

# 学 力 検 査 問 題

## 理 科

平成 22 年 2 月 25 日

| (理科 1 科目受験者) | (理科 2 科目受験者) |
|--------------|--------------|
| 自 12 時 30 分  | 自 12 時 30 分  |
| 至 13 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 48 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 化学には、選択問題があります。  
化学の注意事項をよ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。  
出願の際に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 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

## 理 科

|     |                |
|-----|----------------|
| 物 理 | 3 ページ～ 12 ページ  |
| 化 学 | 13 ページ～ 24 ページ |
| 生 物 | 25 ページ～ 40 ページ |
| 地 学 | 41 ページ～ 48 ページ |

9 ページ, 12 ページ, 24 ページ, 29 ページ, 40 ページは白紙です。

以 上

## 生 物 (4 問)

### 注 意 事 項

字数制限のある設問については、句読点を含めた字数で答えること。

〔Ⅰ〕 タンパク質と酵素に関する次の文章を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

タンパク質は、アミノ酸が鎖状につながった分子であり、隣り合ったアミノ酸はペプチド結合で結ばれている。アミノ酸は、種類により側鎖(図 1 の X)の構造が異なっている。タンパク質は数多くのアミノ酸から構成されているため、表 1 のように一つのアミノ酸をアルファベット一文字で表記し、アミノ酸の配列を示す一次構造は、一文字をならべて MGAVL…のように表される。

生体では、さまざまな化学反応により物質の変換が行われる。この化学反応のほとんどで酵素が ア として働き、反応の活性化エネルギーを下げることで反応速度を大きくする。酵素は、イ とよばれる特定の物質にしか作用しない。この性質を ウ とよぶ。これは、酵素の エ に適合する物質だけが酵素と結合して オ を形成し、酵素の作用を受けるためである。

トリプシンおよびキモトリプシンは、すい臓由来のタンパク質分解酵素であり、特定のペプチド結合に作用する。トリプシンは、図 1 のアミノ酸(n)がリシンまたはアルギニンの時、その次のアミノ酸(n+1)との間の矢印で示すペプチド結合を切断する。キモトリプシンは、アミノ酸(n)がフェニルアラニン、トリプトファン、またはチロシンの時、矢印で示すペプチド結合を切断する。

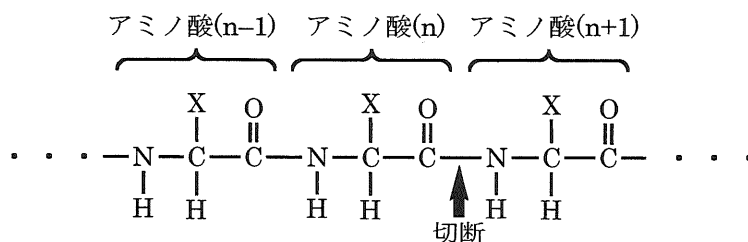


図 1

表1 アミノ酸の一文字表記

| アミノ酸   | 一文字<br>表 記 | アミノ酸     | 一文字<br>表 記 | アミノ酸    | 一文字<br>表 記 |
|--------|------------|----------|------------|---------|------------|
| グリシン   | G          | フェニルアラニン | F          | システイン   | C          |
| アラニン   | A          | トリプトファン  | W          | リシン     | K          |
| バリン    | V          | セリン      | S          | アルギニン   | R          |
| ロイシン   | L          | トレオニン    | T          | ヒスチジン   | H          |
| イソロイシン | I          | アスパラギン   | N          | アスパラギン酸 | D          |
| メチオニン  | M          | グルタミン    | Q          | グルタミン酸  | E          |
| プロリン   | P          | チロシン     | Y          |         |            |

【実験1】 ポリペプチドAが溶けている水溶液に、トリプシンを加え37℃で反応させた。一定時間ごとに反応生成物の量を測定したところ、反応時間と反応生成物量の関係は図2のようになった。また、この反応時間中はトリプシンの活性は安定であることが確かめられた。

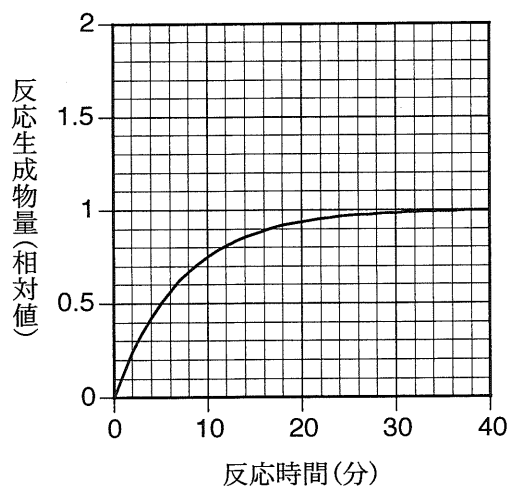


図2

【実験 2】 短いポリペプチド B が溶けている水溶液に、トリプシンを加え 37℃ で十分長く反応させると、反応生成物 1～4 が生じた。同様に、ポリペプチド B をキモトリプシンと 37℃ で十分長く反応させると、反応生成物 5～7 が生じた。反応生成物 1～7 の一次構造を分析すると、表 2 に示す結果が得られた。

表 2 反応生成物の一次構造

| 酵 素     | 反応生成物 | 一 次 構 造  |
|---------|-------|----------|
| トリプシン   | 生成物 1 | SEAGWSK  |
|         | 生成物 2 | VFSTR    |
|         | 生成物 3 | GAK      |
|         | 生成物 4 | VD       |
| キモトリプシン | 生成物 5 | STRSEAGW |
|         | 生成物 6 | GAKVF    |
|         | 生成物 7 | SKVD     |

問 1 上の文章の ア ～ オ に入るもっとも適切な語句を記せ。

問 2 実験 1 でトリプシンの濃度だけを 2 倍にして同じ実験を行うと、反応時間と反応生成物量との関係はどのようになるか。予想されるグラフを描け。また、その根拠を 60 字以内で述べよ。

問 3 実験 1 で、文章中の オ の濃度は反応時間とともにどのように変化するか。オ の濃度の最大値を 1 として、予想されるグラフを描け。

問 4 実験 2 の結果からポリペプチド B の一次構造を予想し、その配列をアミノ酸の一字表記で記せ。

このページは白紙です。

〔Ⅱ〕 遺伝に関する次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

白花と黄花を咲かせる植物個体が混在する自然集団がある。この集団では、葉の色が濃い植物個体と薄い植物個体も混在していた。これら二つの形質(花色・葉色)はそれぞれ一对の優性と劣性の対立遺伝子により決まる。その集団から表 1 の 3 個体を選んで交雑実験を行った。

表 1

|      | 表 現 型 |     |
|------|-------|-----|
|      | 花 色   | 葉 色 |
| 個体 1 | 白     | 濃   |
| 個体 2 | 白     | 濃   |
| 個体 3 | 黄     | 薄   |

このうち個体 1 と個体 2 を交雑したところ、次世代では四つのタイプに分離した。その結果を表 2 に示す。

表 2

|       | 表 現 型 |     | 個体数 |
|-------|-------|-----|-----|
|       | 花 色   | 葉 色 |     |
| タイプ 1 | 白     | 濃   | 558 |
| タイプ 2 | 白     | 薄   | 190 |
| タイプ 3 | 黄     | 濃   | 189 |
| タイプ 4 | 黄     | 薄   | 63  |

問 1 個体 1 と個体 2 の交雑結果から、花色と葉色の形質にはどのような優劣性の関係があると考えられるか。次の(ア)～(エ)の中から適当なものを二つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 白花が黄花に対して優性である。
- (イ) 黄花が白花に対して優性である。
- (ウ) 濃葉色が薄葉色に対して優性である。
- (エ) 薄葉色が濃葉色に対して優性である。

問 2 この花色を決める遺伝子について、次の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 個体 1 と個体 2 の花色の遺伝子型は何であると考えられるか。個体 1 と個体 2 のそれぞれについて次の(ア)～(ウ)の中からもっとも適当なものを選び、記号で答えよ。ただし、F は優性遺伝子、f は劣性遺伝子を表すものとする。

(ア) FF

(イ) Ff

(ウ) ff

問(2) 個体 1 における体細胞分裂中期の相同染色体上の遺伝子 F あるいは f の存在様式について、もっとも適当なものを図 1 の模式図(ア)～(ク)の中から選び、記号で答えよ。ただし、図 1 の染色体模式図中央部の円は動原体を示す。

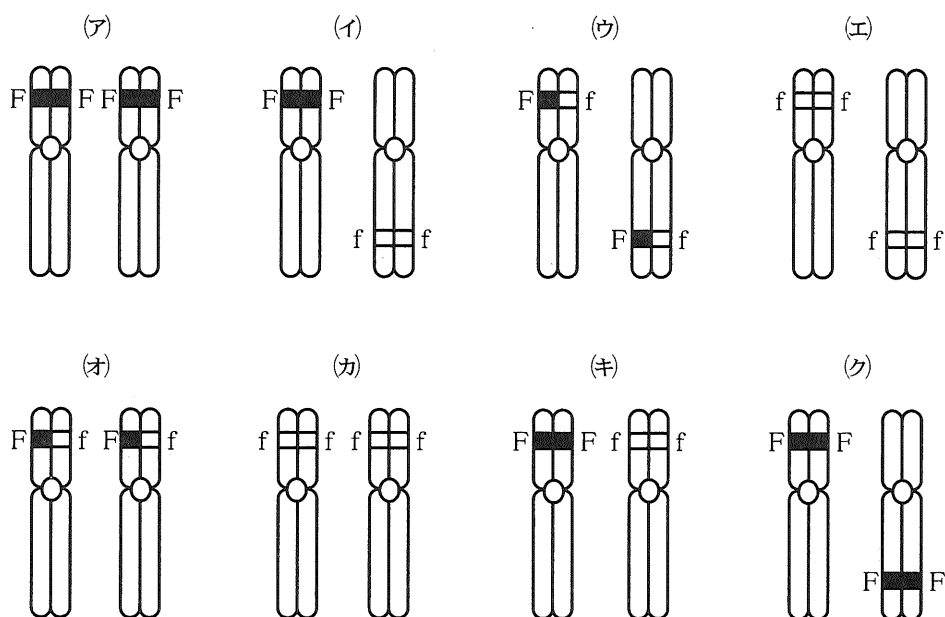


図 1

問 3 個体 1 と個体 3 を交雑すると、次世代ではどのくらいの割合が黄花を咲かせると期待されるか。その数値を分数で答えよ。また、その根拠を 100 字以内で述べよ。

問 4 この花色を決める遺伝子と葉色を決める遺伝子の関係について、もっとも適当なものを次の(ア)～(エ)の中から選び、記号で答えよ。

- (ア) 両遺伝子は同じ染色体上にあり、強く連鎖している。
- (イ) 両遺伝子は異なる染色体上にあるが、補足遺伝子の関係にあるため、強い連鎖が認められる。
- (ウ) 両遺伝子は同じ染色体上にあるが、対立遺伝子の関係にあるため独立に遺伝している。
- (エ) 両遺伝子は異なる染色体上にあり、独立に遺伝している。

問 5 この植物の花色が黄色になるのは黄色色素であるカロテノイドが花びらの細胞に蓄積しているためである。白花にはカロテノイドの蓄積はみられない。機能を失った遺伝子は正常型遺伝子に対して劣性であることを前提として、この植物が白花あるいは黄花になる理由としてどのようなことが考えられるか。次の(ア)～(エ)の中からもっとも適当なものを選び、記号で答えよ。

- (ア) 白花ではカロテノイドを合成する酵素の遺伝子が機能を失っている。
- (イ) 黄花ではカロテノイドを合成する酵素の遺伝子が機能を失っている。
- (ウ) 白花ではカロテノイドを分解する酵素の遺伝子が機能を失っている。
- (エ) 黄花ではカロテノイドを分解する酵素の遺伝子が機能を失っている。

〔Ⅲ〕 動物のからだの調節に関する次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

哺乳類の腎臓は多数の  という構造単位から成り立っており、  
 は毛細血管がからみあった糸球体とそれを取り囲む ，そこから集合管へとつながる  からできている。糸球体において血しょう成分がろ過されて原尿となり、その後、 や集合管での再吸収と分泌過程を経て尿が作られる。体内の水分および塩分は血圧の調節と密接に関わっている。たとえばバソプレシンは心臓の拍動を  するとともに腎臓にも作用して、血圧を  させる。

一方、細胞は、細胞外液から必要な物質を選択的に取り込み、不要な物質を選択的に排出することで細胞内外の物質の濃度差を維持するしくみをもっている。動物の細胞ではナトリウムポンプによって、細胞外のナトリウムの濃度が  維持されている。細胞質基質の  の濃度は低く維持されており、筋肉では筋小胞の  が放出されることで収縮が始まる。

問 1  ～  に入るもっとも適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、次の表 1 は健康なヒトの血しょうと原尿および尿の主な成分組成をまとめたものである。空欄  ～  に適切な数値をいれて表を完成させよ。

表 1

| 成 分           | 血しょう中の濃度 (g/l) | 原尿中の濃度 (g/l)                   | 尿中の濃度 (g/l) |
|---------------|----------------|--------------------------------|-------------|
| アミノ酸          | 0.5            | <input type="text" value="ク"/> | 0.0         |
| タンパク質などの大きい分子 | 80             | <input type="text" value="ケ"/> | 0.0         |
| 尿 素           | 0.3            | <input type="text" value="コ"/> | 18          |

問 3 下線部(a)の過程を確かめるために、ある健康な哺乳動物に対して、さまざまな濃度のグルコースを含む生理食塩水を静脈注入する実験を行った。血しょう中のグルコース濃度と、原尿および尿中のグルコース濃度の関係を図 1 に示す。下の問(1)と問(2)に答えよ。

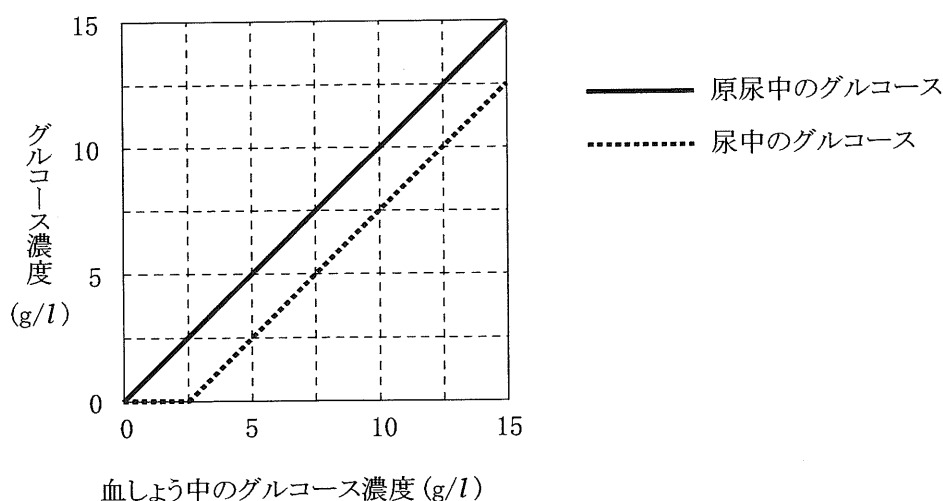


図 1

問(1) 図 1 の 2 本のグラフをもとに、尿が形成される過程で再吸収されたグルコースの濃度と血しょう中のグルコース濃度の関係を表すグラフを描け。

問(2) 図 1 からグルコースのろ過と再吸収について、それぞれどのようなことが読み取れるか。30 字以内で簡潔に述べよ。

問 4 動物の個体はその一生の間に未知の化学物質と出会う可能性がある。未知の有害物質を体内に取り込んだ場合、下線部(a)のようなしくみは、不要な物質を選択的に排出するしくみと比べてどのような点で有利であると考えられるか。50 字以内で述べよ。

〔Ⅳ〕 光合成に関する次の文章を読み、問 1 ～問 3 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

緑色の植物は、光エネルギーを利用することによって無機物から有機物を作り出す光合成を行っている。光合成の速度は、温度、光の強さ、二酸化炭素濃度など、さまざまな環境要因により影響を受ける。また、光合成に必要な気体の交換には、気孔の開閉が重要な役割をはたしている。

(b)

問 1 炭酸同化によって無機物から有機物を合成することができる生物を独立栄養生物とよぶ。独立栄養生物には緑色植物の他に一部の細菌も含まれる。このことについて、次の①～⑤の文のうち、正しいものには○を、誤っているものには×を記せ。

- ① 細菌の中にも、光合成を行うものがある。
- ② 光の当たらないところに生息する細菌の中にも、炭酸同化を行うものがある。
- ③ アルコール発酵をする酵母は、独立栄養生物である。
- ④ 細菌は真核生物であり、染色体を包む核膜がない。
- ⑤ 細菌はミトコンドリアをもたない。

問 2 下線部(a)に関して、光の強さが限定要因(制限要因)となっている場合、見かけ上の光合成速度(二酸化炭素の吸収速度)と光の強さの関係は図 1 のように示すことができる。下の問(1)と問(2)に答えよ。

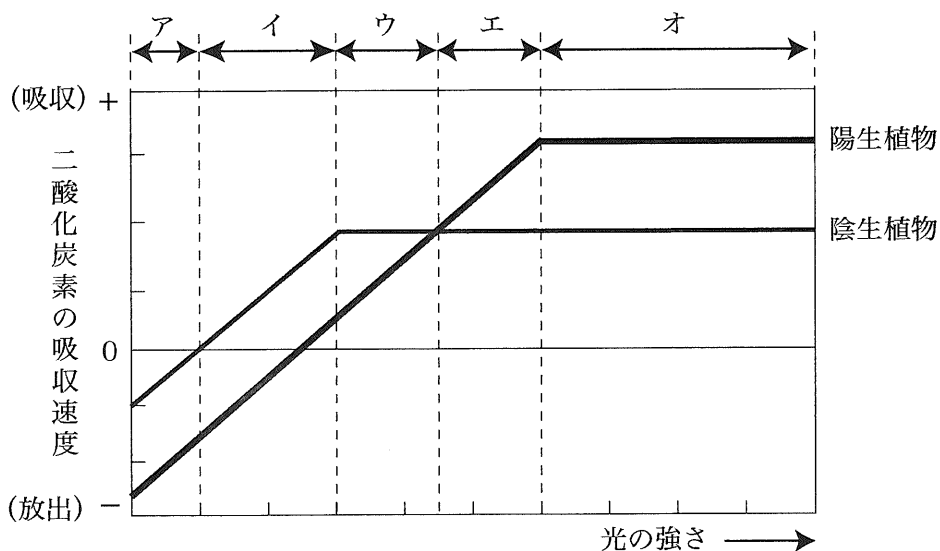


図 1

問(1) 図 1 において、陽生植物が陰生植物よりも真の光合成速度が大きいのは、どの光の強さの範囲か。ア～オの中から、当てはまるものを全て選び、記号を記せ。

問(2) 弱い光のもとでの成長には陰生植物が陽生植物よりも有利である。その理由を 60 字以内で述べよ。

問 3 下線部(b)に関して、気孔の開閉には気孔の周りにある細胞内への水の出入りが重要な役割をはたしている。気孔の開閉および細胞と水の関係について、次の問(1)～問(3)に答えよ。

問(1) 気孔の周りにあって気孔の開閉を直接行っている細胞の名称を記せ。

問(2) 蒸散について、次の文章中の  ～  に入るもっとも適切な語句を記入せよ。

蒸散は、葉に運ばれてきた水を水蒸気として放出するほかに、温度を調節するはたらきももっており、温度が  ときに盛んに行われる。蒸散によって葉の細胞の浸透圧が  になると吸水力が上がるため、水が根から引き上げられる。根で吸収される無機養分は、蒸散により引き上げられる水と一緒に、維管束にある  とよばれる管を通して運ばれる。

問(3) 細胞と水の関係を説明した①～④について、正しいものには○を、誤っているものには×を記せ。

- ① 根の表皮細胞が変形して細長く伸びた根毛は、根の表面積を増やすことによって植物が水を吸収するときに役にたっている。
- ② 動物の赤血球を低張液に浸すと、細胞内から水が流出してしぼむが、植物の細胞には細胞壁があるため、低張液に浸しても細胞があまり変形しない。
- ③ 細胞膜は半透膜であるため、細胞の内側の物質の濃度が外側の半分となる。
- ④ 植物に肥料を与えすぎると、根のまわりの浸透圧が高くなって水を吸収できなくなり、しおれてしまうことがある。

このページは白紙です。