

2月3日(土)

## 令和6年度 A日程入学試験問題

# 理 科

### — 注意事項 —

- 1 問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も1枚である。

物理	1～13 ページ
化学	15～33 ページ
生物	35～52 ページ

- 2 試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。  
選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。
- 3 解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。  
解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。
- 4 試験時間は60分である。

# 生 物

問題は次のページからです。

# 生 物

**1** この問題は、解答欄  ～  に解答すること。

次の問いに答えなさい。(22点)

問1 生物に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア 細胞内のエネルギーの受け渡しの役割を担っている物質は DNA である。
- イ 細胞内のエネルギーの受け渡しの役割を担っている物質は ATP である。
- ウ すべての細胞は核とミトコンドリアをもっている。
- エ 有機物からエネルギーを取り出す呼吸は、代表的な同化の例である。
- オ 原核細胞は細胞壁をもたない。
- カ ウイルスは細胞膜をもつ。

問2 DNA の構造や染色体に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア DNA がもつ糖と ATP がもつ糖は、どちらもリボースである。
- イ DNA は塩基にアデニン、ウラシル、グアニン、シトシンをもつ。
- ウ DNA は、糖と塩基からなるヌクレオチドと呼ばれる構成単位をもつ。
- エ 体細胞は、父親から受け継いだ染色体のみをもつ細胞と、母親から受け継いだ染色体のみをもつ細胞の2種類に分けることができる。
- オ 体細胞には相同染色体と呼ばれる、形や大きさが同じで対になる染色体が2本ずつ含まれている。
- カ 染色体は、生物種毎に大きさが異なるものの、細胞に含まれる本数はすべての生物で同じである。

問3 体細胞分裂の細胞周期と DNA 量の変化に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 **3** にマークしなさい。

- ア 娘細胞の1個あたりの DNA 量は、母細胞の DNA 量の半分である。
- イ 娘細胞の1個あたりの DNA 量は、母細胞の DNA 量の2倍である。
- ウ 染色体の凝縮が起こるのは  $G_1$  期である。
- エ DNA が複製されるのは S 期である。
- オ DNA が複製されるのは  $G_2$  期である。
- カ 核相が  $2n=12$  の細胞が体細胞分裂を行うと、 $n=6$  の娘細胞ができる。

問4 肝臓に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 **4** にマークしなさい。

- ア 肝細胞は免疫グロブリンを産生する。
- イ 1つの肝小葉は約100万個の肝細胞からなる。
- ウ 肝臓ではアンモニアからタンパク質の合成が行われる。
- エ 肝小葉には肝門脈、肝静脈の血液がそれぞれ流れ込む。
- オ 胆汁は肝細胞で生成され、脂肪の分解を補助する。
- カ 肝細胞では、血しょう中のタンパク質であるビリルビンが合成される。



2 この問題は、解答欄 21 ～ 28 に解答すること。

次の文章 (A)・(B) を読んで、後の問いに答えなさい。(26点)

(A) 植物において光合成の反応系は (1) 葉緑体 に存在する。光合成を構成する反応は、光エネルギーの吸収反応、(2) 水の分解 と還元型補酵素の生成反応、ATP の生成反応、そして (3) 二酸化炭素の固定反応 の4つに大きく分けられる。

問1 下線部 (1) に関して、葉緑体内で光合成色素が存在する場所として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 21 にマークしなさい。

- |         |           |           |
|---------|-----------|-----------|
| ア 外膜    | イ 内膜      | ウ ストロマ    |
| エ チラコイド | オ 外膜と内膜の間 | カ 内膜とストロマ |

問2 下線部 (2) に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 22 にマークしなさい。

- ア 水の分解は光化学系 I で起こり、その際、光化学系 I の反応中心へ電子を供給する。
- イ 水の分解は光化学系 I で起こり、その際、光化学系 I の反応中心から電子を受容する。
- ウ 水の分解は光化学系 II で起こり、その際、光化学系 II の反応中心へ電子を供給する。
- エ 水の分解は光化学系 II で起こり、その際、光化学系 II の反応中心から電子を受容する。
- オ 水の分解は電子伝達系で起こり、その際、電子伝達系から電子を受容する。
- カ 水の分解は電子伝達系で起こり、その際、還元型補酵素から電子を受容する。

問3 下線部(3)に関する次の文章を読み、下の問いⅠ、Ⅱに答えなさい。

二酸化炭素の固定はカルビン・ベンソン回路で行われる。図1はカルビン・ベンソン回路の概略図である。気孔から吸収された二酸化炭素は、まずリブロースビスリン酸(RuBP)と結合し、ホスホグリセリン酸(PGA)になる。その後、PGAはグリセルアルデヒドリン酸(GAP)になる。GAPの一部は炭水化物に変換され、残りはRuBPにもどる。

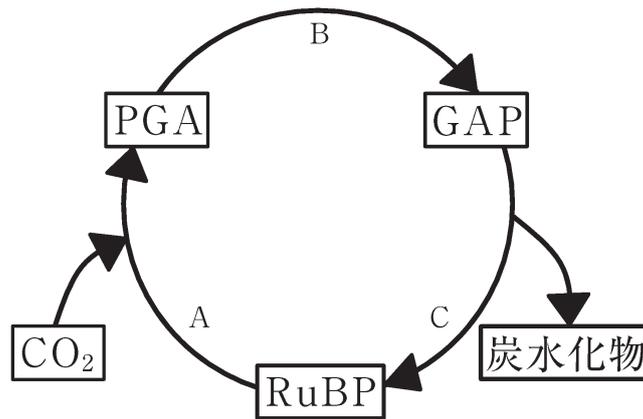


図1

Ⅰ PGA、GAP、RuBPの炭素数の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **23** にマークしなさい。

	PGA	GAP	RuBP
ア	2	2	3
イ	2	2	4
ウ	3	3	5
エ	3	3	6
オ	6	6	10
カ	6	6	12

Ⅱ 図1中のA～Cの過程のうち、チラコイドで合成されたATPが消費される過程を過不足なく含むものとして最もふさわしいものを、次のア～クの中から1つ選び、解答欄 24 にマークしなさい。

ア A

イ B

ウ C

エ A、B

オ A、C

カ B、C

キ A、B、C

ク なし

(B) 一部の植物や藻類、光合成を行う細菌などは、その生活環境に適応して (4) さまざまな光合成の過程をもつものがある。また、炭酸同化だけでなく (5) 窒素同化も植物の重要な機能である。

植物は、土壌中に含まれる無機窒素化合物をイオンとして根から吸収する。吸収されたイオンは維管束を經由して葉などへ運ばれる。そこで  イオンはグルタミン酸と結合して  が合成される。続いて  のアミノ基のうちの1つが  に受け渡されることで2分子のグルタミン酸が生成し、その後さまざまな有機窒素化合物が合成されていく。微生物の中には、植物が利用できない空気中の窒素を、植物が利用できる窒素化合物に変える窒素固定のはたらきができるものも存在する。

問4 下線部(4)について、次の問いⅠ、Ⅱに答えなさい。

Ⅰ 多くの植物では、吸収した二酸化炭素から最初につくられる化合物はPGAである。しかし、CAM植物と呼ばれるサボテンやベンケイソウなどの多肉植物は、異なる光合成経路をもつ。CAM植物についての記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア オキサロ酢酸を生成する過程と、PGAを生成する過程は別の細胞に存在する。
- イ 光合成効率を高めるため、CO<sub>2</sub>濃度を高くするための回路をもつ。
- ウ 夜間は気孔を閉じて糖の合成を行い、昼間に気孔を開きCO<sub>2</sub>を吸収する。
- エ 取り込んだCO<sub>2</sub>はリンゴ酸として蓄えられたあと、再びCO<sub>2</sub>に戻される。
- オ 気温が高く、降水量が多い環境に適応して進化した。
- カ 熱帯地域の森林の、林床に生活する植物によくみられる。

Ⅱ シアノバクテリアを除く光合成細菌の光合成に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア 光合成細菌では、水の代わりに硫化水素などを分解する。
- イ 光合成細菌は、葉緑体で光合成を行う。
- ウ 光合成細菌は、光化学系Ⅰと光化学系Ⅱの両方をもつ。
- エ 光合成細菌は、光合成の際に酸素を発生する。
- オ 光合成細菌の電子伝達系はATPの合成に関与しない。
- カ 光合成細菌は、クロロフィルaをもつ。

問5 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	A	B	C
ア	アンモニウム	グルタミン	$\alpha$ -ケトグルタル酸
イ	アンモニウム	グルタミン	リンゴ酸
ウ	アンモニウム	リンゴ酸	$\alpha$ -ケトグルタル酸
エ	硝酸	グルタミン	リンゴ酸
オ	硝酸	$\alpha$ -ケトグルタル酸	グルタミン
カ	硝酸	リンゴ酸	$\alpha$ -ケトグルタル酸

問6 下線部 (5) に関して、マメ科植物と共生する根粒菌は、マメ科植物の根に侵入して窒素固定を行う。マメ科植物と根粒菌に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア マメ科植物は、根粒菌が窒素固定で合成した無機窒素化合物と有機窒素化合物を得て生活する。
- イ マメ科植物は、根粒菌に無機窒素化合物を与え、根粒菌が合成した有機窒素化合物を得て、根粒菌と相利共生の関係をもつ。
- ウ マメ科植物は、根粒菌が合成した有機窒素化合物を得るだけの片利共生の関係をもつ。
- エ 根粒菌は空気中から窒素を取り入れ、これを酸化して硝酸イオンに変え、共生する植物に与える。
- オ 根粒菌は空気中から窒素を取り入れ、これを還元してアンモニウムイオンに変え、共生する植物に与える。
- カ 根粒菌以外の細菌は窒素固定を行わない。

3 この問題は、解答欄 41 ～ 48 に解答すること。

次の文章 (A)・(B) を読んで、後の問いに答えなさい。(26点)

(A) ヒトは外界からの光や音などを受容し、その情報を脳で処理することで視覚や聴覚などの感覚を生じる。眼は光の受容器で、には錐体細胞と桿体細胞の2種類の視細胞がある。

(1) 錐体細胞には吸収する光の波長が異なる3種類の細胞(青錐体細胞、緑錐体細胞、赤錐体細胞)が存在する。錐体細胞と桿体細胞のうち、は黄斑に特に多く分布し、一方、は黄斑には少なく、の周辺部に多く分布する。

遠くのものに焦点を合わせるときは、毛様筋がしてチン小帯がことで水晶体をしている。また、(2) 眼に入る光の量は瞳孔の大きさを変えることで調整している。

問1 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
ア	網膜	錐体細胞	桿体細胞
イ	網膜	桿体細胞	錐体細胞
ウ	脈絡膜	錐体細胞	桿体細胞
エ	脈絡膜	桿体細胞	錐体細胞
オ	強膜	錐体細胞	桿体細胞
カ	強膜	桿体細胞	錐体細胞

問2 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～クの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	D	E	F
ア	収縮	緩む	薄く
イ	収縮	緩む	厚く
ウ	収縮	引っ張られる	薄く
エ	収縮	引っ張られる	厚く
オ	弛緩	緩む	薄く
カ	弛緩	緩む	厚く
キ	弛緩	引っ張られる	薄く
ク	弛緩	引っ張られる	厚く

問3 下線部 (1) に関して、3種類の細胞それぞれの最もよく吸収する光の波長の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	青錐体細胞	緑錐体細胞	赤錐体細胞
ア	430nm	530nm	560nm
イ	430nm	560nm	530nm
ウ	530nm	430nm	560nm
エ	530nm	560nm	430nm
オ	560nm	430nm	530nm
カ	560nm	530nm	430nm

問4 瞳孔反射の中樞として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

ア 延髄	イ 間脳	ウ 小脳
エ 脊髄	オ 大脳	カ 中脳

問5 下線部(2)に関して、瞳孔が拡大するときにはたらく神経の種類と、その神経の分類の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 45 にマークしなさい。

	神経の種類	神経の分類
ア	交感神経	体性神経系
イ	交感神経	自律神経系
ウ	交感神経	中枢神経系
エ	副交感神経	体性神経系
オ	副交感神経	自律神経系
カ	副交感神経	中枢神経系

問6 暗い場所から急に明るい場所に出ると、最初はまぶしくてよく見えないが、しばらくすると見えるようになる。このときの桿体細胞の光に対する感度に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 46 にマークしなさい。

- ア 最初はフォトロピンが分解されていて感度が低かったが、次第にフォトロピンが蓄積して感度が上がった。
- イ 最初はロドプシンが分解されていて感度が低かったが、次第にロドプシンが蓄積して感度が上がった。
- ウ 最初はフォトプシンが分解されていて感度が低かったが、次第にフォトプシンが蓄積して感度が上がった。
- エ 最初はフォトロピンが蓄積していて感度が高かったが、次第にフォトロピンが減少して感度が下がった。
- オ 最初はロドプシンが蓄積していて感度が高かったが、次第にロドプシンが減少して感度が下がった。
- カ 最初はフォトプシンが蓄積していて感度が高かったが、次第にフォトプシンが減少して感度が下がった。

(B) 盲斑には視細胞が存在しないため、光が当たっても受容されない。これを利用して黄斑から盲斑までの距離や、盲斑の大きさを測定することができる。盲斑を検出するために、次の図1のように、記録用紙を+の印（以後、注視点）が被験者の右眼の真正面50cmの位置にくるように固定した。そして、被験者には左眼を隠した状態で、注視点を右眼で見続けてもらった。その状態のまま、指示棒を注視点からゆっくりと右に動かしていくと、注視点から8.0cm動かした部分で指示棒の先端が被験者から見えなくなり、その後注視点から11.0cm動かした部分で再び見えはじめた。被験者の眼球の直径は25mmであった。

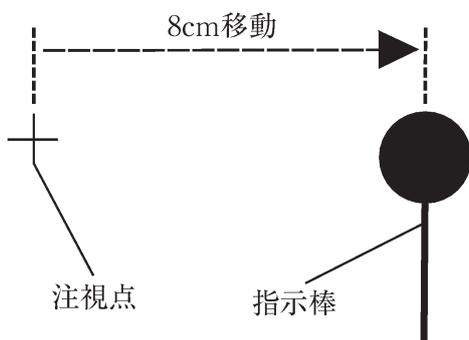


図1

問7 被験者の黄斑から盲斑までの距離として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **47** にマークしなさい。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ア 0.5mm | イ 2.0mm | ウ 3.0mm |
| エ 3.5mm | オ 4.0mm | カ 4.5mm |

問8 被験者の盲斑のおおよその直径として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **48** にマークしなさい。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ア 0.6mm | イ 1.0mm | ウ 1.5mm |
| エ 2.0mm | オ 2.5mm | カ 3.0mm |

4 この問題は、解答欄 61 ～ 68 に解答すること。

次の文章 (A)・(B) を読んで、後の問いに答えなさい。(26点)

(A) 地球上に最初に生物が現れたのは約  年前だと考えられている。その頃、地球上には海洋ができ、さまざまな有機物が非生物的に合成され海水に溶けていたと考えられ、やがて自己複製ができる  が、 をもつリン脂質二重層に囲まれることで細胞が生じたと考えられる。

1953年に発表された (1) ミラーの実験 により原始地球で生物が発生した可能性が証明された。原始の生物の世界は、(2) RNA ワールド であったと考えられている。

問1 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～クの中から1つ選び、解答欄 61 にマークしなさい。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
ア	46 億	核酸	選択的透過性
イ	46 億	核酸	基質特異性
ウ	46 億	タンパク質	選択的透過性
エ	46 億	タンパク質	基質特異性
オ	40 億	核酸	選択的透過性
カ	40 億	核酸	基質特異性
キ	40 億	タンパク質	選択的透過性
ク	40 億	タンパク質	基質特異性

問2 下線部(1)に関する次の文章(I)~(III)の正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下のア~クの中から1つ選び、解答欄 **62** にマークしなさい。

- (I) この実験で使われた物質は、隕石の成分を参考に選ばれた。
- (II) この実験の条件は、海底の熱水噴出孔付近の環境を模して構築された。
- (III) この実験では、無機物からアミノ酸などの複雑な有機物が生成した。

	(I)	(II)	(III)
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤

問3 下線部(2)に関して、RNAワールドからDNAワールドへの変遷に関する記述として最もふさわしいものを、次のア~オの中から1つ選び、解答欄 **63** にマークしなさい。

- ア 初期のRNAワールドにおいて、RNAは遺伝情報のみを担った。
- イ RNAワールドからDNAワールドに移行した直後は、DNAが触媒作用を担い、RNAが遺伝情報を担った。
- ウ RNAワールドからDNAワールドに移行したのち、タンパク質が触媒作用を担うようになった。
- エ DNAはRNAより安定した物質であるため、DNAワールドではDNAが遺伝情報を担うようになった。
- オ 現在でも一部の細菌は、DNAワールドではなくRNAワールドに属している。

(B) 初期の地球に存在した生物については諸説あるが、従属栄養生物と独立栄養生物の両者が存在したと考えられている。原始地球の大気には、酸素が存在していなかったため、これらの生物は  を行い、エネルギーを取り出していたと考えられている。無機物から有機物を合成できる生物は  生物と呼ばれる。  生物は  細菌、  細菌の順に現れたと考えられている。

先カンブリア時代の比較的早い時期には、さまざまな単細胞生物が出現していたと考えられている。やがて 27 億年ほど前、(3) シアノバクテリア の繁栄によって地球環境が大きく変わることとなった。

カンブリア紀以降は (4) 化石 によって生物の変遷を知ることができるようになった。

問 4 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～クの中から 1 つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="E"/>	<input type="text" value="F"/>	<input type="text" value="G"/>
ア	呼吸	独立栄養	化学合成	光合成
イ	呼吸	独立栄養	光合成	化学合成
ウ	呼吸	従属栄養	化学合成	光合成
エ	呼吸	従属栄養	光合成	化学合成
オ	発酵	独立栄養	化学合成	光合成
カ	発酵	独立栄養	光合成	化学合成
キ	発酵	従属栄養	化学合成	光合成
ク	発酵	従属栄養	光合成	化学合成

問5 下線部(3)について、シアノバクテリアとその繁栄の影響に関する次の文章(I)~(III)の正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下のア~クの中から1つ選び、解答欄65にマークしなさい。

- (I) シアノバクテリアはクロロフィルaをもつ。
- (II) 放出された酸素により土中の鉄が酸化し、縞状鉄鉱層となった。
- (III) 大気の主成分が、窒素と二酸化炭素から窒素と酸素へと変化した。

	(I)	(II)	(III)
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤

問6 下線部(4)について、化石に関する記述として誤っているものを、次のア~カの中から1つ選び、解答欄66にマークしなさい。

- ア フズリナは地層の年代を推定するのに用いられる古生代の示準化石である。
- イ サングの化石は、そこがかつて温かく浅い海であったことを示す示相化石である。
- ウ 地球上で最古の岩石ができてから今までを地質時代と呼び、5.4億年以降はおもに生産者である植物の変遷をもとに古生代、中生代、新生代に区分される。
- エ 大型の多細胞生物が多様化したのは全球凍結の後だということが、化石から推定される。
- オ 古生代のカンブリア紀には、水生生物の中に硬い殻をもった生物が出現した。この時期の化石群としてチェンジャン動物群があげられる。
- カ バージェス動物群などのカンブリア紀の化石群には、現生するほとんどの動物の門が含まれる。

問7 石炭紀には羊膜をもつ動物が出現した。羊膜をもつ動物の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **67** にマークしなさい。

- ア 魚類、両生類、哺乳類
- イ 魚類、鳥類、哺乳類
- ウ は虫類、両生類、哺乳類
- エ は虫類、鳥類、哺乳類
- オ 昆虫類、両生類、鳥類
- カ 昆虫類、は虫類、鳥類

問8 新生代になると、哺乳類の中から森林における樹上生活に適応したグループとして、霊長類が出現した。霊長類の中から類人猿が進化し、やがて人類が出現した。霊長類に関する次の文章（Ⅰ）～（Ⅲ）の正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下のア～クの中から1つ選び、解答欄 **68** にマークしなさい。

- （Ⅰ）霊長類は平爪をもち、拇指対向性である。
- （Ⅱ）類人猿は尾がなく、直立二足歩行はできない。
- （Ⅲ）人類は直立二足歩行をし、大後頭孔が真下を向いている。

	（Ⅰ）	（Ⅱ）	（Ⅲ）
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤