

高等学校 理科（生物）

解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1**～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1**～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

(1) 放射線についての記述として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 放射線が物質中の原子から電子をはじきとばし、原子をイオン化するはたらきを放射線の電離作用と呼ぶ。
- 2 放射性物質が放射線を出す性質(能力)を放射能といい、その単位にはシーベルト(記号Sv)を用いる。
- 3 放射線とは、原子核から出る高速の粒子の流れや、高エネルギーの電磁波の総称で、高速の粒子がヘリウムの原子核なら β 線である。
- 4 α 線、 β 線は肉眼で見えるが、それ以外の放射線は肉眼では見えない。
- 5 放射線を人工的に作り出すことはできない。

(2) 質量 5.0×10^2 gの教科書を机の上に置いたところ、教科書と机が接している面積は 5.0×10^2 cm²であった。この教科書が机におよぼす圧力として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、質量100 gの物体にはたらく重力の大きさを1 Nとする。解答番号は

- | | | | | | |
|---|----------------------|---|-------------------------|---|-------|
| 1 | 1.0×10^3 Pa | 2 | 1.0×10^2 Pa | 3 | 10 Pa |
| 4 | 1.0 Pa | 5 | 1.0×10^{-1} Pa | | |

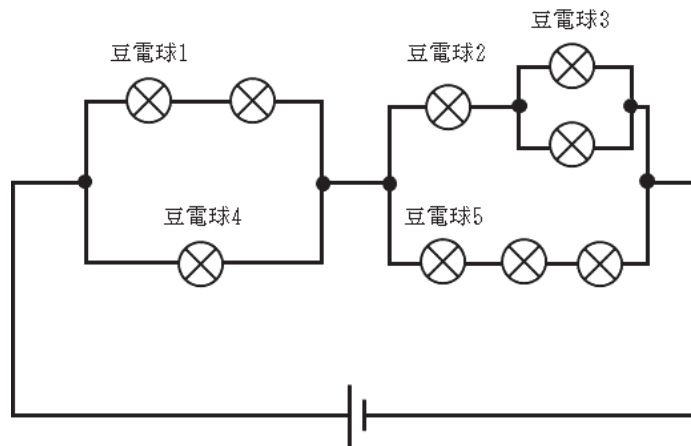
(3) 入射する太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池があり、その面積は 5.0 m²であった。この太陽電池に 1 m²あたり1秒間に 0.80 kJの太陽光のエネルギーが入射した結果、 4.8×10^2 Wの電力が得られたとすると、この太陽電池における、太陽光のエネルギーから電気エネルギーへの変換効率として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | 10% | 2 | 12% | 3 | 16% | 4 | 18% | 5 | 24% |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|

(4) 雨滴が鉛直方向に一定の速さで降る中、電車がまっすぐな線路上を一定の速さ16m/sで水平に走っている。このとき、電車内で静止している人が見る雨滴の落下方向は、鉛直方向と 60° の角度をなしていた。水平面に対する雨滴の速さとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。解答番号は

- 1 6.9m/s 2 9.2m/s 3 11m/s 4 23m/s 5 28m/s

(5) 下図のように、直流電源装置に同じ豆電球を9個つないだ回路をつくり、豆電球を点灯させた。このとき、図中の豆電球1から豆電球5のうちで2番目に明るい豆電球の組み合わせとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、導線の抵抗、電源の内部抵抗は無視できるものとする。また、使用する豆電球の抵抗値はかかる電圧によらず常に一定で、かつ豆電球の明るさは豆電球で消費される電力のみによるものとする。解答番号は



- 1 豆電球1と豆電球2
- 2 豆電球3と豆電球4
- 3 豆電球4と豆電球5
- 4 豆電球1と豆電球3と豆電球5
- 5 豆電球2と豆電球4と豆電球5

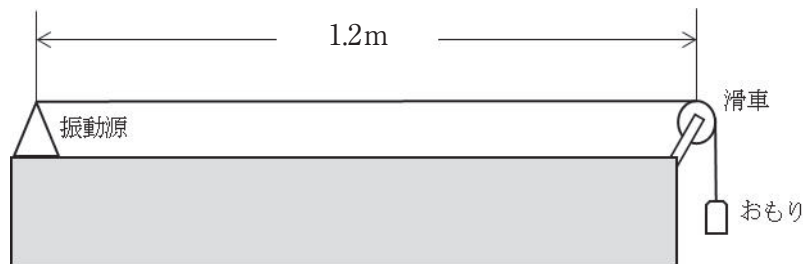
(6) 2 mの高さから小球を10m/sの速さで水平に投げ出したとき、投げ出した点の真下の地点から、小球の落下地点までの水平距離は X_1 [m]であった。次に、1 mの高さから小球を20m/sの速さで水平に投げ出したとき、投げ出した点の真下の地点から、小球の落下地点までの水平距離は X_2 [m]であった。

X_1 と X_2 の間の大小関係についての記述として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。解答番号は

- 1 X_1 と X_2 の間の大小関係は、小球の質量による。
- 2 X_1 と X_2 の間に定まった大小関係はない。
- 3 $X_1 = X_2$ である。
- 4 $X_1 > X_2$ である。
- 5 $X_1 < X_2$ である。

(7) 下図のように、振動源に取り付けられた長さ1.2mの弦が、おもりと滑車を用いて張力が一定になるように張られている。振動源を振動させたところ、弦に定常波ができ、その腹の数は3個であった。弦を伝わる波の速さが24m/sのとき、振動源の振動数として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、振動源と滑車の位置には定常波の節ができるものとする。

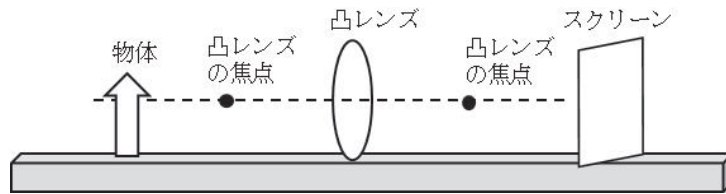
解答番号は



- 1 10Hz
- 2 20Hz
- 3 30Hz
- 4 40Hz
- 5 60Hz

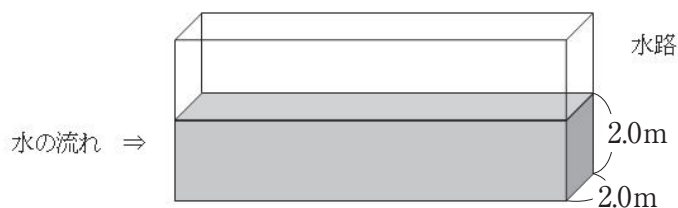
(8) 下図のような装置において、物体やスクリーンを動かし、凸レンズによってできる像の位置、大きさ、向きを調べた。次の記述のうち、誤っているものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は



- 1 物体が焦点よりも外側にある場合は、スクリーン上に実像をつくることができる。
- 2 物体が凸レンズと焦点の間にある場合は、スクリーン上に実像はできない。
- 3 スクリーン上にできる実像は、物体と上下が逆向きである。
- 4 スクリーン上に実像ができる場合、その実像の位置は、物体の位置が焦点から離れるほど、物体と反対側の焦点に近づく。
- 5 スクリーン上にできる実像の大きさが、物体よりも小さくなることはない。

(9) 下図のような幅2.0mの水路に5.0秒間で20kLの割合で水を流したとき、水深が2.0mで一定であった。これを、水の粒子がすべて同じ速さで同じ向きに流れているとして考え、水の粒子が移動する速さを「流速」とする。流れた水の「流速」として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



- | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|---|------------------|
| 1 | $1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ | 2 | $1.0 \times 10^{-1} \text{m/s}$ | 3 | 1.0m/s |
| 4 | 10m/s | 5 | $1.0 \times 10^2 \text{m/s}$ | | |

2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) プロパンの完全燃焼について、次の問いに答えよ。

ア プロパンの完全燃焼により発生した二酸化炭素10.0Lの質量を測定したところ、18.4gであった。このときの二酸化炭素の密度(g/cm³)はいくらか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 1.84×10^{-2} 2 1.84×10^{-3} 3 1.84×10^{-4}
4 9.20×10^{-2} 5 9.20×10^{-3}

イ プロパンが完全燃焼したときの化学反応式はどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 $C_3H_8 + 3O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
2 $C_3H_8 + 4O_2 \longrightarrow 2CO + CO_2 + 4H_2O$
3 $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
4 $2C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 2CO + 4CO_2 + 6H_2O$
5 $2C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 10H_2O$

ウ 標準状態で1Lのプロパンと7Lの酸素の混合気体に点火して、完全に反応させたあと標準状態に戻したときについて述べた次のA～Fの各文のうち、正しいものをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、水蒸気の体積は無視できるものとする。

解答番号は

- A 酸素が2L残る。 B 酸素が3L残る。
C 二酸化炭素が3L生成する。 D 二酸化炭素が4L生成する。
E 反応後の気体の総量は5Lである。 F 反応後の気体の総量は6Lである。

- 1 A C E 2 A C F 3 A D E
4 B C E 5 B D F

(2) 混合物の分離について、次の問いに答えよ。

ア 物質の分離に関する記述のうち、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 混合物から、目的とする物質を溶媒に溶かして分離する操作を抽出という。
- 2 混合物を溶媒に加え、加熱して溶かし、その後溶媒をすべて蒸発させて固体を得る方法を再結晶という。
- 3 ろ紙に混合物をつけ、ろ紙の端を溶媒に浸しておくこと各成分に分離される。このように物質の吸着されやすさの違いを利用する方法をクロマトグラフィーという。
- 4 固体が直接気体となる性質を利用する分離方法を昇華法という。
- 5 沸点の違いを利用して液体混合物を成分に分離する操作を分留という。

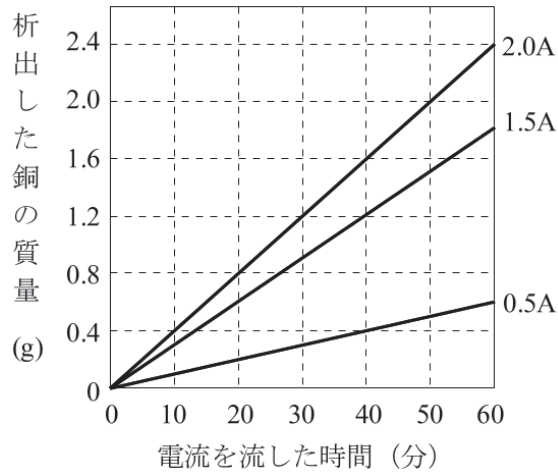
イ A～Dの混合物から () 内の物質だけを取り出す方法として正しいものを選択している組合せはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- A 食塩水 (食塩) B ヨウ素と食塩 (ヨウ素)
C ワイン (エタノール) D 硝酸カリウムと少量の食塩の混合物 (硝酸カリウム)

	蒸留	蒸発乾固	昇華法	抽出	再結晶
--	----	------	-----	----	-----

	A	B	C	D
1	蒸発乾固	昇華法	蒸留	抽出
2	蒸発乾固	蒸留	再結晶	抽出
3	昇華法	蒸発乾固	再結晶	抽出
4	蒸発乾固	昇華法	蒸留	再結晶
5	昇華法	蒸発乾固	蒸留	再結晶

(3) 白金電極を用いた塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解について調べた。下の図は、0.5A、1.5A、2.0Aの電流をそれぞれ流したときに、析出した銅の質量と時間の関係を表したグラフである。次の問いに答えよ。



ア X [A] の電流を60分間流したときに、析出した銅の質量をY [g] とする。このとき、XとYの間に成り立つ関係式として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $Y = 0.6X$ 2 $Y = \frac{2}{3}X$ 3 $Y = 1.2X$ 4 $Y = \frac{4}{3}X$ 5 $Y = 1.8X$

イ 3.0Aの電流を流して2.0gの銅が析出したとき、電流を流した時間として最も近いものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 23分 2 27分 3 30分 4 33分 5 37分

ウ 塩化銅(Ⅱ)水溶液に電流を加えたとき、それぞれの極での反応を示す電子 e^- を用いたイオン反応式として最も適切な組合せはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | 陽極 | 陰極 |
|--|--|
| 1 $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ | $Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$ |
| 2 $Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$ | $4OH^- \longrightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$ |
| 3 $4OH^- \longrightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$ | $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ |
| 4 $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ | $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ |
| 5 $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ | $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ |

(4) うすい硫酸に、うすい水酸化バリウム水溶液Aを少しずつ加えて混合し、中和の実験を行った。
下の表は、中和が完了したときの体積の関係を表したものである。次の問いに答えよ。

硫酸の体積 (cm ³)	2	5	7	9
中和に必要な水酸化バリウム水溶液Aの体積 (cm ³)	6	15	21	27

ア この実験で中和点を調べる方法として最も適当なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 混合液に電流がほとんど流れなくなったことを確認する。
- 2 混合液の色が赤くなったことを確認する。
- 3 混合液の温度が上がったことを確認する。
- 4 混合液に固体が沈殿したことを確認する。
- 5 混合液にマグネシウムを入れ、水素が発生したことを確認する。

イ この実験で用いた水酸化バリウム水溶液Aの濃度を3倍にした水酸化バリウム水溶液Bをつくり、同様の実験を行った。このとき、この実験で用いた硫酸12cm³を中和するのに水酸化バリウム水溶液Bは何cm³必要か。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 4 cm³ 2 12cm³ 3 24cm³
- 4 36cm³ 5 108cm³

ウ この実験で中和反応により生成した塩について正しく述べている文の組合せはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | |
|---|----------------------|
| A 水によく溶ける。 | B うすい塩酸を加えると水素が発生する。 |
| C 化学式は、Ba ₂ SO ₄ である。 | D 白色の物質である。 |

- 1 A B C 2 B D 3 C D
- 4 B 5 D

3 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

(1) 1735～1743年にフランス学士院は、低緯度のペルー（現在のエクアドル）と高緯度のラプラント（現在のフィンランド）に測量隊を派遣し、緯度差 1° の距離（経線弧の長さ）を測量した結果、次の表に示す値を得た。これを説明する図として、回転楕円体と考えられる地球の姿を強調して描いたとき、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

場所	緯度	緯度差 1° の距離 (経線弧の長さ)
ラプラント	66° N付近	111.9km
ペルー	1° S付近	110.6km

<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>5</p>	

(2) 岩石について述べた次の A～C の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

A 枕状溶岩は、水中での噴火活動の証拠と考えられる。

B 一般に、花こう岩は斑れい岩よりも有色鉱物の量が少なく、白っぽい。

C 火成岩の薄片を顕微鏡で観察したときに作成した①、②のスケッチのうち、深成岩であると考えられるのは②である。

著作権保護の観点により、図表を掲載いたしません。

出典：『新地学教育講座 4』地学団体研究会 編
舟橋三男 監修 東海大学出版会
47ページ

	A	B	C
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

(3) 先カンブリア時代について述べた次のA～Cのうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

A 先カンブリア時代に光合成を行う生物が出現し、海中にとけていた鉄イオンが酸化されて縞状鉄鉱層が形成されたと考えられている。

B 先カンブリア時代の赤道付近で形成された地層に氷河性の堆積物が見られることから、地球全体が氷で覆われていた時期があったと考えられている。

C 先カンブリア時代の末には、バージェス動物群と呼ばれるさまざまな形態をした無脊椎動物が出現したと考えられている。

1 A

2 B

3 AとB

4 BとC

5 AとBとC

(4) 地球史について述べた次の文中の空欄に入る語の組合せとして最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

先カンブリア時代に続く古生代は6つに細分される。最古の陸上植物はシダ植物のクックソニアであり、紀の地層から発見されている。デボン紀になると、両生類のが陸上に進出した。紀には、ロボクやリンボクなどの大型のシダ植物が繁栄し、大森林を形成した。下の想像図①と想像図②のうち、クックソニアを示しているのはであり、もう一方はリンボクを示している。古生代の最後は紀であり、この頃になるとシダ植物に代わり裸子植物が栄えるようになった。

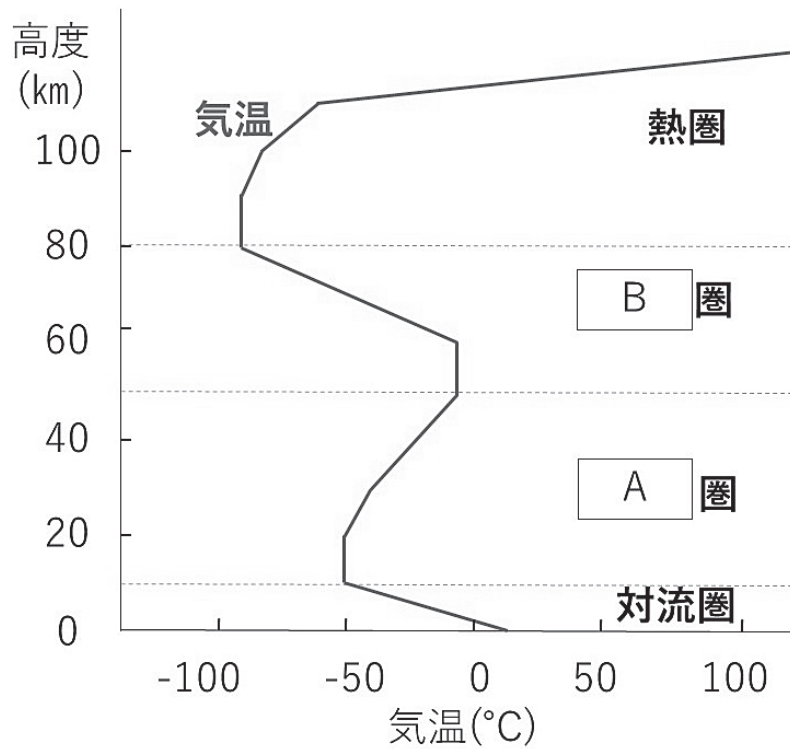
著作権保護の観点により、図表を掲載いたしません。

出典：『古生物学各論』徳永重元 大森昌衛 編集
井尻正二 監修 築地書館
61ページ、65ページ

	A	B	C	D	E
1	シルル	イクチオステガ	石炭	想像図①	ペルム (二畳)
2	シルル	アノマロカリス	石炭	想像図②	ペルム (二畳)
3	オルドビス	イクチオステガ	シルル	想像図①	石炭
4	オルドビス	アノマロカリス	シルル	想像図②	石炭
5	カンブリア	イクチオステガ	石炭	想像図②	ペルム (二畳)

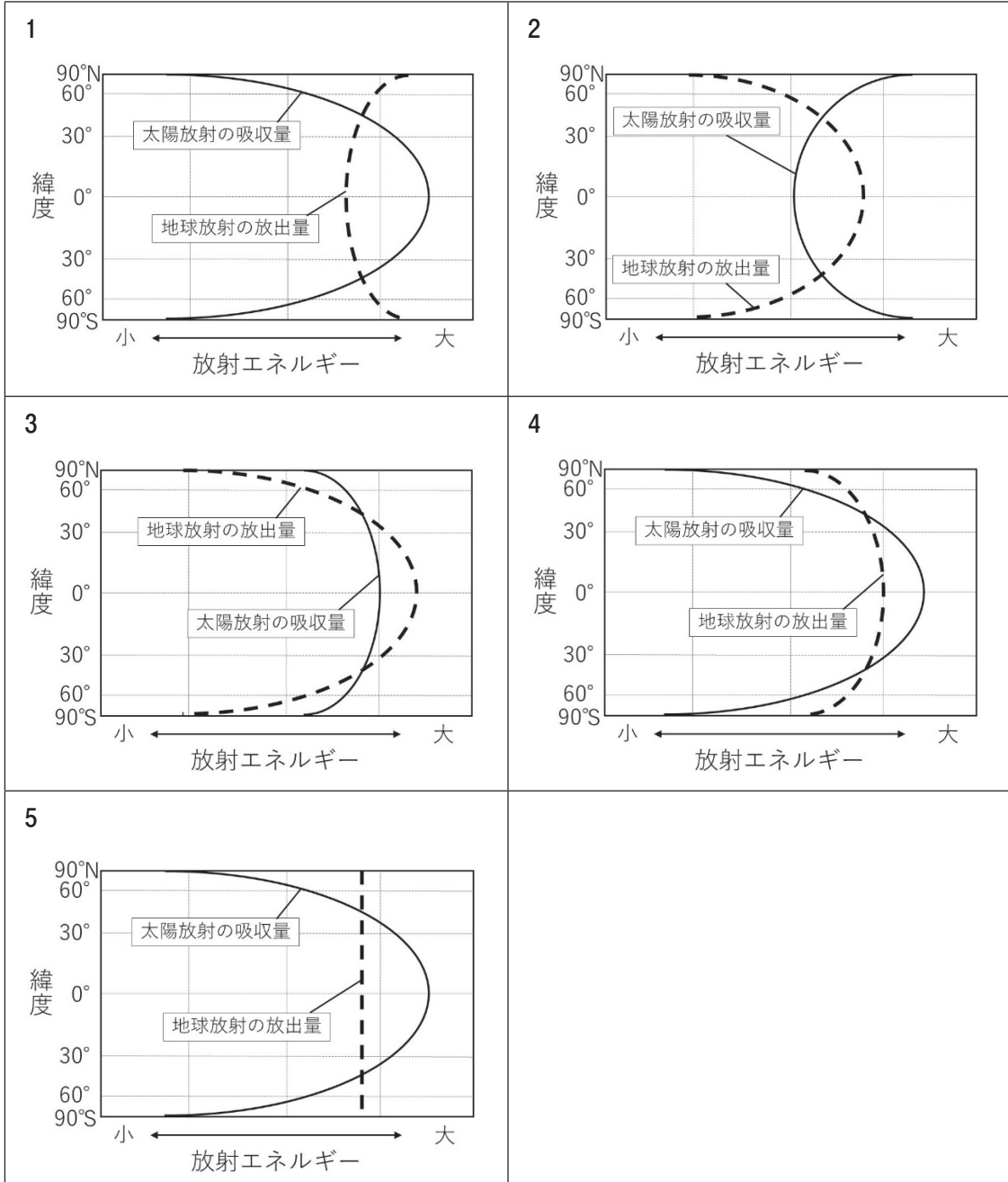
(5) 大気圏の構造について述べた次の文中および図中の空欄に入る語や数値の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

窒素、酸素、二酸化炭素、水蒸気などの気体が、地球を取り巻く大気を構成している。下図は大気圏の気温分布を示しており、地表から順に対流圏、 圏、 圏、熱圏と呼ばれている。また、高度が5.5km増すごとに気圧が約2分の1になるとすると、44kmの高さでは、気圧は地表の 倍になると考えられる。



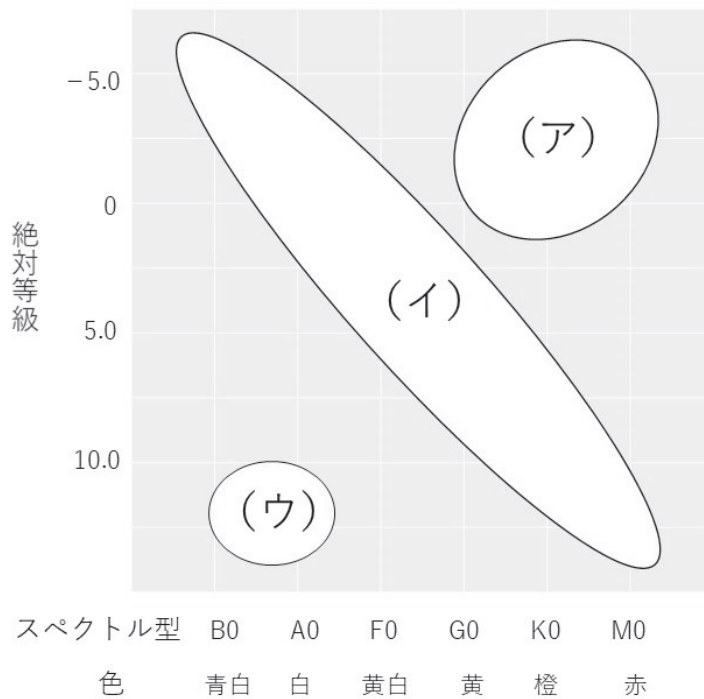
	A	B	C
1	中間	成層	$\frac{1}{8}$
2	中間	成層	$\frac{1}{64}$
3	中間	成層	$\frac{1}{256}$
4	成層	中間	$\frac{1}{8}$
5	成層	中間	$\frac{1}{256}$

(6) 地球は太陽からエネルギーを得ているが、太陽放射の吸収量は緯度によって異なる。一方、地球からも地球放射としてその表面から宇宙にエネルギーを放出している。太陽放射の吸収量と地球放射の放出量の緯度分布を模式的に表した場合、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



(7) HR図（ヘルツシュプルング・ラッセル図）について述べた次の文中の空欄に入る語句や記号の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

下図のように、縦軸に絶対等級を、横軸にスペクトル型をとった図をHR図という。この図では、右にある恒星ほど表面温度が 。一般に、HR図の右上部分（ア）に分布する恒星を 、HR図の左上から右下にかけて（イ）分布する恒星を主系列星、HR図の左下（ウ）に分布する恒星を と呼び、太陽程度の質量をもつ恒星は、 の順に進化する。



- | | A | B | C | D |
|---|----|------|------|-----------------|
| 1 | 低い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (イ) → (ア) → (ウ) |
| 2 | 低い | 白色矮星 | 赤色巨星 | (ア) → (イ) → (ウ) |
| 3 | 高い | 白色矮星 | 赤色巨星 | (ウ) → (イ) → (ア) |
| 4 | 高い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (イ) → (ア) → (ウ) |
| 5 | 低い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (ア) → (イ) → (ウ) |

(8) 1929年にハッブルは、遠くの銀河ほど後退速度（遠ざかる速度）が大きいということを発見した。これをハッブルの法則という。銀河が遠ざかる速度を v 、銀河までの距離を r とすると、ハッブルの法則は、

$$v = Hr$$

という式で表され、比例定数の H をハッブル定数という。

ハッブル定数が20km/s/100万光年だとすると、宇宙の年齢はおよそ何年と考えられるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、光速を30万 km/sとする。解答番号は

- 1 1.0×10^{10} 年
- 2 1.5×10^{10} 年
- 3 2.0×10^{10} 年
- 4 1.0×10^{12} 年
- 5 1.5×10^{12} 年

(9) 2018年には火星が地球に大接近する。次のページにある「2018年の火星に関する表」を参考に、火星の様子について述べた次のA～Cの正誤の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- A 火星が地球に最接近しても、地球から火星までの距離は地球から太陽までの距離より遠い。
B 火星などの惑星が、天球上を西から東へ移動することを「逆行」という。
C 7月11日の火星の明るさは、見かけの等級が0等級の星の10倍の明るさである。

- | | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 誤 |
| 3 | 誤 | 正 | 正 |
| 4 | 誤 | 誤 | 正 |
| 5 | 誤 | 誤 | 誤 |

2018年の火星に関する表（4月2日～9月29日）

月 日	赤経 (H m)	赤緯 (° ′)	距離 (天文単位)	等級	視半径 (′)
4 2	18 37.5	-23 32	1.10	+0.3	4.3
4 12	19 1.0	-23 21	1.01	+0.1	4.6
4 22	19 23.3	-23 2	0.92	-0.2	5.1
5 2	19 44.1	-22 39	0.84	-0.4	5.6
5 12	20 3.2	-22 15	0.76	-0.7	6.2
5 22	20 19.9	-21 55	0.68	-0.9	6.9
6 1	20 33.9	-21 43	0.61	-1.2	7.6
6 11	20 44.4	-21 45	0.55	-1.5	8.5
6 21	20 50.6	-22 6	0.49	-1.8	9.5
7 1	20 51.9	-22 48	0.45	-2.2	10.4
7 11	20 48.0	-23 46	0.41	-2.5	11.3
7 21	20 39.4	-24 52	0.39	-2.7	11.9
7 31	20 28.3	-25 49	0.38	-2.8	12.2
8 10	20 17.6	-26 24	0.39	-2.6	12.0
8 20	20 10.3	-26 28	0.41	-2.4	11.4
8 30	20 8.3	-26 5	0.44	-2.2	10.6
9 9	20 12.0	-25 18	0.48	-1.9	9.7
9 19	20 21.0	-24 13	0.53	-1.6	8.9
9 29	20 34.3	-22 51	0.58	-1.4	8.1

天文年鑑2018「火星のこよみ」より作成（各値は地球時0時のもの）

赤経・赤緯：場所や日時に関係なく、天球上の位置を表す

距離：地球－火星間の距離

等級：火星の見た目の明るさ

視半径：火星の見た目の大きさ

4 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

(1) 腎臓に入った血液は、糸球体でろ過されて原尿となる。原尿に含まれる水や成分は、尿細管を通るあいだに、毛細血管に選択的に再吸収される。再吸収されなかった水や成分は、尿となり、体外に排出される。表1は、健康な人の血しょう、原尿、尿に含まれる成分とその濃度を表したものである。表1の成分のうち、最も再吸収率が高いものはグルコースであるが、2番目に再吸収率が高いものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

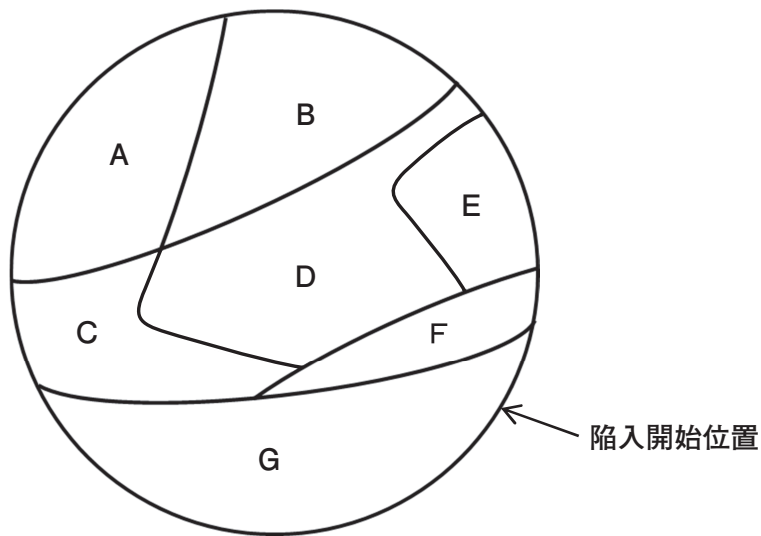
表1

成分	血しょう (%)	原尿 (%)	尿 (%)
タンパク質	8	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.35
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
カルシウムイオン	0.008	0.008	0.015
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.05

- 1 ナトリウムイオン
- 2 カリウムイオン
- 3 カルシウムイオン
- 4 尿素
- 5 尿酸

(2) フォークトは、イモリの胚の表面のさまざまな部分を色素で染め、胚のどの部分が、将来どの組織に分化するかという予定運命を調べ、原基分布図（予定運命図）を作成した。図1は、イモリの胞胚の原基分布図を模式的に示したものである。図1のA～Gの胚域について述べた次のア～オの文のうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。
 解答番号は

図1



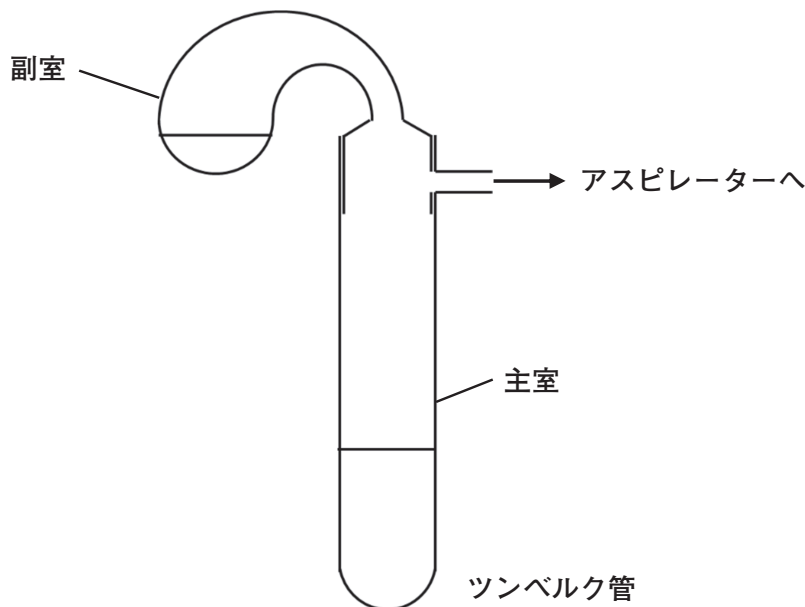
- ア A、Bの胚域は外胚葉に分化し、Gは中胚葉に分化する。
- イ A、B、C、D、E、Fの胚域は、原口から胚の内部に陥入する。
- ウ 脊髄は、Eの胚域から分化する。
- エ 骨格筋は、Dの胚域から分化する。
- オ 皮膚の表皮は、Aの胚域から分化する。

- 1 ウ エ
- 2 エ オ
- 3 ア イ エ
- 4 ア ウ オ
- 5 イ ウ エ

(3) 呼吸の反応過程のクエン酸回路において、コハク酸をフマル酸に変化させる酵素のはたらきを調べるため、次の①～④の実験操作を行った。

- ① ニワトリの胸筋をリン酸緩衝液を加えながら乳鉢ですりつぶして、酵素液（白色）とした。
- ② 図2のように、ツンベルク管の主室に酵素液を、副室にメチレンブルー水溶液とコハク酸ナトリウム水溶液を入れた。
- ③ ツンベルク管をアスピレーターにつなぎ、ツンベルク管内の空気を排気してから、副室を回して密閉した。
- ④ ツンベルク管を傾けて、副室の溶液を主室に注いだ。

図2



④の実験操作の後、このツンベルク管を常温で放置し、主室内の液の色を観察したところ、約30分かけて、液の色がしだいに变化した。このとき起こっていると考えられることについて述べた次のア～カの文のうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。

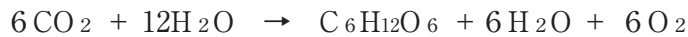
解答番号は

- | | |
|--------------------|---------------------|
| ア 液の色が青色から白色に変化した。 | イ 液の色が青色から赤色に変化した。 |
| ウ コハク酸が水素と結合した。 | エ コハク酸から水素が奪われた。 |
| オ メチレンブルーが水素と結合した。 | カ メチレンブルーから水素が奪われた。 |

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ア | ウ | カ |
| 2 | ア | ウ | オ |
| 3 | ア | エ | オ |
| 4 | イ | ウ | カ |
| 5 | イ | エ | オ |

(4) 次の化学反応式①、②は、細菌類の行う光合成の反応を表している。化学反応式①、②について述べた次のア～オの文のうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

〔化学反応式①〕



〔化学反応式②〕



- ア シアノバクテリアは、化学反応式①を行う。
- イ 硝酸菌（亜硝酸酸化菌）は、化学反応式②を行う。
- ウ クロロフィル a を持つ細菌は、化学反応式②を行う。
- エ 緑色硫黄細菌は、化学反応式①を行う。
- オ 紅色硫黄細菌は、化学反応式②を行う。

- 1 ア イ
- 2 ア オ
- 3 ウ エ
- 4 エ オ
- 5 イ ウ エ

(5) 日本の森林について述べた次のア～オの文のうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ア 照葉樹林は夏緑樹林より暖地に分布し、葉の表面にはクチクラ層がよく発達する。
- イ 大部分の針葉樹は常緑であるが、カラマツは落葉針葉樹である。
- ウ ブナは、夏緑樹林の代表種であり、本州の太平洋側には特に発達した純林が見られる。
- エ 照葉樹林の林床は暗く、低木層・草本層はあまり発達しない。
- オ シラビソ、コメツガは、本州中部の亜高山帯に分布する針葉樹林の代表種である。

- 1 イ ウ
- 2 ア ウ オ
- 3 ア エ オ
- 4 イ ウ エ
- 5 ア イ エ オ

(6) ミツバチの働きバチは、蜜や花粉を巣箱にもち帰ると、巣箱の中に垂直に立てられた巣板の上で腹部をはげしく振動させながら歩き回る。これは、花のあるえさ場までの方向や距離を他の働きバチに伝える行動で、ミツバチのダンスという。図3のように、蜜をのせたえさ台P、Q、Rを巣箱Oのまわりに置いて、ミツバチのダンスを観察した。太陽が南東の方向にあるとき、えさ台からもどった働きバチは、巣箱の中で、図4のア、イ、ウのようなダンスをするのが観察された。いずれの場合も、重力方向に対して一定の角度を保ってまず直線を描き、次に右または左回りに回転してもとの位置に戻る8の字ダンスであった。図4の矢印Aは直進する方向を表し、また、 45° 、 135° は鉛直線の上方向（重力の反対方向）と直進する方向のなす角度をそれぞれ示している。図4のア、イ、ウは、それぞれ図3のP、Q、Rのどのえさ台からもどった働きバチのダンスと考えられるか。正しい組合せを、1～5から一つ選べ。解答番号は

図3

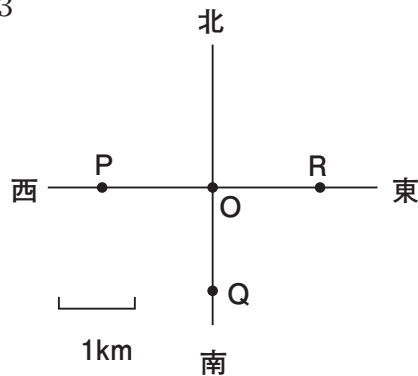
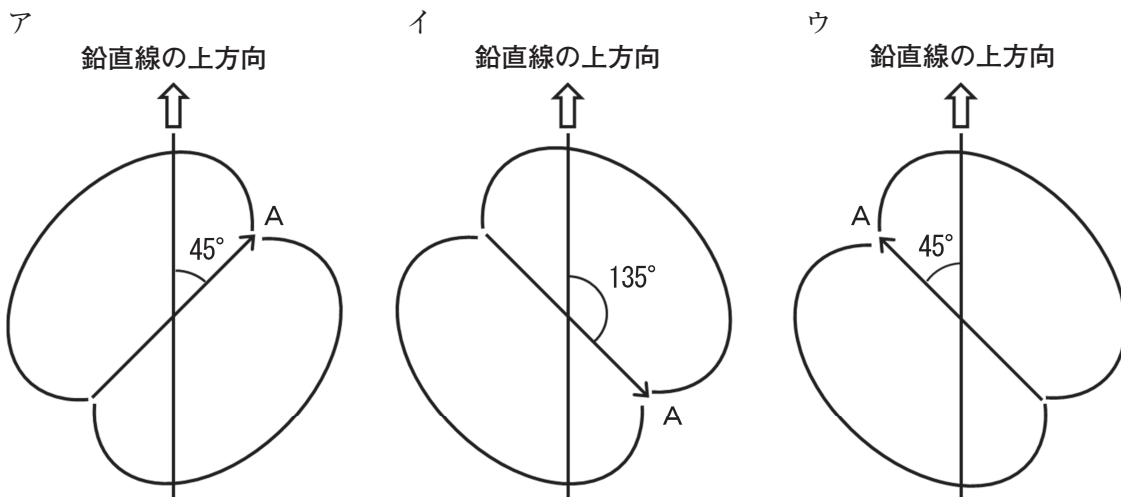


図4



	えさ台P	えさ台Q	えさ台R
1	ア	イ	ウ
2	ア	ウ	イ
3	イ	ア	ウ
4	イ	ウ	ア
5	ウ	ア	イ

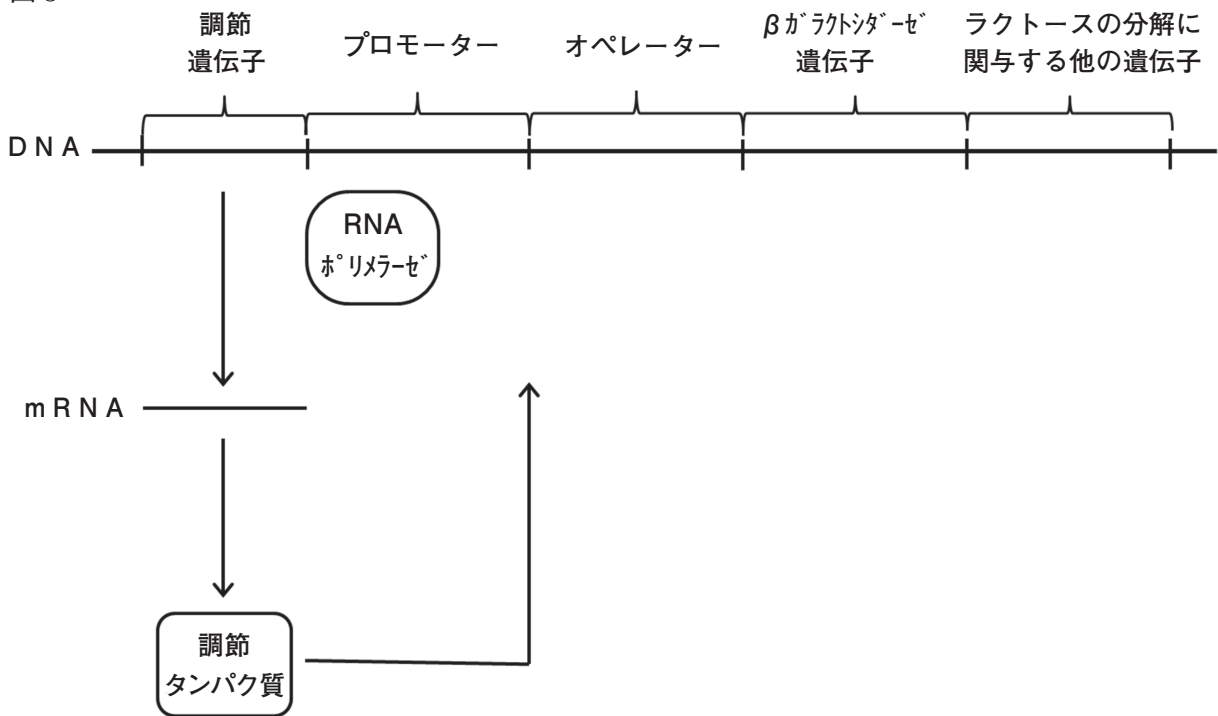
(7) コムギの種皮の色が濃赤色の品種（純系）と白色の品種（純系）を交配したところ、F1（雑種第一代）植物がつくる種皮の色はすべて、両親の中間の淡赤色であった。この形質の遺伝は独立に遺伝する3対の対立遺伝子に支配されている。遺伝子A、B、Cはそれぞれ同様に種皮の色を赤くする赤色遺伝子（同義遺伝子）であり、遺伝子a、b、cには種皮の色を赤くする働きはない。F1植物を自家受粉して得られたF2（雑種第二代）植物は、赤色遺伝子A、B、Cの数に対応して、つくる種皮の色は7種類に区分される。例えば、遺伝子型がAABBCC、AaBbCc、aabbccの個体がつくる種皮はそれぞれ、濃赤色、淡赤色、白色になる。F2植物がつくる種皮の色の理論上の分離比を、赤色の濃い方から白色までの順に表したものとして、正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



- 1 1 : 3 : 1 2 : 3 2 : 1 2 : 3 : 1
- 2 1 : 3 : 1 5 : 2 6 : 1 5 : 3 : 1
- 3 1 : 6 : 1 2 : 2 6 : 1 2 : 6 : 1
- 4 1 : 6 : 1 5 : 2 0 : 1 5 : 6 : 1
- 5 1 : 9 : 1 2 : 2 0 : 1 2 : 9 : 1

(8) ジャコブとモノーは大腸菌を用いて実験を行い、大腸菌における遺伝子の発現調節のしくみを明らかにした。ラクトース(乳糖)は分解されるとガラクトースとグルコースになる二糖類である。図5は、グルコースを含み、ラクトースを含まない培地で大腸菌を培養したときの β ガラクトシダーゼ(ラクターゼ)遺伝子の発現調節の仕組みの一部を模式的に表したものである。次の に入る文として、正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。
 解答番号は

図5

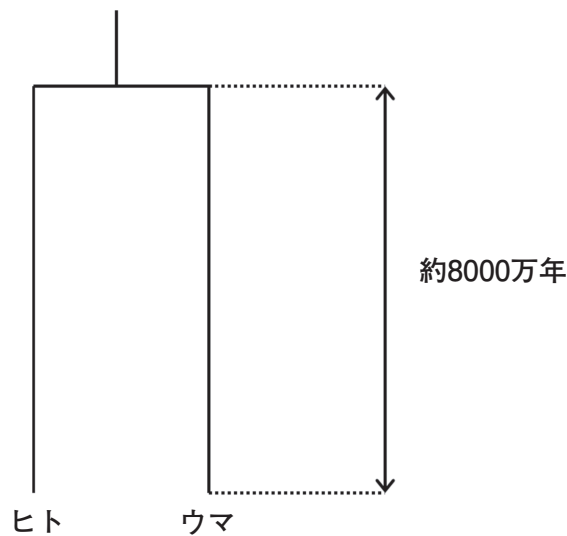


この後、ラクトースを含み、グルコースを含まない培地に大腸菌を移して培養したとき、移す前とは異なり、調節遺伝子によって作られた調節タンパク質が

- 1 プロモーターに結合することにより、 β ガラクトシダーゼ遺伝子が転写され、 β ガラクトシダーゼが合成される
- 2 オペレーターに結合することにより、 β ガラクトシダーゼ遺伝子が転写され、 β ガラクトシダーゼが合成される
- 3 プロモーターに結合することにより、 β ガラクトシダーゼ遺伝子が転写されず、 β ガラクトシダーゼは合成されない
- 4 オペレーターに結合しないことにより、 β ガラクトシダーゼ遺伝子が転写され、 β ガラクトシダーゼが合成される
- 5 プロモーターに結合しないことにより、 β ガラクトシダーゼ遺伝子が転写されず、 β ガラクトシダーゼは合成されない

(9) 哺乳類のヘモグロビン α 鎖は、141個のアミノ酸がつながってできている。ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列をヒトとウマと比較すると、141か所のアミノ酸座位のうち18か所で異なっている。一方、古生物学の研究から、ヒトとウマの祖先は現在から約8000万年前に分岐したと推定されている。図6は、ヒトとウマのヘモグロビン α 鎖の系統関係を模式的に示したものである。ヘモグロビン α 鎖において、ヒトとウマの祖先の分岐から合わせて18回のアミノ酸の置換が起こったと考えると、1つのアミノ酸座位あたりで平均して1回のアミノ酸の置換が起こるには何年かかるか。最も近い値のものを1～5から一つ選べ。解答番号は

図6



- 1 6億年
- 2 12億年
- 3 18億年
- 4 24億年
- 5 30億年

5 次の【文1】、【文2】を読んで、以下の問いに答えよ。

【文1】

1個の細胞（母細胞）が2個の細胞（娘細胞）に分かれる現象を細胞分裂という。これにより核や細胞小器官が2個の細胞（娘細胞）に分配される。核内の_A染色体の分配（核分裂）が細胞の分割（細胞質分裂）に先行して起こる。細胞が分裂している時期をM期または分裂期といい、さらに分裂期は、前期・中期・後期・終期にわけられる。M期（分裂期）以前にDNAは複製を完了している。細胞分裂を繰り返す細胞では、細胞分裂が終わってから次の細胞分裂が終わるまでの過程を_B細胞周期という。

(1) 下線部Aについて以下の問いに答えよ。

ある植物の種子を発芽させ、根の先端部分を切り取って①酢酸・アルコール混合液に浸した。これを②60℃のうすい塩酸に5分間浸した後、酢酸オルセイン液を滴下したのち、カバーガラスをかけて押しつぶして細胞を観察した。

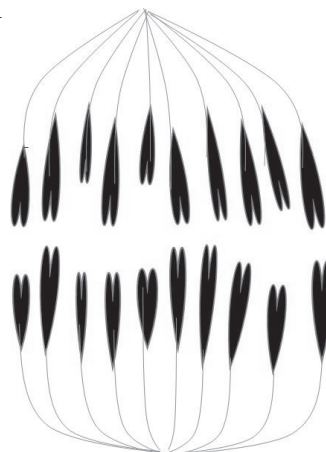
ア 下線部の①、②の操作方法の名称をそれぞれ答えよ。また、それぞれの操作を行う理由を下のa～fから選んで記号で答えよ。

操作を行う理由

- a 酸性にするため
- b 細胞を生きている状態に近いままで観察するため
- c 消毒するため
- d 細胞分裂を促進するため
- e 細胞どうしを離れやすくするため
- f 染色体を染めて見やすくするため

イ 図1はこの植物の体細胞分裂の後期の模式図である。この植物の体細胞の染色体数を答えよ。

図1



(2) 下線部Bの細胞周期について以下の問いに答えよ。

ア ある動物の胚組織から細胞を取り出し培養をした。実験開始前の細胞と72時間後の細胞の数を測定したところ、細胞数が8倍になっていた。実験中、細胞周期の長さはどの細胞でも同じで、細胞は増殖を続けた。また、細胞周期のどの時期にあるかは細胞ごとに異なっていた。一定時間後に細胞500個を観察し、これらを細胞核の特徴に基づいて分類した結果を表1にまとめた。この細胞の分裂において前期に要した時間は何時間か。小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えよ。

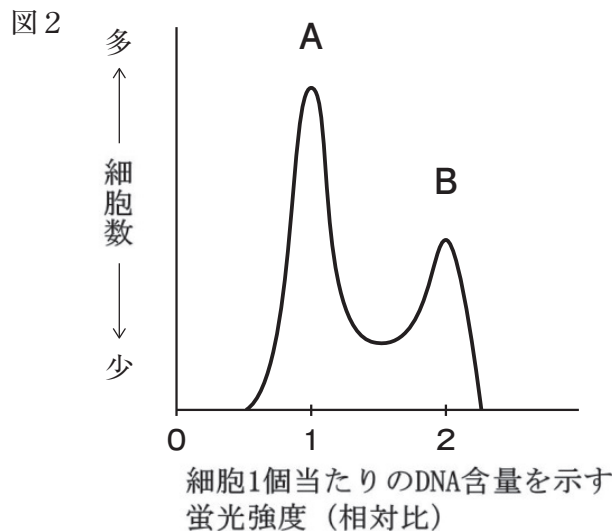
表1

分類	間期	前期	中期	後期	終期
細胞数(個)	400	80	10	5	5

イ 細胞周期の解析を行うには、特殊な蛍光試薬を用いてDNAを染色し、細胞1個当たりのDNA含量を蛍光強度によって測定する方法がある。DNAの複製をはじめる前の細胞1個当たりのDNA含量を示す蛍光強度を1(相対比)とすると、DNAの複製を完了した細胞1個当たりとM期の細胞1個当たりのDNA含量を示す蛍光強度は、ともに2(相対比)となる。また、DNA複製途中の細胞1個当たりのDNA含量を示す蛍光強度は1(相対比)と2(相対比)の間の値となる。

図2は、増殖しているリンパ球の細胞周期解析における細胞1個当たりのDNA含量を示す蛍光強度(相対比)と、それらの細胞数を表したものである。増殖しているリンパ球を、DNA合成を阻害する物質を含んだ培養液で培養すると、図中のA(DNA含量を示す蛍光強度が1の細胞)、B(DNA含量を示す蛍光強度が2の細胞)の細胞数はそれぞれどうなるか。

解答欄の()内に、増加する場合は+、減少する場合は-と記入せよ。



【文2】

ヒトの身体を構成する細胞の増殖に関する状態は、次の三つに分類できる。第一は絶えず増殖している細胞である。次々に消耗するC赤血球や白血球に分化する骨髄幹細胞は、さかんに増殖している細胞である。第二は完全に増殖を止めてしまった細胞である。神経細胞や骨格筋の細胞がこれにあたる。第三は増殖していないが、増殖能を維持している細胞である。Dリンパ球がその代表である。抗原にはさまざまなものがあるが、それぞれの抗原に反応するリンパ球は抗原が体内にあるときだけさかんに増殖し、抗原がないときは長期にわたって増殖を停止する。

(3) 下線部Cの赤血球について以下の問いに答えよ。

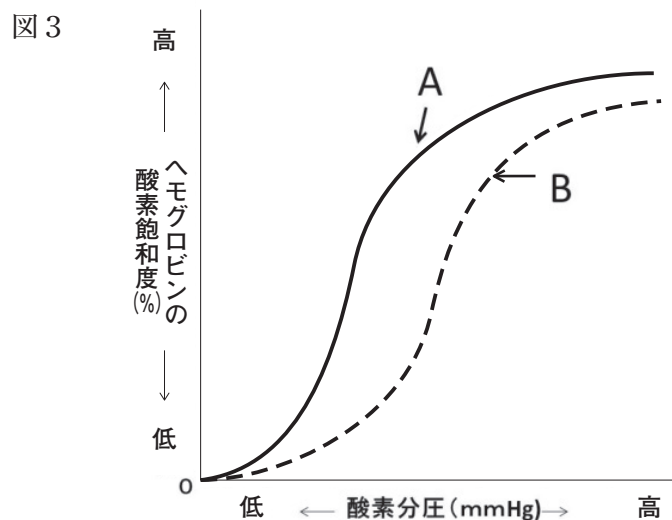
脊椎動物の赤血球は血液色素としてヘモグロビンというタンパク質を含む。赤血球のヘモグロビンのほたらきにより、赤血球は呼吸器から各組織へと酸素を運ぶ。哺乳類の赤血球は中央部のくぼんだ円盤状をしていて、核がみられない。

ア 脊椎動物のヘモグロビンは4つのサブユニット（ポリペプチド鎖）からなり、各々のサブユニットがヘム基と呼ばれる補助因子をもち、その中心に鉄原子が存在する。一方、節足動物と多くの軟体動物はヘモシアニンをもつが、ヘモシアニンに含まれる金属元素は何か答えよ。

イ 赤血球内には、炭酸脱水酵素が存在し、以下の可逆反応を触媒する。これにより、血液のある働きを高めている。血液のその働きについて簡潔に答えよ。



ウ 図3の実線Aと点線Bは、どちらかが母体のヘモグロビンの酸素解離曲線で、どちらかがその胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線である。ヒトの胎児の血液は母体と混じりあうことなく、胎盤を介して酸素のやり取りを行っている。胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線はA、Bのいずれであると考えられるか、記号で答えよ。さらに、選んだ理由を簡潔に答えよ。



(4) 下線部Dのリンパ球について以下の問いに答えよ。

ア ダニやほこり、花粉や食物などに対して、免疫反応が過敏に起こり、くしゃみやじんましんなどの症状が現れることがある。このような過敏な免疫反応によっておこる生体に不都合な症状を示すことを何というか、名称を答えよ。

イ エイズのように免疫のはたらきが極端に低下すると、健康な状態では感染しないような病原体にも感染するようになる。これを何というか。名称を答えよ。

ウ 図4は、マウスに同じ抗原を2回体内注射してからの日数と、マウス体内に生産される抗体量(相対比)との関係を表したものである。抗体量の変化について、1回目の抗原注射後と比べて2回目の抗原注射後にはどのようなことが言えるか、簡潔に答えよ。

エ 免疫記憶のしくみを利用して人為的に免疫を獲得させる方法の1つに予防接種がある。その際に投与する毒性を弱めた病原体や不活性化した病原体などの抗原を総称して何というか。名称を答えよ。

図4

