

学 力 検 査 問 題

理 科

(理科 2 科目受験者用)

平成 18 年 2 月 25 日

自 12 時 30 分

至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 42 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学と生物には、選択問題があります。
化学と生物の注意事項を良く読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 **受験番号**は、解答用紙、下書用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
志願票提出のさい届け出た科目以外の科目について解答しても**無効**となります。
- 7 配付した解答用紙および下書用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理	3 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～ 20 ページ
生 物	21 ページ～ 34 ページ
地 学	35 ページ～ 42 ページ

8 ページ, 20 ページ, 25 ページは白紙です。

以 上

生 物

注 意 事 項

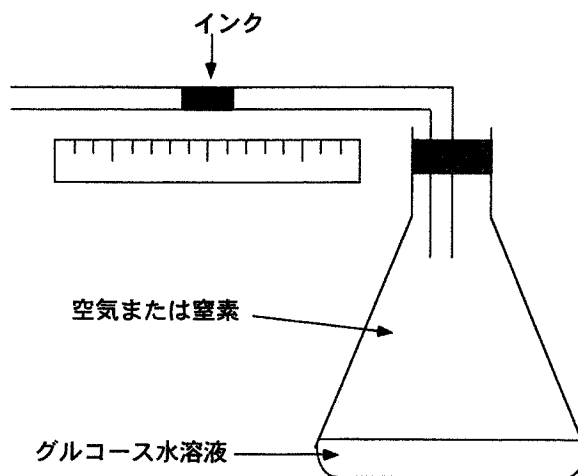
〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕は全員が解答すること。〔Ⅲ〕と〔Ⅳ〕は、選択問題です。〔Ⅰ〕〔Ⅱ〕〔Ⅲ〕または〔Ⅰ〕〔Ⅱ〕〔Ⅳ〕の組み合わせのいずれか一方を選択して合計3問解答しなさい。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔 I 〕 グルコース代謝に関する次の文章を読み、問 1 ～問 8 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

酵母菌は、好気条件でも嫌気条件でもグルコース(分子式： $C_6H_{12}O_6$)を呼吸基質として用いて生育できる。好気条件では、グルコースは三つの段階からなる代謝過程を経て分解される。まず、グルコースは に存在する解糖系(第一段階)で に分解される。 は の に存在するクエン酸回路(第二段階)、 の に存在する電子伝達系(第三段階)を経て、最終的に二酸化炭素と に分解される。この一連の代謝により、グルコース 1 分子あたり 38 分子の ATP が生産される。これに対し、嫌気条件でのグルコースの分解物は二酸化炭素と であり、グルコース 1 分子あたり 分子の ATP が生産される。

酵母菌の好気条件、嫌気条件での呼吸を実験で確かめるために、気体の増減を簡単に測定できる図に示したような装置を考えた。実験では、フラスコにグルコース水溶液を入れ、その中で酵母菌を一定時間、一定温度で培養する。好気条件ではフラスコ内を空気で満たし、嫌気条件ではフラスコ内を窒素で満たす。呼吸にともなう気体の増加量や減少量は、ガラス管に入れたインクの移動距離から求める。なお、この実験に用いる酵母菌は、好気条件では嫌気呼吸を行わないものとする。また、大気圧は一定とする。



図

問 1 文章中の ～ にもっとも適当な語句または数字を記入せよ。

問 2 好気条件でのグルコース代謝に関して、下記の①～⑦にあてはまる段階を、(ア)解糖系、(イ)クエン酸回路、(ウ)電子伝達系の中から選び、(ア)～(ウ)の記号で答えよ。ただし、あてはまる段階が複数あるときは、すべて答えること。

- ① 酸素が使われる段階
- ② 二酸化炭素が発生する段階
- ③ ATPが使われる段階
- ④ ATPが生産される段階
- ⑤ もっとも多くのATPが生産される段階
- ⑥ 水が使われる段階
- ⑦ 嫌気呼吸にも共通する段階

問 3 植物では、呼吸だけではなく光合成の際にも ATP が生産される。光合成で ATP の生産にかかわる電子伝達系は葉緑体のどこにあるか。その名称を答えよ。

問 4 図に示した装置を使い、好気条件のもとで酵母菌を培養すると、インクはどのように動くと考えられるか。次の(ア)~(ウ)の中から選び、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を 30 字以内で述べよ。

(ア) 右に動く (イ) 左に動く (ウ) 動かない

問 5 図に示した装置を使い、嫌気条件のもとで酵母菌を培養すると、インクはどのように動くと考えられるか。次の(ア)~(ウ)の中から選び、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を 30 字以内で述べよ。

(ア) 右に動く (イ) 左に動く (ウ) 動かない

問 6 図に示した装置に工夫を加え、好気呼吸で発生する二酸化炭素の量を求めることができるようにしたい。どのようにすればよいか。その工夫を解答欄の図に描き加え、その工夫と原理について 100 字以内で説明せよ。

問 7 好気条件と嫌気条件のもとで、等しい量のグルコースが分解される場合、異なる量の二酸化炭素が発生する。発生する二酸化炭素の量の比を答えよ。

問 8 激しい運動を行うと十分な酸素が供給されないために、ヒトの筋肉でも嫌気呼吸が行われる。筋肉での嫌気呼吸では、グルコースはどのような物質に分解されるか。その名称を答えよ。

このページは白紙である。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔Ⅱ〕 動物の機能と調節に関する次の文章(1)と(2)を読み、問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

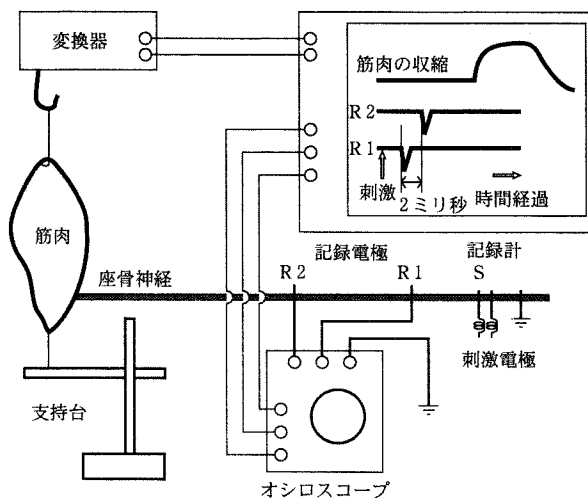
(1) 右ページの図は、カエルのふくらはぎの筋肉の収縮が、座骨神経によって調節されていることを調べる実験装置である。筋肉の収縮力は変換器によって電圧に変えられ、記録計で読むことができる。記録計の上の曲線は筋肉の収縮を示し、R1とR2の曲線はオシロスコープを用いて記録した座骨神経の活動電位である(縦軸は電圧を、横軸は時間経過を示す)。座骨神経に電気刺激を与えると、まず神経に活動電位が発生し、少し遅れて筋肉が収縮する。

このとき座骨神経の終末まで活動電位が伝導し、終末部の **ア** に蓄えられていた **イ** という伝達物質が放出される。放出された **イ** は筋細胞にある **ウ** というタンパク質に結合し、情報は筋細胞に伝達される。筋細胞内には多数の筋原繊維が束になって存在する。筋原繊維は二種類のフィラメントが交互に重なり合った構造をしている。その内の太いフィラメントは **エ** , 細いフィラメントは **オ** というタンパク質からなっている。**イ** によって興奮した筋細胞内では、筋小胞体から **カ** イオンが放出され、**エ** 分子が活性化される。**エ** 分子の頭部はATP分解酵素としてはたらき、このとき放出されるエネルギーを利用して **エ** と **オ** はすべり合う。したがってくり返して収縮するとATPが不足しがちになるが、筋細胞には **キ** が多量に含まれ、**キ** とADPからただちにATPがつくられる。

(2) 多細胞動物の個々の細胞が直接接触しているのは体液なので、外部の環境がどんなに変化しても、内部環境である体液の恒常性が維持されていれば、細胞の機能は正常に保たれる。この内部環境を維持するしくみを発達させた脊椎動物は、水を離れ、陸や空へと、その生活空間を広げてきた。脊椎動物の内部環境は、主として内分泌系と自律神経系によって調節されているが、この二つの調

節系を統合しているのが間脳の視床下部である。

脊椎動物の内部環境である体液は、血液やリンパ液と、組織や細胞の間にある **ク** に分けられる。血液は有形成分である赤血球・白血球・**ケ** と、液体成分である **コ** とからなる。赤血球は **サ** を含み、**シ** を各組織に運搬する。白血球は生体防御にかかわる細胞で、病原体が体内に侵入すると、まず白血球の一種である **ス** がこれを取り込み分解する。**ス** は病原体の抗原を認識し、その一部を細胞表面に出す。**ス** の細胞表面に出た抗原を認識した **セ** は活性化され、**ソ** を放出する。**ソ** は **タ** を刺激して、**タ** の分化・増殖を促進し、この細胞に抗体を産生させる。このようにしてつくられた抗体は抗原と特異的に結合し、病原体を排除する。



図

問 1 文章(1)中の **ア** ~ **キ** にもっとも適当な語句を記入せよ。

問 2 いま座骨神経の一部 S を電気刺激して、R 1 と R 2 の二か所から活動電位を記録してみた。すると、R 1 のほうが R 2 より 2 ミリ秒 ($2/1000$ 秒) 早く活動電位を発生していた。このとき S から R 1 までの距離は 4 cm で、S から R 2 までの距離は 10 cm であった。この実験結果から座骨神経の伝導速度を求めよ。計算式を書き、答えは m/秒で表せ。

問 3 この座骨神経と筋肉の標本を、薬物 X を含むリンガー液に 15 分間浸したのち、再び図のようにセットし、S を電気刺激してみた。すると R 1 や R 2 で記録される活動電位は、薬物処理の前と同じように発生したのに、筋肉は収縮しなかった。そこで次に、直接筋肉を電気刺激してみた。すると、筋肉は大きく収縮した。この薬物 X はどのような部分に作用する(作用部位)と考えられるか、作用部位を答えよ。またその部位で X はどのような作用をしている(作用機構)と考えられるか、作用機構を 50 字以内で述べよ。

問 4 文章(2)中の ～ にもっとも適当な語句を記入せよ。

問 5 脊椎動物における内分泌腺を二つあげ、それぞれから分泌されるホルモンの名称と、それらのホルモンの作用を 10 字以内で答えよ。

問 6 脊椎動物の自律神経系は、主として二種類の神経からなっている。二つの自律神経の名称をあげ、それぞれの神経が心臓の拍動数におよぼす影響を 5 字以内で答えよ。

選択問題〔Ⅲ〕または〔Ⅳ〕のいずれか一方を選択して解答すること。

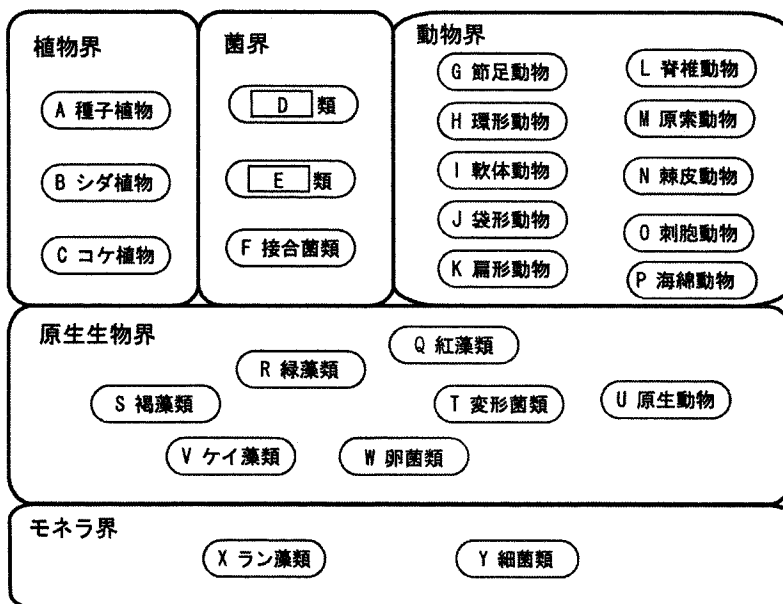
〔Ⅲ〕 生物の分類と系統，生活環に関する以下の文章を読み，問1～問9に答えよ。

答えは解答欄に記入せよ。

古代ギリシャ時代より，生物はさまざまな基準にもとづいて分類されてきた。古くは，生物は動物と植物の二つの界に分類されていたが，その後，各生物についての理解が深まり，現在，図に示したように五つの界からなる分類体系が提案されるようになった。

地球上には少なくとも150万以上の生物の種が存在するといわれている。それぞれの生物には世界共通の名称である学名が与えられている。たとえばクロマツという植物は，*Pinus thunbergii* Parlatores と表記される。このような表記法を といい，種を表すのに と の2語をならべ，さらにその後に命名者の名前を記したものである。これを確立したのはスウェーデンの博物学者 である。

陸上植物のなかまで雄性配偶子にべん毛があるのは，コケ植物とシダ植物，ごく一部の裸子植物である。シダ植物の雄性配偶子は配偶体である の という袋状の器官にできる。この雄性配偶子は，雌性配偶子である と，大きさ・形が著しく違っている。このように雌雄で大きさ・形の違う配偶子を と呼ぶ。



図

問 1 文章中の ～ にもっとも適当な語句または人名を記入せよ。

問 2 図中のA～Yの生物群で、クロロフィルaとbの両方を持ち、しかも維管束をもたない生物群をすべて選び、記号で答えよ。

問 3 図中のA～Yの生物群で、クロロフィルaとcの両方をもつ生物群をすべて選び、記号で答えよ。

問 4 菌界は二界説では植物の一群として理解されていたが、五界説では植物界と区別されるようになった。その理由を30字以内で述べよ。

問 5 菌界を分類すると三つの大きな群に分けることができる。図中の , に適当な菌類群の名を記入せよ。

問 6 図に示した動物界の各動物群G～Pは、さまざまな特徴でまとまった群である。つぎの(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 外骨格をもち、しかも体節からなる動物はどれか、記号G～Pで答えよ。

(2) カイチユウ、イソギンチャク、ナマコはそれぞれ、どの動物群に属するか、その動物群を記号G～Pで答えよ。

問 7 種子植物には裸子植物と被子植物の2群がある。両群を区別するもっとも重要な特徴を二つあげ、50字以内で述べよ。ただし、「子房」、「受精」という語を必ず用いること。

問 8 被子植物の完成した胚のうを、それを構成する細胞とその配置がわかるように解答欄に図示せよ。ただし、卵細胞がどれであるか矢印で示すこと。

問 9 コケ植物と被子植物の生活環を比較し、それぞれの配偶体と孢子体の大きさの関係の違いを50字以内で述べよ。

選択問題〔Ⅲ〕または〔Ⅳ〕のいずれか一方を選択して解答すること。

〔Ⅳ〕 生物の個体群に関する次の文章(1)と(2)を読み、問1～問8に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

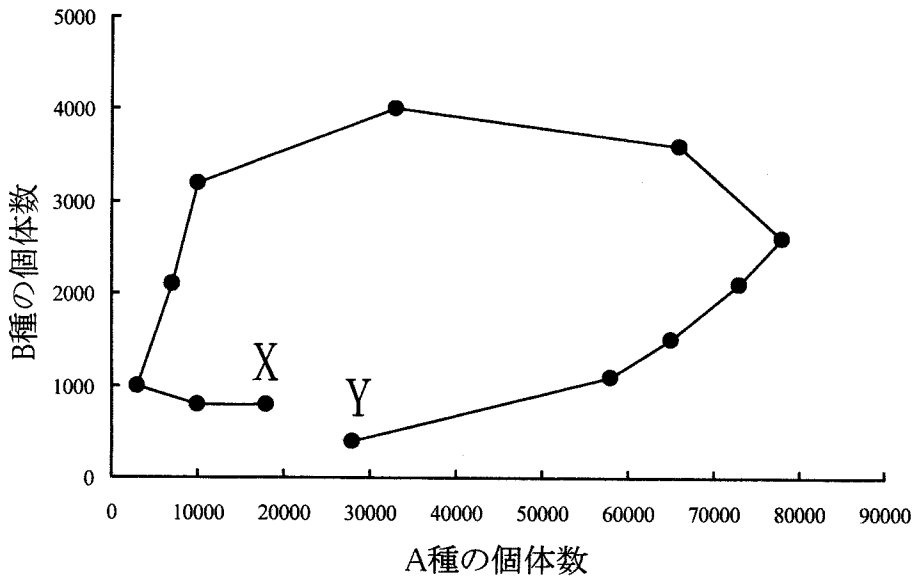
(1) 個体群を構成する生物の個体数の増加を個体群の成長という。個体群の成長を抑制する要因がない状態では、個体群は、その生物が本来もっている増殖率を維持して成長するため、^(a)個体数は急速に増加する。しかし、個体群密度が高くなるにつれて、^(b)個体群が生育・生存する場の環境条件が悪化し、その結果、^(c)さまざまな密度効果によって、個体群の成長速度は低下する。

(2) ある地域には捕食者と被食者の関係にある2種の動物、A種とB種が生息しており、捕食者は被食者を主要な栄養源として利用している。これらの捕食、被食の関係は、互いの個体数に強く影響をおよぼしている。A種とB種の年ごとの個体数変動を明らかにするために、標識再捕法による調査を毎年、同じ季節に行った。標識再捕法では、個体群を構成する個体の一部を捕獲し(1回目の捕獲)、適切な標識をつけてもとの個体群に戻したのちに、2回目の捕獲を行う。2回目の捕獲個体のなかで標識のつけられている個体の数を調べ、これらをもとに全個体数の推定を行う。全個体数をNとすると、

$$N = \frac{\boxed{\text{ア}} \times \boxed{\text{イ}}}{\boxed{\text{ウ}}} \quad \text{式(1)}$$

となる。

ある年の調査では1回目に150個体のB種を捕獲した。これらに標識をつけて^(d)放し、数日後に再び150個体を捕獲したところ、標識をつけた個体が6個体確認された。このような調査を12年間にわたって行い、A種とB種の個体数を調べた。両種の毎年の個体数をグラフ上に点(●)で示し、連続する年の調査結果を線で結んだところ、図のようになった。



図

- 問 1 下線部(a)の条件下で、ある生物の個体数が1世代につき50%ずつ増加したとき、3世代後には、個体数は何倍になっているか。有効数字2桁で答えよ。
- 問 2 下線部(b)について、具体的にどのように環境条件が悪化するか。ほ乳類の個体群について考えられる例を三つあげよ。
- 問 3 下線部(c)にあげた、個体群の成長速度を低下させる密度効果にはどのようなものがあるか。ほ乳類について考えられる例を三つあげよ。

問 4 式(1)の ア ~ ウ に入る最も適切なものを以下の①~⑤の中から選び、記号で答えよ。

- ① 1 回目に捕獲した個体数
- ② 1 回目に捕獲されなかった個体数
- ③ 2 回目に捕獲した個体数
- ④ 2 回目に捕獲した個体のうち標識のついていた個体数
- ⑤ 2 回目に捕獲した個体のうち標識のついていなかった個体数

問 5 下線部(d)において、調査対象地域に生息する B 種の全個体数を推定せよ。

問 6 文章(2)の調査において標識再捕法が正しく行われるために必要な条件を、以下の①~⑥の中からすべてを選び、記号で答えよ。

- ① 1 回目と 2 回目の捕獲の間における個体の死亡や出生が、無視できるほど少ないこと。
- ② 捕獲する個体数は 1 回目と 2 回目で同数であること。
- ③ 異なった種で比較するときは、それぞれ同数の個体数を捕獲すること。
- ④ 調査対象地域内と対象地域外で、個体の出入りが無いこと。
- ⑤ 1 回目と 2 回目の捕獲の間隔は動物の種によらず一定であること。
- ⑥ 標識の有無によって捕獲率に差が出ないようにすること。

問 7 図から判断して、A 種、B 種のどちらが捕食者と考えられるか。また、その理由を 30 字以内で説明せよ。

問 8 図中の 2 点 X、Y はどちらが最初の年の結果を示していると考えられるか。また、そのように判断した理由を 60 字以内で説明せよ。