

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。

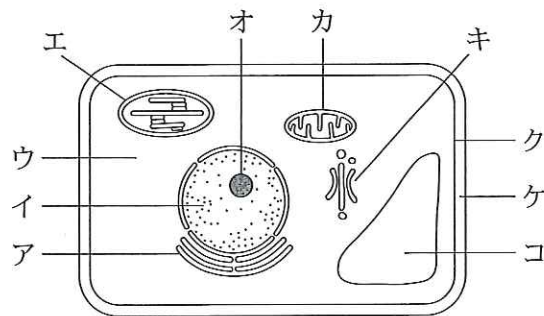
問 題 目 次

物 理	1 ~ 5	ページ
化 学	6 ~ 13	ページ
生 物	14 ~ 20	ページ

生 物

1. 細胞と酵素に関する各問いに答えよ。

(I) 下図は電子顕微鏡を用いて観察した植物細胞を模式的に表わしたものである。電子顕微鏡は、光学顕微鏡に比べて著しく分解能(解像力)が高く、その限界値は約0.2 nmといわれている。次の各問いに答えよ。



問 1. 下線部の分解能とは何か、簡潔に答えよ。

問 2. 光学顕微鏡の分解能の限界値は次のうちのどれか。最も適当なものを1つ選び記号で答えよ。

- a. 0.2 mm b. 2 μm c. 0.2 μm d. 20 nm e. 2 nm

問 3. 次の(1)~(3)の各々に該当する最も適当な細胞小器官または構造を図中のア~コより1つ選び、()内に記号を記し、その名称を答えよ。

- (1) 神経細胞などの分泌が盛んな細胞でよく発達している。
- (2) リボソームが結合することがあり、タンパク質などの輸送に関与する。
- (3) メチルグリーン・ピロニン染色によって、高濃度のRNAが検出される。

(II) 細胞の中では、多数の化学反応が酵素のはたらきによって効率よく進行している。酵素の本体はタンパク質であるが、酵素の中には(ア)と呼ばれるタンパク質部分に補酵素が結合し、ホロ酵素を形成するものもある。酵素が存在すると反応が進みやすくなるのは、反応しやすい状態にするために必要な(イ)エネルギーが(ウ)ため、常温下でも多くの分子が(イ)エネルギーに達するからである。このとき、反応エネルギーは(エ)。

問 4. (ア)、(イ)に適切な語句を記入せよ。

問 5. (ウ)、(エ)に該当する語句を次のa～cより選び、記号で答えよ。

- a. 上昇する b. 低下する c. 変化しない

問 6. 試験管 A と B に 3% 過酸化水素水を等量入れ、A に肝臓片を入れたところ、酸素の気泡が発生したが、やがて発生は停止した。次に、A 中の肝臓片を取り出し B に入れた。次のア～エより B 中での酸素の気泡の発生量について正しいものを選び、記号で答えよ。

- ア. A に入れたときより増加する。 イ. A に入れたときとほぼ同じである。
ウ. A に入れたときより減少する。 エ. まったく発生しない。

問 7. 多くの酵素が関与する一連の反応系では、最終生産物が初期の段階で働く酵素の活性部位以外の部位に結合し、酵素活性を阻害する場合がある。このような酵素を何と呼ぶか。

問 8. コハク酸脱水素酵素は、クエン酸回路においてコハク酸を基質としているが、そこにマロン酸が存在すると酵素活性が低下する。その理由を述べよ。

2. 血液に関する各問いに答えよ。

(I) ヒトの血液の組成と凝固について調べるため、次の実験 1, 2 を行い、それぞれ結果を得た。

実験 1	試験管に新鮮な血液をとり、室温で 3 時間放置した。
結果	やや黄色い上澄みと暗褐色のかたまりに分離した。
実験 2	(1) 新鮮な血液にクエン酸ナトリウムを加え、その血液を毛細ガラス管にとり室温で 3 時間放置した。次にその毛細ガラス管を毎分 2000 回転で 20 分間遠心分離した。
結果	血液は凝固せず、上から <u>うす黄色の透明な層</u> 、 <u>白色の層</u> 、 <u>赤色の層</u> に分離した。 (2) (3)

- 問 1. 実験 1 で得られた暗褐色のかたまりに含まれる繊維状のタンパク質の名称を答えよ。
- 問 2. 実験 2 において、クエン酸ナトリウムを加えることにより沈殿として取り除かれた、血液凝固に関与する物質の名称を答えよ。
- 問 3. クエン酸ナトリウムを加えること以外に、血液の凝固を阻止する方法を 1 つ答えよ。
- 問 4. 下線(2)の血液成分の名称を答えよ。
- 問 5. 下線(3)の層に含まれる色素タンパク質に類似し、筋細胞において酸素の貯蔵にはたらく色素タンパク質の名称を答えよ。
- 問 6. 下線(2)には含まれ、下線(1)にはほとんど含まれないタンパク質の名称を答えよ。
- 問 7. 血液は多少の酸やアルカリを加えても、大きく酸性やアルカリ性に傾くことはなく中性付近に保たれている。このような作用を何と呼ぶか。
- 問 8. 呼吸によって組織で生じた二酸化炭素を肺まで運ぶ主な血液成分は何か、答えよ。
- 問 9. 次の文章のうち、間違っているものをすべて選び記号で答えよ。
- ア. 鳥類の赤血球には核がある。
 - イ. 血液は結合組織である。
 - ウ. 環形動物の血管系は開放血管系である。
 - エ. リンパ球やマクロファージは白血球の一種である。
 - オ. 赤血球はナトリウムポンプによってナトリウムイオンを積極的に取り込む。

(II) ABO 式血液型の判定をするため、100 人の集団について血液の凝集反応を調べた。その結果、A 型のヒトの血清で凝集反応を示すヒトが 35 人、抗 A 血清で凝集反応を示すヒトが 50 人、いずれの血清でも凝集反応を示さないヒトが 25 人であった。

- 問 10. A および B 抗原は赤血球のどこに存在するか答えよ。
- 問 11. この集団における A 型と AB 型の人数をそれぞれ答えよ。

3. 遺伝子と形質に関する各問いに答えよ。

(I) ヒトの体内には複数の種類のアルデヒド脱水素酵素が存在し、様々な有害物質の解毒にかかわっている。例えば、ALDH 2 というアルデヒド脱水素酵素は、アルコールの分解過程で生じる有害物質を酸化して酢酸に変える。⁽¹⁾ ヒトの ALDH 2 は 500 個のアミノ酸からなるタンパク質であるが、一部の日本人は 487 番目のアミノ酸がリシンに置き換わった変異型の ALDH 2 ⁽²⁾ をもつため酒に弱い。野生型 ALDH 2 の 481 番目のアミノ酸から 490 番目までのアミノ酸配列とこれを指定する mRNA の塩基配列を下に示す。

『グリシン—ロイシン—グルタミン—アラニン—チロシン—トレオニン—
グルタミン酸—バリン—リシン—トレオニン』
『GGGCUGCAGGCAUACACUGAAGUGAAAACU』

問 1. 下線部(1)の代謝反応において、最も重要な内臓器官はどれか。記号で答えよ。

ア. 胃 イ. 小腸 ウ. 肝臓 エ. 腎臓 オ. ぼうこう

問 2. トレオニンに対応するアンチコドンを答えよ。

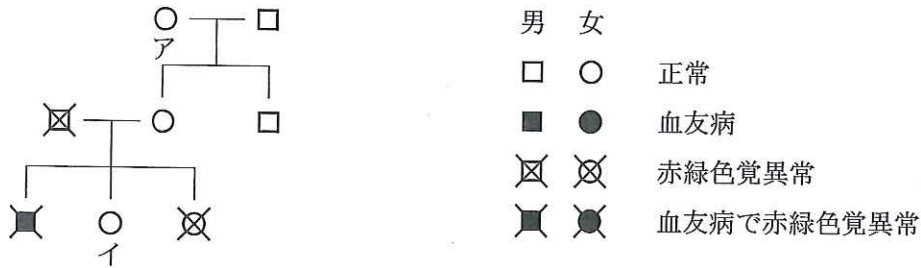
問 3. 下線部(2)の変異型 ALDH 2 を指定する遺伝子の塩基配列を調べたところ、ただ 1 個の塩基が野生型と異なっていた。どのような違いか、該当するアミノ酸を指定する野生型のコドンの配列を解答欄①に、変異型のコドンの配列を解答欄②に答えよ。

問 4. ALDH 2 遺伝子は本来 517 個のアミノ酸を指定しているが、翻訳後に先端部分のポリペプチドが切断・除去されて 17 個分短くなることによって ALDH 2 として成熟する。この除去反応が起こる以前に 1 番目に翻訳されたアミノ酸の名称を答えよ。

問 5. ある遺伝子において、アミノ酸配列を指定する塩基配列に変異が生じ、1 個の塩基が別の種類の塩基に置き換わったが、下線部(2)のようなアミノ酸の置換などの変異は生じなかった。その理由を考察せよ。

問 6. ある地域の集団 1000 人を調べたところ、下線部(2)の変異型 ALDH 2 しかもたないヒトは 124 人、野生型 ALDH 2 しかもたないヒトは 312 人であった。この集団の野生型 ALDH 2 遺伝子の頻度をパーセントで求めよ。

(II) ヒトの血友病遺伝子(a)と赤緑色覚異常遺伝子(b)はともに X 染色体上にあり、それぞれの野生型遺伝子(A, B)に対して劣性である。次に示す家系図中において交さおよび新たな突然変異は起きないものとし、各問いに答えよ。



問 7. 家系図中のアで示す女性の遺伝子型を解答欄①に、各遺伝子がどのように連鎖しているかを解答欄②に述べよ。

問 8. イの女性が、血友病については正常で赤緑色覚異常について患者である男性と結婚した場合、生まれてくる女児の表現型とその比率を答えよ。

(III) ある被子植物がもつ 2 種類の対立遺伝子について、遺伝子型が $mmNn$ の株の花粉を遺伝子型が $Mmnn$ の株のめしべに受粉し種子を得た。

問 9. この種子の胚乳がもつ可能性のあるすべての遺伝子型を答えよ。

4. 生態系に関する各問いに答えよ。

(I) 下表は北アメリカのある森林における物質の収支を示している。

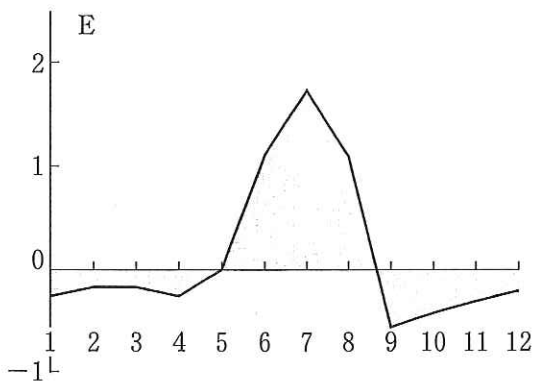
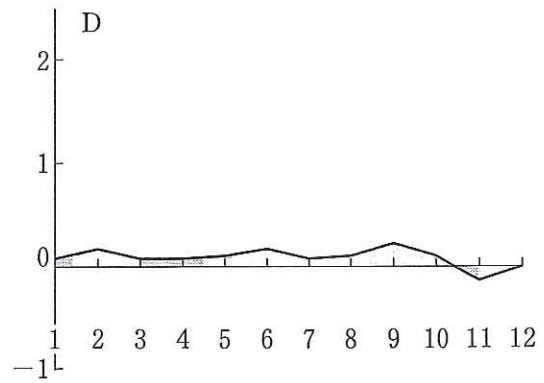
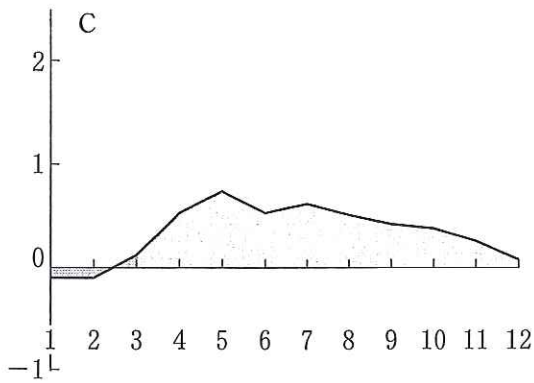
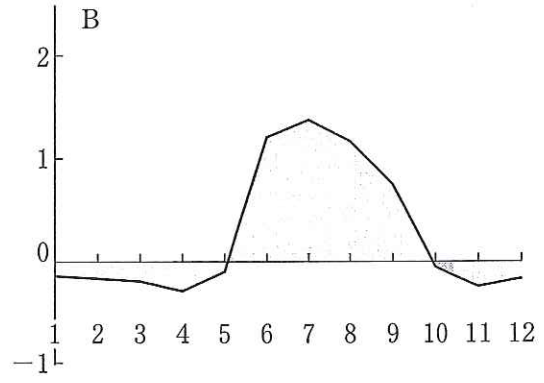
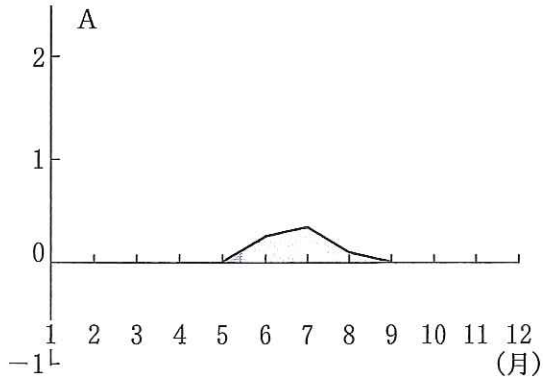
総生産量	2650
生産者の呼吸量	1450
消費者・分解者の呼吸量	650
生産者の被食量	30
落葉・落枝量	360
根の脱落・枯死量	310

(単位：乾燥重量 $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$)

- 問 1. 生態系において、生物の生活が無機的環境に影響をおよぼすことを何というか。
- 問 2. この森林の年間 1 m^2 あたりの純生産量は何 g か。
- 問 3. この森林の年間 1 m^2 あたりの成長量は何 g か。
- 問 4. この森林において腐植質に残る有機物が年間 1 m^2 あたり 50 g であるとき、この森林における年間 1 m^2 あたりの有機物の総蓄積量は何 g か。
- 問 5. 日本人 1 人あたりの二酸化炭素放出量は年間 9.0 トン とする。その放出量のすべてを有機物として蓄積させるとすると、この森林が何 m^2 必要か答えよ。ただし、二酸化炭素 1.0 g は有機物 0.60 g に変わるものとする。答えは 10 の位を切り上げて求めよ。
- 問 6. 生態系の平衡が保たれるために必要な要因を 2 つ挙げよ。
- 問 7. 次の文章のうち正しいものをすべて選び、記号で答えよ。
- ア. 生態系では物質とエネルギーは循環している。
 - イ. 一次消費者の摂食量は生産者の被食量に等しい。
 - ウ. 生産力ピラミッドはピラミッド型が逆転することがある。
 - エ. エネルギー効率は栄養段階が上がるほど小さい。
 - オ. 総生産量と純生産量は森林の高齢化に比例する。
 - カ. 地球全体の純生産量のうち約 $\frac{2}{3}$ が陸地で生産される。

(II) 次の図のうち A~D は世界各地における森林生態系、E は日本の関東地方における水田生態系の純生産量の年間の変化を炭素量で表している。各問いに答えよ。

(トン/ヘクタール・月)



問 8. A~D のうち、ミズナラなどからなる日本の落葉広葉樹林の生態系に該当するものを1つ選び、記号で答えよ。

問 9. E において、1月~5月および9月~12月の値がマイナスになる理由を考察せよ。