺伝子 A 、 a の頻度はそれぞれ世代を経るとどのように変化するか、以下から適切なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① A は増加し、 a は減少する。
- ② A は減少し、 a は増加する。
- ③ A は変化せず、 a は増加する。
- ④ A は変化せず、 a は減少する。
- ⑤ A は増加し、 a は変化しない。
- ⑥ A は減少し、 a は変化しない。
- ⑦ A と a の頻度は変化しない。