

# 平成 24 年度 入学試験問題

## 理 科

	ページ
物 理	1～8
化 学	9～22
生 物	23～34
地 学	35～41

化学については、問題 **1** から問題 **5** までは必ず解答し、問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

## 生 物

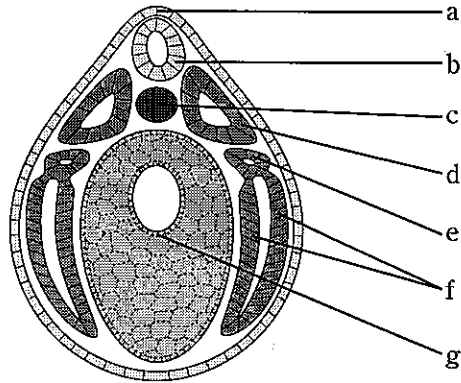
1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

カエルの発生過程において、原腸胚の時期には原口から胞胚表面の一部が陥入し始め、陥入が進むにつれて3つの胚葉を区別できるようになる。次の神経胚の時期に入ると、背側の外胚葉が平たくなった神経板となり、その両側が盛り上がり、中央は陥入して 1 となり、やがて神経管になる。神経胚から尾芽胚の時期には、神経管以外の種々の器官の原基も形成される。外胚葉は主として神経管と表皮になり、内胚葉は消化管の原基になる。中胚葉の背側は脊索<sup>(7)</sup>になり、中胚葉の側方は 2 ，腎節<sup>(4)</sup>、側板に分かれる。これらの原基から、次第にそれぞれの器官が形成されるが、多くの器官は複数の胚葉が組み合わされて形成される。例えば、小腸における 3 ，平滑筋、末梢神経はそれぞれ異なった胚葉から生じたものである。

器官形成において、まわりの細胞に働きかけ、その細胞群を分化させる働きを誘導といい、そのような働きをもつ部分を 4 という。眼の形成過程における誘導の連鎖としては、最初に 5 の影響を受けて外胚葉から神経管が誘導される。神経管はやがて前方が膨らんで脳になり、脳の左右両側に眼胞という膨らみができ、先端部がくぼんで 6 となる。 6 はすぐ前方の表皮から水晶体を誘導する 4 として働き、 6 自体は網膜へと分化する。さらに水晶体は接する表皮から 7 を誘導する。

問1 文章中の 1 ～ 7 にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 次の図はカエルの尾芽胚の横断面を示したものである。



- (1) 文章中の下線(ア)と下線(イ)は図中のどこか、a~g の記号で記せ。
- (2) 図中の c の原基に誘導されて形成されたのは図中の何か、a~g の記号で記せ。
- (3) 図中の f から形成される器官または組織の名称を 2 つ記せ。

問 3 シュペーマンは胚の色が異なる 2 種のイモリの初期原腸胚と初期神経胚を用いて、予定運命の異なる領域間で交換移植実験を行った。初期原腸胚から予定神経域の一部と、別の初期原腸胚から予定表皮域の一部を切り出し、交換移植を行ったところ、移植した予定神経域片は表皮になり、予定表皮域片は神経板になった。つまり、移植片はどちらも移植元の予定運命どおりにはならず、移植先の予定運命にしたがって分化した。同様の実験を、初期神経胚を用いて行ったところ、移植片は移植元の予定運命どおりに分化した。

- (1) 交換移植実験において、移植元と移植先で色が異なる胚を用いた理由を、70 字以内で述べよ。
- (2) この実験結果から明らかになったことを、100 字以内で述べよ。

2 次の文章を読み、問1～問2に答えよ。

19世紀後半のイギリスの工業地帯では、ガの一種であるオオシモフリエダシヤクで、体色が黒っぽい暗色型の個体数が増加した。これは、工業化の発展とともに、工業地帯のガの生息場所となっている森の樹皮などが田園地帯よりも黒ずみ、体色が明るい明色型の個体よりも暗色型の方がガの捕食者である鳥に見つかりにくくなったためだと考えられている。

問1 工業地帯と田園地帯で、暗色型、明色型の生存率を調査したところ、以下の表に示す結果を得た。自然選択による生物進化は、個体の形質にばらつきがある(変異)、形質は多少なりとも遺伝する(遺伝)、ある形質の個体は他の個体よりも生存や繁殖に有利であるため次世代により多くの子を残す(淘汰)、という条件が満たされたときに生じると考えられる。この表からは、変異・遺伝・淘汰という生物進化の3条件のうち、いずれが満たされていると読み取れるか。そのすべてを答えよ。

生息環境	暗色型	明色型
工業地帯	0.80	0.20
田園地帯	0.40	0.60

問2 ガの体色は、常染色体上に存在する2つの対立遺伝子Aおよびaで決まり、暗色型が明色型に対して完全に優性である(ここで、Aは優性遺伝子、aは劣性遺伝子とする)。純系の暗色型100個体と、純系の明色型100個体を工業地帯に放したところ、暗色型は20%、明色型は80%が鳥に捕食されて個体数が減少した。

(1) 鳥により捕食された後のガの個体数を、雌雄別、遺伝子型別に記せ。  
ただし、放たれた個体も生き残り個体も雌雄比は1:1とする。

- (2) 生き残った各雄からの精子と各雌からの卵が特定の偏りなく交配するとき、受精卵の遺伝子型の頻度はどのようなものになるか。最も簡単な整数比で記せ。ただし、各個体を作る精子・卵の数に違いはないとする。
- (3) 次世代の受精卵のうち、暗色型のは全体の何%になると期待されるか。整数で記せ。
- (4) 上記(3)の世代から人為的に明色型の個体だけをすべて取り除くことに成功した。この場合、その次の世代に明色型の個体は発生するか。理由を含めて100字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

血液中のグルコース濃度(血糖量)の恒常性は、視床下部を最高位の中樞とした内分泌系と自律神経系などの協調的な作用によって維持されている。

食後、腸から吸収されたグルコースによって血糖量が上昇すると、すい臓の [ 1 ] 細胞がこれを感知し、 [ A ] の分泌が促進される。 [ A ] は標的臓器である肝臓や筋肉でグルコースの取り込みを促進し [ 2 ] の合成を促すことで血糖量を減少させる。一方、運動を行うことにより筋肉などでグルコースが消費されて血糖量が減少すると、それを感知した視床下部は、自律神経系の [ 3 ] 神経の作用を介して副腎髄質から [ B ] の分泌を、また、すい臓の [ 4 ] 細胞から [ C ] の分泌を促進させる。 [ B ] と [ C ] はともに肝臓に蓄えられている [ 2 ] をグルコースに分解して血液中に放出することで血糖量を増加させる。このほかに、 [ 5 ] から分泌される副腎皮質刺激ホルモンによって副腎皮質から [ D ] が分泌される。 [ D ] は、 [ 6 ] をグルコースに変えることで血糖量を増加させる。そして、この血糖量の増加により [ B ] , [ C ] , [ D ] の分泌は低下し、血糖量の増加は抑えられる。このような血糖量の恒常性を保つ調節機構をフィードバックと呼ぶ。

この調節機構は、血糖量だけでなく血液中のカルシウム濃度の恒常性維持にも関係している。血液中のカルシウム濃度の低下を感知した副甲状腺から分泌されるパロトルモン(副甲状腺ホルモン)は、血液中のカルシウム濃度を上昇させる。そして、このカルシウム濃度の増加によりパロトルモンの分泌は低下し、カルシウム濃度の増加は抑えられる。

問1 文章中の [ 1 ] ～ [ 6 ] にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文章中の [ A ] ～ [ D ] にあてはまるホルモンの名称を記せ。

問 3 文章中の  細胞と  細胞などからなる内分泌腺の名称を記せ。

問 4 文章中の下線部に記した現象をもたらすパラトルモンの 2 つの作用を、60 字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物の光合成には、適した二酸化炭素濃度、光の強さ、温度などの条件が必要である。これらのうちどれか1つでも最適でなくなると、光合成速度は低下する。このように光合成速度を制限している条件を  と呼ぶ。

同じ葉面積を持つ2種の植物A、Bの鉢植えを密閉した容器に入れて、中に二酸化炭素を十分な濃度になるように注入した後、光を当てて光合成を行わせた。光の強さを変え、他の条件はすべて同じにして、時間とともに容器内の二酸化炭素濃度の変化を記録したところ、右ページの図のようになった。どちらも光の強さの増大により二酸化炭素濃度の減少速度が大きくなったが、植物Bでは10キロルクスと12キロルクスの時の減少速度には差が見られなかった。このことは、8から10キロルクスの間に植物Bの  があることを示している。

問1 文章中の  ,  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 植物A、Bそれぞれについて、図から光の強さと二酸化炭素吸収速度 ( $\text{mgCO}_2/\text{m}^3/\text{時}$ ) の関係を読み取ってグラフに記入せよ。植物Aは●、植物Bは△を用いて示すこと。

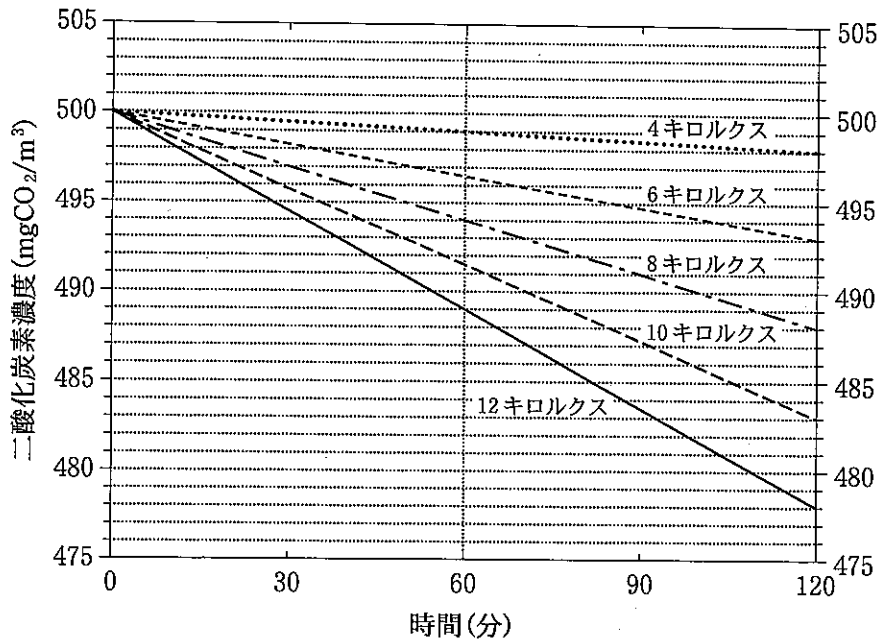
問3 植物A、Bそれぞれの呼吸速度を小数第1位まで求めよ。単位は  $\text{mgCO}_2/\text{m}^3/\text{時}$  を用いること。ただし、それぞれの植物の光合成速度が光の強さにより変化する部分では、両者の関係は一次関数であり、かつ呼吸速度は実験中一定であったと仮定する。

問4 植物A、Bそれぞれの呼吸速度と光合成速度が一致する光の強さは何キロルクスか。小数第1位まで求めよ。条件は問3と同じとする。

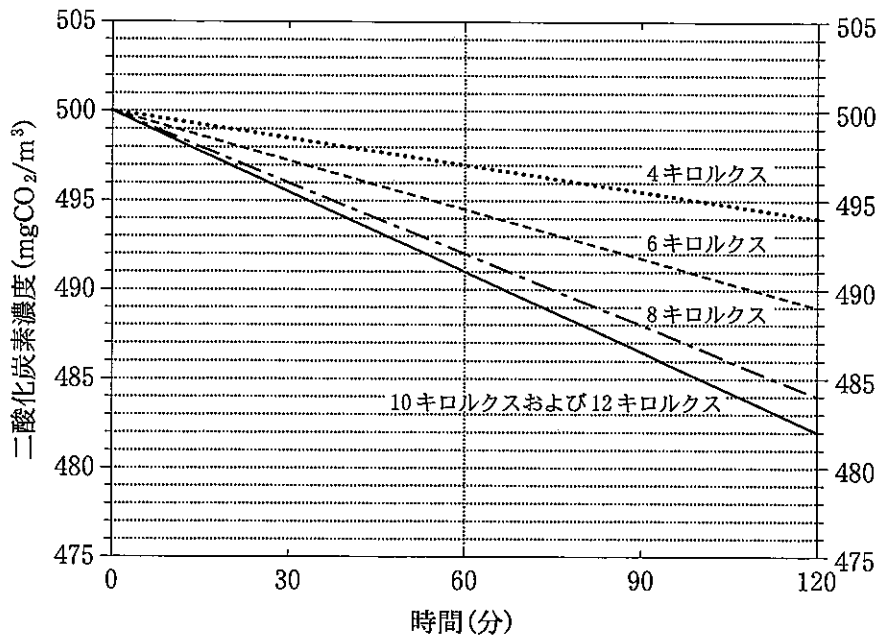
問5 植物A、Bのうち、光がより弱い条件で生育することができるのはどちらか。またその理由について「補償点」という語句を使用して、100字以内で説明せよ。



### 植物 A



### 植物 B



5 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

血液は血球と  より成る。怪我等をして出血をした場合、 中のタンパク質分解酵素の一つである  が、基質である  に作用し、 が形成され傷口をふさぐため止血がおきる。この現象は試験管内でも再現できる。血液を試験管内で静置すると、 に血球が絡まり沈殿物ができる。この沈殿物を  といい、残った上澄みは  という。

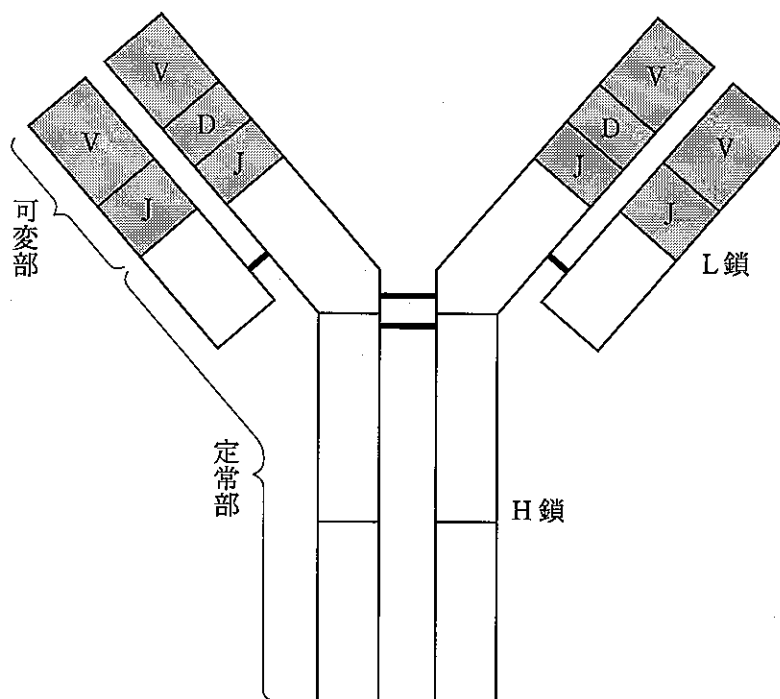
傷口から病原体が侵入すると、生体は病原体を排除するために様々な免疫反応を起こす。病原体の数は無数にあるが、生体は膨大な数の病原体に対してそれぞれに対応した抗体を体の中で産生することができる。

問1 文章中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文章中の下線部において、試験管内の血液に十分な量のクエン酸ナトリウムを加えると、あるイオンが血液中から除かれてこの現象は起きなくなる。このとき除かれるイオンは何か。

問3 膨大な数の病原体に対して、それぞれに対応した抗体を産生できる仕組みに関しては長い間いくつかの説が提唱されてきたが、1970年代に「遺伝子再構成」という仕組みであることが解明された。この遺伝子再構成を起こす免疫細胞は体の中で2種類あるがそれは何か。名称を記せ。

問 4 以下の図は抗体(免疫グロブリン)の基本構造を示したものである。抗体の多様性は膨大な数の病原体に対応しているが、この多様性が生じるメカニズムをこの図を参考に、遺伝子再構成の観点から 180 字以内で説明せよ。



6 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

核酸分子は [ 1 ] ， [ 2 ] と塩基が結合したヌクレオチドという構成単位が長くつながった物質である。遺伝子の本体は核酸の一種で [ 3 ] である。この核酸には他に [ 4 ] がある。 [ 3 ] のヌクレオチドを構成している塩基には4種類、 [ 5 ] ，グアニン，シトシン，アデニンがある。

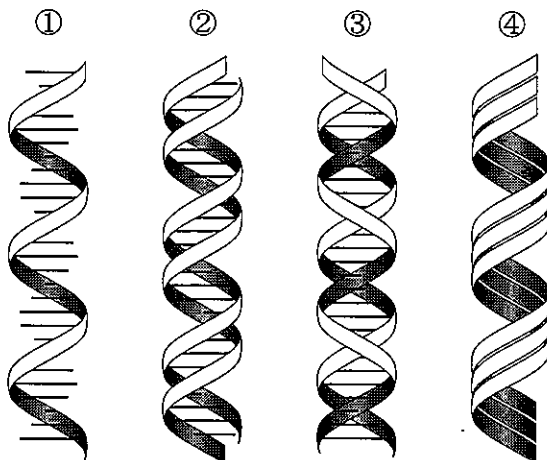
[ 3 ] の立体構造は、ヌクレオチド鎖が対をなす構造である。そして対をなす鎖の間は4種類の塩基が相補的な塩基対を形成している。

[ 4 ] には3種類あるが、そのうちタンパク質のアミノ酸配列の情報を [ 3 ] から写し取ったものを [ 6 ] という。リボソームは [ 6 ] に結合して [ A ] 個の塩基配列ごとに1個のアミノ酸を対応させてポリペプチド鎖を合成してタンパク質を作り出す。

この [ 3 ] → [ 4 ] →タンパク質、という遺伝情報の流れは生物に共通する原則である。

問1 文章中の [ 1 ] ～ [ 6 ] にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文章中の下線部(ア)の立体構造の名称を記せ。またその構造を示すものは下記の①～④のうちどれか記号で答えよ。



問 3 文章中の  に当てはまる数字を記せ。

問 4 ある天体にはアミノ酸が 100 種類あり、地球上の生物と同じ核酸を利用して、100 種類のアミノ酸からタンパク質を作り出す生物が存在していると仮定する。核酸中の連続した塩基の並び方で各々のアミノ酸に対応している場合、100 種類すべてのアミノ酸に対応するには最低何個の塩基の並びが必要か。理由を含めて 160 字以内で説明せよ。なお、塩基の並びは決まった一定の数であるとする。

問 5 ヒトの肝臓から回収した  の塩基の含有量を調べたところ、 が 30.3 % を占めていた。この  中の残りの塩基 3 種、グアニン、シトシン、アデニンそれぞれの含有量を % で小数第 1 位まで示せ。

問 6 文章中の下線部(イ)に関して、この原則を何というか記せ。