

## 平成 30 年度入学試験問題

## 理 科

## 注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 48 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)

問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物 理 1 ～ 12 ページ, 化 学 13 ～ 28 ページ

生 物 29 ～ 40 ページ, 地 学 41 ～ 48 ページ

- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育学部および工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部および農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部および歯学部の受験者は、180 分。
- 6 問題冊子および下書き用紙は、持ち帰ること。

## 生 物

1 以下の文章 I, II を読み, 各問いに答えよ。

I タンパク質は, 多数のアミノ酸が [ 1 ] 結合でつながった大きな分子であり, それぞれに特有の立体構造を有している。この立体構造が崩れることをタンパク質の [ 2 ] という。また [ 2 ] などによりタンパク質が機能を失うことを [ 3 ] という。タンパク質には化学反応を促進する触媒として働くものがあり, 酵素と呼ばれる。酵素が特定の物質にのみ働きかける性質を [ 4 ] という。酵素には, アロステリック酵素と呼ばれるものがある。

問 1 文章中の [ 1 ] ~ [ 4 ] に適切な語句を入れよ。

問 2 タンパク質の三次構造と四次構造の違いを 50 字程度で答えよ。

問 3 次の(1)~(4)の酵素が促進する反応を, 下の(a)~(e)から一つ選び, 記号で答えよ。

(1) コハク酸脱水素酵素

(2) アミラーゼ

(3) トロンピン

(4) 制限酵素

(a) デンプン分解反応

(b) タンパク質分解反応

(c) 脂肪分解反応

(d) 酸化還元反応

(e) DNA 切断反応

問 4 アロステリック酵素について, 「アロステリック部位」という語句を用いて 50 字程度で説明せよ。

II パン酵母を水に溶き、グルコースの水溶液と混合した。

図1のような器具を用い、盲管部に空気が入らないようにこの混合液を入れ、口に綿栓をした。温度を40℃に保つと液体から気泡が発生し、盲管部に気体がたまった。また、グルコースが減少し、エタノールが生じた。

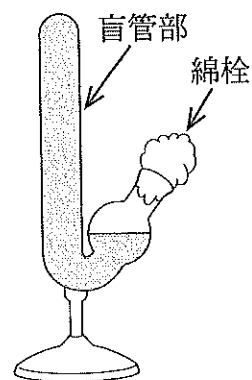


図1

問5 下線部(ア)で発生した気体名を答えよ。

問6 次の文章中の  ~  に適切な語句を入れよ。

上記の実験で観測された代謝現象はアルコール  と呼ばれ、  
 を必要としないエネルギー代謝である。ここでは、 と  
呼ばれる代謝経路でグルコースをピルビン酸にまで分解してATPを合成す  
る。また同様のエネルギー代謝が  供給が十分でない動物の筋肉で  
も起こり、その生成物はATPと  である。

問7 上記の実験を温度を70℃にして行った場合、気泡の発生量は40℃で  
行った場合に比べてどうなると考えられるか、答えよ。

2 以下の文章Ⅰ～Ⅲを読み、各問いに答えよ。

Ⅰ ある地域に生息する交配可能な同種の集団がもつ遺伝子の全体を [ 1 ] という。この集団において、次の世代の個体が生まれた場合、 [ 1 ] に属する対立遺伝子のすべてまたは一部が伝えられ、新たな [ 1 ] がつくられる。

哺乳動物で、①集団の個体数が十分に多く、②交配が任意に行われ、③ [ 2 ] が起こらず、④個体の移出や移入がなく、⑤自然選択がはたらかなければ、その集団の対立遺伝子の遺伝子頻度は世代を経ても変化しない。つまり、対立遺伝子 A と a の頻度をそれぞれ  $p$ 、 $q$  とすると(ただし  $p + q = 1$ )、任意に行われる交配(以降、任意交配とする)後の次世代の遺伝子型 AA, Aa, aa の頻度はそれぞれ [ 3 ]、[ 4 ]、[ 5 ] となる。この世代の A 遺伝子の頻度は  $2 \times$  [ 3 ]  $+$  [ 4 ]  $= 2p$ 、a 遺伝子の頻度は [ 4 ]  $+$   $2 \times$  [ 5 ]  $= 2q$  となり、遺伝子頻度の割合は  $A : a = 2p : 2q = p : q$  なので、前世代と同じになる。このような集団では、[ 6 ] の法則が成り立っていることになる。

問 1 文章中の [ 1 ] ~ [ 6 ] に適切な語句または記号を入れよ。

Ⅱ ウシの毛色は、ある常染色体上の遺伝子座に存在する 2 つの対立遺伝子  $a^x$  と  $a^y$  の組合せによって 2 種類(黒白斑と赤白斑)に区別される。つまり、遺伝子型  $a^x a^x$  と  $a^x a^y$  をもつ個体は黒白斑を示し、 $a^y a^y$  の個体は赤白斑を示す。 [ 6 ] の法則が成り立っているウシの集団 X、集団 Y または集団 Z について、各毛色の個体数から、 $a^x$  と  $a^y$  の遺伝子頻度を求めた。

問 2 下線部(ア)をもとに、2 つの対立遺伝子  $a^x$  と  $a^y$  の優劣関係について 15 字程度で答えよ。

問 3 集団 X における各毛色の個体の割合は表 1 に示すとおりであった。この結果から、集団 X における  $a^x$  と  $a^y$  の遺伝子頻度を答えよ。なお、答えは四捨五入して小数点以下第 3 位まで記せ。ただし、2 つの遺伝子頻度の和を 1 とする。

表 1 ウシ毛色とその遺伝子型および、集団 X における個体の割合

毛 色	遺伝子型	個体の割合
黒白斑	$a^x a^x, a^x a^y$	99.19 %
赤白斑	$a^y a^y$	0.81 %

問 4 集団 Y における  $a^x$  と  $a^y$  の遺伝子頻度は、それぞれ 0.900 と 0.100 であったとする。このような集団 Y から赤白斑を示す個体を取り除いた。その後、任意交配を行った。任意交配後の次世代における  $a^x$  の遺伝子頻度を答えよ。なお、答えは四捨五入して小数点以下第 3 位まで記し、計算過程もあわせて示すこと。ただし、2 つの遺伝子頻度の和を 1 とする。

問 5 集団 Z において、個体数は 2 万頭、 $a^x$  と  $a^y$  の遺伝子頻度は、それぞれ 0.950 と 0.050 であったとする。このような集団 Z に遺伝子型  $a^y a^y$  の個体を移入した。その後、任意交配を行った結果、次世代における  $a^x$  と  $a^y$  の遺伝子頻度は、それぞれ 0.760 と 0.240 となった。集団 Z に移入した遺伝子型  $a^y a^y$  の個体数を答えよ。計算過程もあわせて示すこと。ただし、移入した個体は雌雄同数で、集団 Z の個体と同様の生存・繁殖力をもつものとする。

Ⅲ ヒトの ABO 式血液型は、ある常染色体上の遺伝子座に存在する 3 つの対立遺伝子  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$  の組合せによって 4 種類 (O 型, A 型, B 型, AB 型) に区別される。つまり、遺伝子型  $I^O I^O$  をもつ個体は O 型,  $I^A I^A$  と  $I^A I^O$  の個体は A 型,  $I^B I^B$  と  $I^B I^O$  の個体は B 型,  $I^A I^B$  の個体は AB 型を示す。 ヒトのある集団について、各血液型の個体数から、 $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$  の遺伝子頻度をそれぞれ求めた。

問 6 下線部(イ)をもとに、3 つの対立遺伝子  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$  の優劣関係について 40 字程度で答えよ。

問 7 

6
---

 の法則が成り立っているヒトのある集団では、各血液型の個体の割合は表 2 に示すとおりであった。その集団における  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$  の遺伝子頻度をそれぞれ答えよ。なお、答えは四捨五入して小数点以下第 3 位まで記せ。ただし、3 つの遺伝子頻度の和を 1 とする。

表 2 ヒト ABO 式血液型とその遺伝子型および、ある集団における個体の割合

血液型	遺伝子型	個体の割合
O 型	$I^O I^O$	49 %
A 型	$I^A I^A$ , $I^A I^O$	15 %
B 型	$I^B I^B$ , $I^B I^O$	32 %
AB 型	$I^A I^B$	4 %

3 は次ページ

3 以下の文章Ⅰ，Ⅱを読み，各問いに答えよ。

Ⅰ 光合成は，①光エネルギーを吸収して化学エネルギーに変換する過程と，  
②化学エネルギーを利用してCO<sub>2</sub>を固定し有機物を生成する過程から成り  
立っている。

①の過程には，葉緑体の  に存在する光化学系と呼ばれるタンパク  
質複合体が関与する。最初に光化学系Ⅱにおいて光エネルギーを吸収した  
 から e<sup>-</sup> が放出される。e<sup>-</sup> を放出した  には，  
の分解によって生じた e<sup>-</sup> が補充される。この時， の分解に伴って  
H<sup>+</sup> と  が発生する。光化学系Ⅱから放出された e<sup>-</sup> は，徐々にエネ  
ルギーを放出しながら電子伝達系を移動する。その後 e<sup>-</sup> は光化学系Ⅰで再び  
光エネルギーを吸収して，最終的に H<sup>+</sup> とともに NADP<sup>+</sup> に渡されて NADPH  
が生じる。なお，電子伝達系を移動する際に e<sup>-</sup> が放出したエネルギーは，  
ATP の合成に利用される。

②の過程には  回路が関与する。 回路で働くすべての酵  
素は葉緑体の  に存在しており，ルビスコと呼ばれる酵素が CO<sub>2</sub> 固  
定反応を触媒する。ルビスコによって，CO<sub>2</sub>  分子と   
化合物である RuBP(リブローズ-1,5-ビスリン酸)  分子から，  
 化合物である PGA(3-ホスホグリセリン酸)が  分子作ら  
れる。PGA は ATP によってリン酸化された後，NADPH によって還元されて  
 化合物である GAP(グリセルアルデヒド-3-リン酸)になる。GAP  
の一部はスクロースやデンプンなどの有機物の生産に利用され，残りは ATP  
の消費をともなって再び RuBP となる。

問 1 文章中の  ~  に適切な語句を入れよ。



問 2 文章中の  $\boxed{X}$  ~  $\boxed{Z}$  に当てはまる数字として正しい組み合わせはどれか。次の(a)~(f)から一つ選び、記号で答えよ。

	$\boxed{X}$	$\boxed{Y}$	$\boxed{Z}$
(a)	1	1	1
(b)	1	1	2
(c)	1	2	1
(d)	1	2	2
(e)	2	1	1
(f)	2	2	2

問 3 文章中の  $\boxed{ア}$  ~  $\boxed{ウ}$  に当てはまる語句として正しい組み合わせはどれか。次の(a)~(f)から一つ選び、記号で答えよ。なお、 $C_n$  は炭素数が  $n$  個であることを示す。

	$\boxed{ア}$	$\boxed{イ}$	$\boxed{ウ}$
(a)	$C_3$	$C_6$	$C_5$
(b)	$C_3$	$C_3$	$C_5$
(c)	$C_4$	$C_3$	$C_3$
(d)	$C_4$	$C_5$	$C_3$
(e)	$C_5$	$C_3$	$C_3$
(f)	$C_5$	$C_6$	$C_3$

問 4 光合成の過程において葉緑体でおこる ATP 合成反応と、呼吸の過程においてミトコンドリアでおこる ATP 合成反応の間には共通点がある。その共通点とは何か、40 字程度で答えよ。

II CAM 型光合成は、砂漠や海岸の岩場などに自生する植物に見られる光合成系であり、これを行う植物を CAM 植物と呼ぶ。図 1 は、CAM 植物の  $\text{CO}_2$  吸収速度、気孔抵抗、リンゴ酸含量の日周変動を示している。気孔抵抗とは気孔の閉鎖度を表す指標であり、この値が高い時には気孔が閉じていることを示す。

CAM 型光合成では、 $\text{CO}_2$  が固定されてできる最初の化合物はリンゴ酸であり、**エ** に吸収された  $\text{CO}_2$  はリンゴ酸として固定された後、**オ** に蓄積される。**カ** には、蓄えられたリンゴ酸は脱炭酸反応によって  $\text{CO}_2$  へと再変換され、ルビスコがこの  $\text{CO}_2$  を固定することによって有機物の生成が行われる。

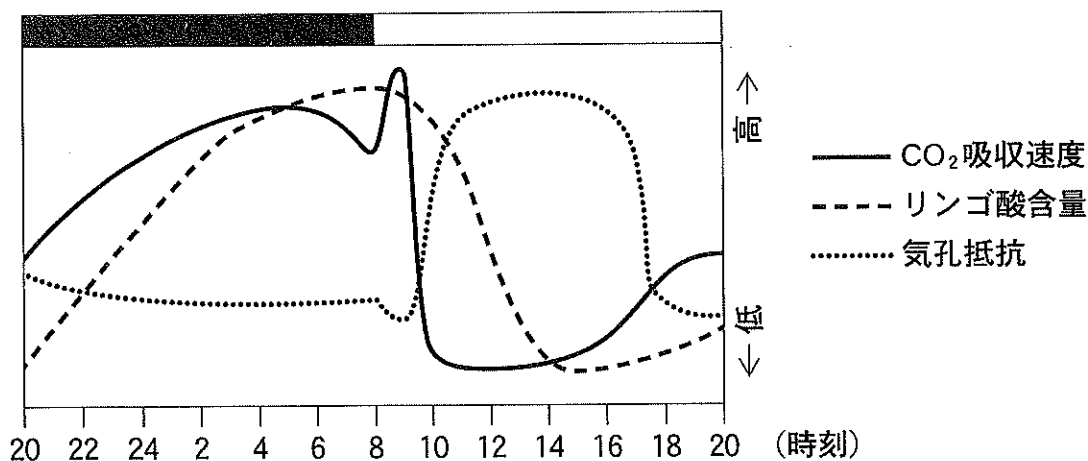


図 1

問 5 文章中の **エ** ~ **カ** に当てはまる語句として正しい組み合わせはどれか。次の(a)~(f)から一つ選び、記号で答えよ。

	<b>エ</b>	<b>オ</b>	<b>カ</b>
(a)	昼 間	葉緑体	夜 間
(b)	昼 間	細胞壁	夜 間
(c)	昼 間	液 胞	夜 間
(d)	夜 間	葉緑体	昼 間
(e)	夜 間	細胞壁	昼 間
(f)	夜 間	液 胞	昼 間

問 6 図 1 の 9 時から 10 時にかけて  $\text{CO}_2$  吸収速度が急激に低下するのはなぜか。30 字程度で答えよ。

問 7 CAM 植物におけるデンプン量の日周変動はどのようになるか、解答用紙の図中に実線で書き加えよ。

問 8 CAM 植物が砂漠などの厳しい環境下でも生存が可能であるのはなぜか。40 字程度で答えよ。

問 9 CAM 植物の代表的な植物名を一つ答えよ。

4 以下の文章 I, II を読み, 各問いに答えよ。

I 動物は, 有機物を食物として取り込み, 体内で消化・吸収する  栄養の生活を営む, 多細胞の生物である。動物は 35 から 40 程度の数の門に分類されるが, 大まかには進化に伴って体のつくりが複雑化する。例えば刺胞動物門の体が二胚葉はいようから構成され中胚葉を欠くのに対し, 脊索動物門(ア)や環形動物門(ウ)のような, より進化した動物門の体は中胚葉を含む三胚葉から構成される。三胚葉性の動物は, その発生様式の違いにより  動物と  動物とに分けられ, 胚発生の過程において,  動物では原口げんこうが直接  になり, そこから食物を取り込むのに対し,  動物では原口とは別に  が形成される。

問 1 文章中の  ~  に適切な語句を入れよ。

問 2 以下の動物が所属する門を, 下線部(ア)~(ウ)の記号で答えよ。なお(ア)~(ウ)のいずれの動物門にも属さない場合は×とせよ。

ホヤ, クラゲ, プラナリア, ゴカイ, カニ, ヒト

問 3 下線部(イ)や(ウ)の動物が持つ, 中胚葉で包まれた体の腔所こうじょを何と呼ぶか。その名称を答えよ。

問 4 脊椎動物せきついの発生において, 以下の器官や組織が由来する胚葉名をそれぞれ答えよ。

心臓, 脊索, 脊椎骨, 脳, 胃の上皮, 表皮

Ⅱ サンゴの仲間は熱帯から亜熱帯にかけての浅い海で大規模な群落を発達させ、サンゴ礁<sup>しょう</sup>と呼ばれる地形を形成する。サンゴ礁を形成するサンゴを造礁<sup>ぞうしょう</sup>サンゴと呼ぶが、造礁サンゴの細胞中にはある種の藻類が入り込んで生活している。この場合、サンゴは藻類の光合成産物を、藻類はサンゴの代謝産物をそれぞれ利用し合っている。このような異種生物間の関係を  と呼ぶ。

サンゴ礁はしばしば台風などによる強い波浪によってその一部が破壊される。波浪の影響が強い所と弱い所ではサンゴ礁を形成するサンゴの種数が少なく<sup>(エ)</sup>、影響が中間的な所ではサンゴの種数が多くなっているという観察例がある。

問 5 文章中の  に適切な語句を入れよ。

問 6 下線部(エ)について、波浪の影響が強い所と弱い所でサンゴの種数が少なくなる理由を、それぞれ 30 字程度で説明せよ。

問 7 サンゴの仲間が生息する深度分布は広く、水深 200～1,000 m 程度の深海域にも生息する。そのような深海域に生息する深海性サンゴは、造礁サンゴと異なり細胞に藻類を含まない。その理由を「補償深度」という語句を用いて 40 字程度で説明せよ。