

理 科

<監督者の指示があるまで開いてはいけない>

1. 受験票に指定した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 下書きや計算は問題用紙の白紙部分を利用しなさい。
3. 記入中でない解答用紙は必ず裏がえしにしておきなさい。
4. 問題用紙は各科目の試験終了後持ち帰ってもよい。
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

問 題 目 次

物 理	1	～	3	ページ
化 学	4	～	11	ページ
生 物	12	～	17	ページ

生 物

1. 個体の成り立ちについて、各問いに答えよ。

I. 多数の細胞により構成されている生物を多細胞生物という。多細胞生物では同じ形態や機能を持った細胞が集まって組織をつくり、組織が集まって器官を形成し、器官が集まり個体ができる。複雑な体制を持つ多細胞生物では、このような階層構造が共通してみられる。

問 1. 動物の上皮組織は、その働きにより保護上皮や分泌上皮などに分類される。これら以外の上皮組織の種類を2つ答えよ。

問 2. 結合組織についての次の文章のうち、誤っているものを選び、記号で答えよ。

- ア. 動物体中で、量が一番多い組織である。
- イ. 外胚葉由来である。
- ウ. 細胞間にコラーゲンが含まれる。
- エ. 血液は、結合組織の一つである。
- オ. 皮膚の真皮は結合組織である。

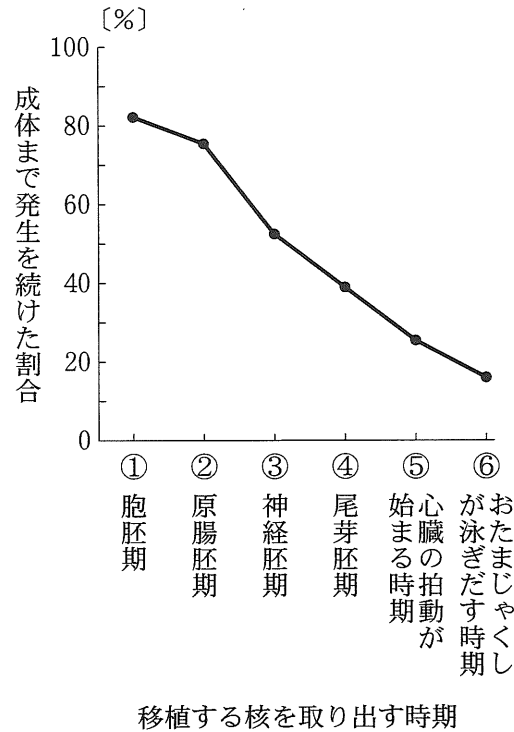
問 3. 平滑筋に当てはまる特徴をすべて選び、記号で答えよ。

- a. おもに内臓筋である。
- b. 横紋が見られる。
- c. 不随意筋である。
- d. 単核の細胞よりなる。
- e. 収縮を繰り返すと疲労しやすい。
- f. 緩やかな持続的収縮を行う。
- g. 敏速な収縮を行う。

問 4. 神経系は、動物の進化に伴い散在神経系から集中神経系へと移行する。動物界の系統樹において、集中神経系が最初に出現する門の名称を答えよ(例：脊椎動物門)。

問 5. 下線部において、動物と植物の階層構造の違いについて述べよ。

II. アフリカツメガエルのうち、核小体を2個もつA系統と核小体を1個もつB系統を用いて核の移植実験を行った。十分に紫外線照射したA系統の未受精卵中にB系統のいろいろな発生段階の細胞から取り出した核を移植した。図は移植後、胞胚期まで発達した胚がその後、成体まで発生を続けた割合を示している。



問 6. 図中の①～⑥の発生時期のうち、脳や脊髄が形成される時期を番号で答えよ。

問 7. この実験に関する文章のうち、正しいものを下記から選び記号で答えよ。

- ア. この実験で得られた個体のすべての細胞は、2個の核小体をもつ。
- イ. 分化した細胞の核にも全能性がある。
- ウ. 核を移植後、細胞は増殖し一時的にカルス化する。
- エ. 紫外線の照射が発生の引き金となる。

問 8. 移植する核を取り出す時期が発生の後期になるほど、成体まで発生を続ける割合が低下する。その理由を考察せよ。

2. 次の①～⑤は光合成の反応経路を表している。各問いに答えよ。

- ① 光エネルギーは光化学系Ⅰと光化学系Ⅱの色素複合体によって吸収され、クロロフィル a に伝えられる。活性型となったクロロフィル a からは電子 e^- が放出され、光化学系Ⅱからの e^- は、へ渡される。
- ② H_2O が分解され H^+ 、 O_2 、 e^- が生じる。
- ③ 光化学系Ⅰより放出された e^- は、 H^+ とともに X に受容され、還元型 X が生成される。
- ④ 光化学系Ⅱから に渡された e^- は、酸化還元反応により次々と渡される。このとき、 e^- が持っているエネルギーを使って ATP が生産される。
- ⑤ ATP と還元型 X を用いて CO_2 を固定し、有機化合物が合成される。

問 1. ア、イの の中に適当な語を記入せよ。

問 2. ①～⑤の反応経路のうち、チラコイドで起こる反応をすべて選び、番号で答えよ。

問 3. ①～⑤の反応経路のうち、反応に酵素が関与し、光の影響を受けない反応をすべて選び、番号で答えよ。

問 4. 反応経路②で生じた e^- は、その後どのように用いられるか。

問 5. 反応経路④のしくみは、ミトコンドリアにおける酸化的リン酸化のしくみと類似している。反応経路④のしくみを何と呼ぶか。

問 6. ①～⑤の全経路は $6 CO_2 + 12 H_2O + \text{光エネルギー} \rightarrow (C_6H_{12}O_6) + 6 H_2O + 6 O_2$ の式で表すことができる。右項の $6 O_2$ は、左項の $6 CO_2$ と $12 H_2O$ のどちらに由来するかを調べるため、ルーベンほどのような実験を行ったか。簡潔に述べよ。

問 7. 一般的な植物細胞において、ATP を生産する葉緑体以外の細胞小器官または構造名を 2 つ答えよ。

問 8. 熱帯原産のトウモロコシやサトウキビは、 CO_2 をカルビン—ベンソン回路に直接取り込むことなく、まず別の回路に取り込み、 C_4 物質であるリンゴ酸などをつくりだすため C_4 植物と呼ばれている。次の 1～5 は、一般的な C_3 植物と比較した場合の C_4 植物の特徴を表している。誤っているものをすべて選び、番号で答えよ。

1. 光合成の適温が高い。
2. 光飽和点が低い。
3. 強い光の下での光合成速度が大きい。
4. 大気中の CO_2 濃度が限定要因になりやすい。
5. 維管束鞘細胞が発達し、葉緑体を豊富にもつ。

問 9. CAM 植物は、気孔の開閉に関して一般の植物とは異なる特徴をもっている。その特徴を述べよ。

3. 免疫に関する各問いに答えよ。

I. X線の照射によってすべてのリンパ球を殺したマウスを用いて、次の1～3の実験を行った。

〔実験1〕 このマウスに、同系でX線照射していないマウスの胸腺細胞を注射したのち、ヒツジの赤血球を注射した。

〔実験2〕 このマウスに、同系でX線照射していないマウスの骨髄細胞を注射したのち、ヒツジの赤血球を注射した。

〔実験3〕 このマウスに、同系でX線照射していないマウスの胸腺細胞と骨髄細胞を混ぜて注射したのち、ヒツジの赤血球を注射した。

問 1. 実験1～3のうち、マウスの体内にヒツジの赤血球に対する抗体が最も多く産生されるのはどれか、番号で答えよ。

問 2. この実験結果より、どのようなことが明らかとなるか、述べよ。

問 3. 次の1～4の文章のうち、誤っているものを1つ選び、番号で答えよ。

1. 自己以外のタンパク質、多糖類は抗原になる。
2. 抗原は抗体との反応により不溶性の粒子となり、白血球の食作用を受ける。
3. 1つのB細胞は1種類の抗体をつくり、1つのT細胞は多様な抗原を認識する。
4. 抗体は、免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質であり、H鎖とL鎖が2本ずつの4本のポリペプチドからできている。

問 4. われわれの周辺には無数に近い抗原が存在するが、それに対して人体には 10^7 種類以上の抗体が用意されている。

- (1) 抗原と結合する抗体上の部分を何と呼ぶか。
- (2) 抗原と結合する部分をつくりだすためのDNA領域には、多様な抗原に対応するため、ある特異な現象が起きている。利根川進らによって発見されたこの現象は次のア～エのうちのどれか。記号で答えよ。

ア. 遺伝子の突然変異

イ. 交叉による遺伝子の組換え

ウ. 遺伝子の再編成

エ. 相同染色体の任意の分配

問 5. 次のア～オの免疫現象のうちから、抗体が関与しないものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. ツベルクリン反応

イ. 花粉症

ウ. 臓器移植の拒絶反応

エ. 血液型不適合

オ. じんましん

問 6. 次のエイズ(AIDS)についての説明のうち、誤っているものをすべて選び、番号で答えよ。

1. HIV は、血しょう中で増殖する。
2. HIV は、B 細胞を破壊する。
3. HIV は、T 細胞を破壊する。
4. エイズ患者は、体液性免疫が低下する。
5. エイズ患者は、細胞性免疫が低下する。

II. 皮膚移植に関する次の 1～3 の実験を行った。

〔実験 1〕 A 系統のマウスに、別の A 系統のマウスの皮膚片を移植したところ、皮膚片は生着した。

〔実験 2〕 A 系統のマウスに、B 系統のマウスの皮膚片を移植すると、皮膚片は 10 日後に脱落した。

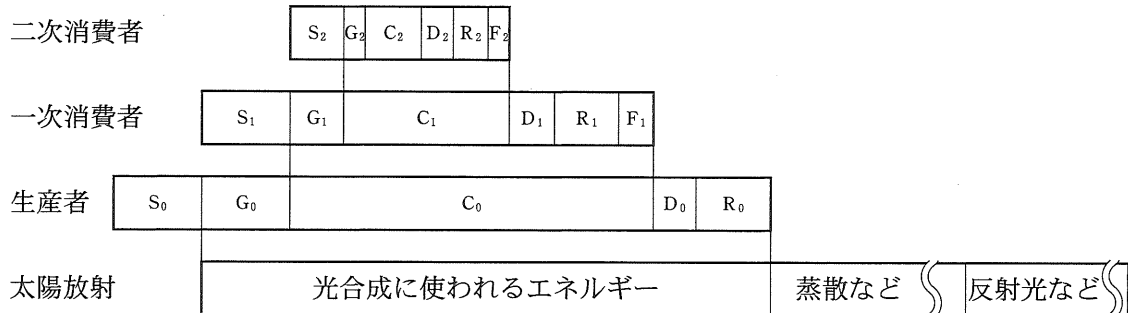
〔実験 3〕 実験 2 の A 系統のマウスに、再び B 系統のマウスの皮膚片を移植したところ、皮膚片は 5 日後に脱落した。

問 7. 次の(1)および(2)の条件で皮膚移植を行った場合、皮膚片はどのようになると考えられるか。皮膚片の脱落が起こる場合は、予想される日数も示して解答欄 I に答えよ。また、その理由を解答欄 II に述べよ。

- (1) A 系統の生まれた直後のマウスに、B 系統のマウスのリンパ球を注射し、成長したこの A 系統のマウスに、B 系統のマウスの皮膚片を移植する。
- (2) 皮膚移植をうけたことのない A 系統のマウスに、あらかじめ胸腺を除去した B 系統のマウスの皮膚片を移植する。

4. 生態系に関する次の各問いに答えよ。

I. 下図は生態系における各栄養段階の有機物の収支を模式的に示している。ただし、三次消費者以上は省略してある。



問 1. 生態系とは何か、簡潔に説明せよ。

問 2. 図中の G は成長量, D は枯死・死亡量を表している。F は何を表しているか、次のア～オより選び、記号で答えよ。

ア. 最初の現存量 イ. 被食量 ウ. 呼吸量 エ. 不消化排出量 オ. 摂食量

問 3. 生産者における純生産量を図中の記号を用いた式で表せ(例 $S_0 + R_0$)。

問 4. 二次消費者における同化量を図中の記号を用いた式で表せ。

問 5. 最高次消費者まで含むすべての栄養段階の G, D, R, F のエネルギー総和は、何と等しくなるか、答えよ。

問 6. S, G, C, D, R, F のうち、分解者によって利用されるものをすべて答えよ。

II. 森林生態系で最も平衡が保たれ、安定している状態を極相林と呼ぶ。極相林では純生産量は a となり、生物量は b となる。

問 7. 次のア～カのうち、極相林の特徴について誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア. 植物の種類が最大となる。
- イ. 食物網が複雑に入り組んでいる。
- ウ. 陰樹林である。
- エ. 小さく軽い種を作る木が多い。
- オ. 地表は腐植層が発達している。
- カ. ギャップのもとでは、二次遷移が起こる。

問 8. 文中の a, b の に最も適した語句を次のア～エより選び、記号で答えよ。

ア. プラス イ. マイナス ウ. ほぼゼロ エ. ほぼ一定

問 9. 問 8 の a についての理由を述べよ。