

# 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

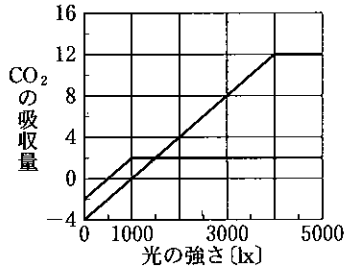
物 理	1 ～ 3	ページ
化 学	4 ～ 11	ページ
生 物	12 ～ 19	ページ

# 生 物

1. 植物の成長と光の関係を調べるため、1～3の実験を行った。各問いに答えよ。

〔実験一〕 ある陽生植物と陰生植物を用いて、光の強さと光合成速度の関係を測定したところ、  
図1のような結果を得た。(lx:ルクス)

図1 [(mg/100 cm<sup>2</sup>)/1時間]



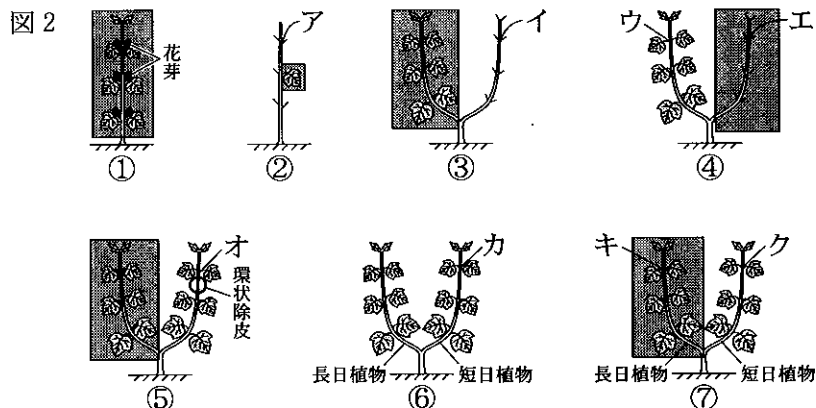
問 1. 次の文中の  の中に、適当な用語を記入せよ。

一般的な植物では、光が十分に得られるときには温度の上昇とともに光合成速度が増すが、  
光が十分ではないときには光の強さが  となるため、温度の影響は小さい。

問 2. 図1において、陽生植物と陰生植物の両方とも生育できるが、陰生植物の方がより成長できる光の強さの範囲を答えよ。

問 3. 図1における陽生植物の葉 500 cm<sup>2</sup> について、1日の間に形成されるブドウ糖の重量を求めよ。ただし、1日のうち12時間は5000 lx、4時間は2000 lxの光が当たり、それ以外は暗黒とする。答えは小数第二位を四捨五入して求めよ。(原子量 C = 12, O = 16, H = 1 とする。)

〔実験二〕 花芽形成に関する光周性について図2のような実験を行った。①～⑤は長日環境下に置かれた同じ種類の短日植物であり、①のように短日処理したところ、植物体全域に花芽を形成した。四角の網掛けは短日処理を表している。②～⑤ではそれぞれ異なる方法で短日処理を行い、③～⑤では枝が2本に分かれた個体を用いた。また、⑥、⑦では長日植物と短日植物を接木したものを長日環境下に置き、⑦では長日植物のみを短日処理した。



問 4. 図 2 中のア～クのうち、花芽が形成される位置はどこか、すべて選べ。

問 5. これらの実験結果から花成ホルモンについてのある性質が明らかになった。その性質について述べよ。

問 6. 次の文中の  にあてはまる適当な用語をア～ウより選び、解答欄Ⅰに記号で答えよ。また、下線部についての理由を解答欄Ⅱに述べよ。

地球上の高緯度地方には  a  が多く分布し、低緯度地方には  b  が多く分布する。

ア. 短日植物            イ. 中性植物            ウ. 長日植物

〔実験—3〕 光発芽種子の一種であるレタスの種子を暗所で吸水させたのち、適温下で次のア～キの処理を行った。

ア. 白色光を当て、暗所にもどした。

イ. 赤色光を当て、暗所にもどした。

ウ. 遠赤色光を当て、暗所にもどした。

エ. 白色光を当てたのち、遠赤色光を当て暗所にもどした。

オ. 赤色光を当てたのち、遠赤色光を当て暗所にもどした。

カ. 遠赤色光を当てたのち、赤色光を当て暗所にもどした。

キ. 赤色光を当て、遠赤色光を当てたのち、再び赤色光を当て暗所にもどした。

問 7. ア～キの処理のうち、種子が発芽するものをすべて選び、記号で答えよ。

問 8. 種子の発芽にはある種の色素タンパク質が関与している。この色素タンパク質は吸収する光によって異なる型に変化する。実験—3 のキの処理をした種子では、色素タンパク質はどのような型になるか、答えよ。

問 9. 休眠中の種子において、発芽の抑制に働く植物ホルモン名を答えよ。

2. 呼吸に関する各問いに答えよ。

I. 生物が行う呼吸のうち、好気呼吸は解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3つの反応段階から成り立っている。これらのうちクエン酸回路では、解糖系で生成されたピルビン酸がミトコンドリア内に入り、 に存在する脱水素酵素と  酵素の働きを受けてC<sub>2</sub>化合物に分解される。C<sub>2</sub>化合物と  の反応によりクエン酸が生じ、クエン酸は一連の回路状の反応により分解される。クエン酸回路では1分子のピルビン酸あたり3分子の  が加わり、水素(10[H])が切り出される。また、3分子のCO<sub>2</sub>と1分子のATPがつくられる。

解糖系やクエン酸回路で生じた[H]は電子伝達系で電子e<sup>-</sup>を放出しH<sup>+</sup>となる。放出されたe<sup>-</sup>は次々と酵素や電子伝達物質の間を受け渡され、この間、e<sup>-</sup>の放出するエネルギーを使ってATPを生成する。電子伝達系を経たe<sup>-</sup>はH<sup>+</sup>とともにO<sub>2</sub>と結合しH<sub>2</sub>Oを生じる。この一連の反応を  という。

問 1. ア～オの  の中に適当な語句を記入せよ。

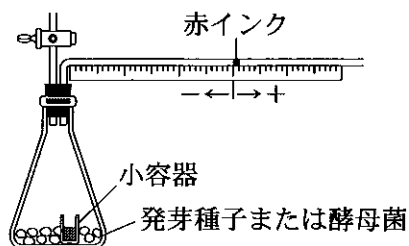
問 2. 下線部(1)の3つの反応段階のうち、反応の途中でATPを消費する段階を答えよ。

問 3. 下線部(2)に該当する物質名を1つ答えよ。

問 4. 下線部(3)において、e<sup>-</sup>の放出したエネルギーはATPが生成される過程でどのようなことに使われるか、述べよ。

II. 生物が呼吸をするときに吸収したO<sub>2</sub>と放出したCO<sub>2</sub>の体積比から、呼吸商を測定する実験を行った。次の図はそのとき用いた実験装置であり、実験1ではトウゴマの発芽種子を、実験2ではグルコース溶液に入れた酵母菌を用いて実験を行い、それぞれ下表のような結果を得た。

図



実験1 (トウゴマの発芽種子)

小容器の液体	気体の増減量(目盛り)
H <sub>2</sub> O	- 4.3
KOH	- 15.0

実験2 (酵母菌)

小容器の液体	気体の増減量(目盛り)
H <sub>2</sub> O	+ 5.7
KOH	- 11.2

- 問 5. 実験 1 において、トウゴマの発芽種子が用いた主な呼吸基質は何か。
- 問 6. 実験 2 の結果より、酵母菌の呼吸商を求め解答欄 A に答えよ。また、呼吸商がなぜそのような値になるのか、理由を解答欄 B に述べよ。(答えは小数第二位を四捨五入)
- 問 7. 呼吸に関連する次の文章のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。
- ア. ヒトの呼吸運動の中樞は間脳にある。
  - イ. ヒトの胎児のヘモグロビンは、成人のヘモグロビンより低い酸素分圧でも酸素と結合する。
  - ウ. 腐敗は、窒素を含む有機物を基質とした呼吸の一種である。
  - エ. 激しい運動の後の筋肉の疲労は、解糖系におけるピルビン酸の蓄積が原因である。
  - オ. 外呼吸によって取り込まれた  $O_2$  の一部は、内呼吸で生じる  $CO_2$  の構成成分になる。

3. 核酸に関する各問いに答えよ。

I. ウシの肝臓を用いて、以下の手順で DNA の抽出実験を行った。

1. 凍らせたウシの肝臓をすり下ろし、乳鉢に入れる。
2. 乳鉢に  溶液を加え、すり下ろした肝臓をさらにすりつぶす。
3. 15% の食塩水を加えて軽く混ぜる。
4. ビーカーに移し、100℃ で 5 分間煮沸する。
5. 4 枚重ねのガーゼでろ過し、ろ液をよく冷却する。
6. ろ液に冷却したエタノールを静かに加え、ガラス棒で静かにかき混ぜ DNA を巻き取る。

問 1.  にあてはまる物質として最も適当なものを次のア～エより 1 つ選び、記号で答えよ。

ア. リパーゼ                      イ. アミラーゼ                      ウ. トリプシン                      エ. マルターゼ

問 2. 下線部において、煮沸した理由として最も適当なものを次のア～エより 1 つ選び、記号で答えよ。

ア. 細胞を破壊するため。                      イ. DNA を食塩水に溶かすため。  
ウ. タンパク質を凝固させるため。                      エ. RNA を除去するため。

問 3. 手順 6 において、抽出された DNA をガラス棒で巻き取ることができた。一方、RNA の抽出実験を行ったところ、抽出された RNA をガラス棒で巻き取ることがほとんどできなかった。その理由を考察せよ。

問 4. DNA を抽出するための材料として適当ではないものを次のア～オより 1 つ選び、記号で答えよ。

ア. ラットの赤血球                      イ. ホウレンソウの葉                      ウ. サケの精巢  
エ. ヒトの白血球                      オ. 大腸菌

問 5. 次のア～キの元素のうち DNA に含まれていないものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. 炭素                      イ. 水素                      ウ. 硫黄                      エ. 窒素  
オ. リン                      カ. 酸素                      キ. ナトリウム

II. 抽出した DNA について、これを構成する 4 種の塩基の数の割合(塩基組成)について調べたところ、グアニンとシトシンの合計が全塩基数の 42 % を占めていた。また、DNA の 2 本鎖のうち一方の鎖( $\alpha$  鎖とする)について調べたところ、 $\alpha$  鎖の全塩基数の 30 % がアデニン、22 % がシトシンであった。

問 6.  $\alpha$  鎖と対をなす鎖では、アデニンはこの鎖の全塩基数の何%を占めるか。

問 7. 仮に  $\alpha$  鎖の全てを鋳型として伝令 RNA が合成されると、その伝令 RNA に含まれる全塩基数のうち、ウラシルの占める割合は何%か。

問 8. 次のア～クの文章について、DNA のみにあてはまる場合は解答欄 A に、DNA と RNA に共通してあてはまる場合は解答欄 B に記号を記入せよ。

ア. 体細胞の核 1 個に含まれる量は、生物の種によってほぼ一定である。

イ. 炭素を 5 個もつ糖を含む。

ウ. 塩基としてチミンを含む。

エ. ヌクレオチドが多数結合した分子である。

オ. 一般的に一本鎖である。

カ. ATP と共通の糖を含む。

キ. 水溶液中で酸性を示す。

ク. ヒストンと結合する。

4. 進化に関する各問いに答えよ。

I. 発生反復説を唱えたヘッケルは、地球上のすべての生物群は単一の共通祖先に由来すると考え、一本の幹から枝分かれした系統樹によって生物の類縁関係を図示した。系統関係を推定するうえで外部形態や解剖学的特徴は重要な情報源となる。形態の類似には祖先が共通であるために生じる場合と、系統関係はないが同じ機能を実現するため偶然に生じる場合があり、<sup>(1)</sup> 区別して考える必要がある。<sup>(2)</sup> 近年では、遺伝子の塩基配列やタンパク質の  配列の違いを比較することにより、信頼性の高い系統樹が得られている。このような系統樹を  という。リボソーム RNA の塩基配列をもとにした解析から、原核生物を真正細菌と  の2つに分け、生物界を真正細菌・ ・真核生物の3つのグループに大別する考え方が定着しつつある。真核生物は他の2つのうちの  に近いグループと考えられている。

問 1. a～dの  の中に適当な語句を記入せよ。

問 2. ヘッケルの唱えた発生反復説とはどのような説か、述べよ。

問 3. 下線部(1)、(2)はそれぞれ何と呼ばれるか。

問 4. 下線部(1)の例として正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア. コウモリの翼とバッタの翅
- イ. ハトの翼とヒトの前肢
- ウ. ヒトの目とイカ目
- エ. ブドウの巻きひげとエンドウの巻きひげ
- オ. クジラの胸びれとコウモリの翼
- カ. バラのとげとサボテンのとげ



