

## 高等学校 理科（生物）

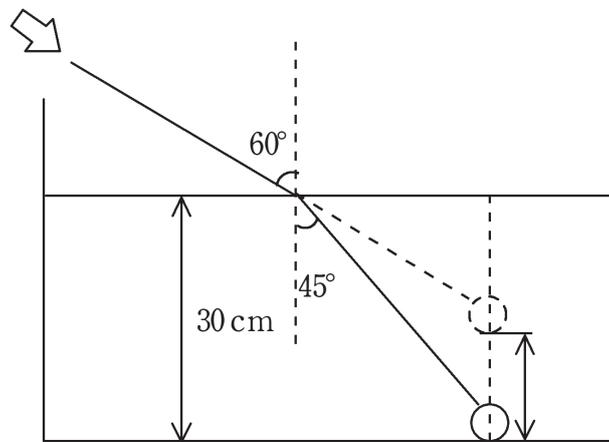
### 解答についての注意点

- 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)～(6)の問いに答えよ。

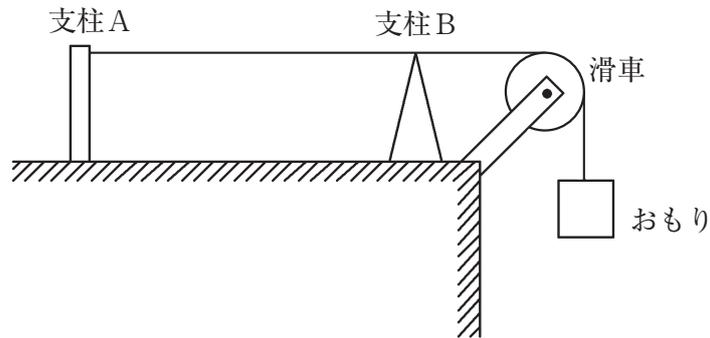
(1) 水槽の底に小物体を入れ、底から30 cmまで水を入れた。矢印の方向から見ると物体が浮かび上がっているように見えた。これは媒質の中を進行する波が境界面を越えてほかの媒質中へ進む場合、進行方向が変わる現象によるものである。物体から反射された光は、境界面で入射角 $45^\circ$ 、屈折角 $60^\circ$ で屈折した。物体は水を入れる前と比べて、水槽の底から何cm浮かび上がっているように見えるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、物体の大きさは考えないものとする。解答番号は



- 1 10 cm      2 13 cm      3 15 cm      4 17 cm      5 20 cm

(2) ギターに使われている弦に支柱AとB、滑らかに回転することができる滑車とおもりを用いて、図のような装置を作った。おもりをつるし滑車を通して支柱Aにつなげた。滑車と支柱Aとの間に支柱Bを置くことによって弦を強く張った。弦は力を加えても伸び縮みはしないものとし、振動によって弦は支柱Bから離れないものとする。

線密度  $\rho$  の弦の両端を固定し張力の大きさを  $S$  で張った。  $S$  で張った弦をはじいたとき、弦を伝わる横波の速さ  $v$  は  $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$  と表される。



実験1 ABの中央を指ではじき、AB間に基本振動の定常波をつくった。

実験2 おもりの重さを2倍にし、AB間の距離が実験1の距離の半分になるように支柱Bを移動させ、ABの中央を指ではじいてAB間に基本振動の定常波をつくった。

このとき、実験2の振動数は実験1の振動数と比べて何倍になるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.5倍      2 0.7倍      3 1.4倍      4 2.0倍      5 2.8倍

(3) 下の図1のように、断熱材で覆われている250 gの銅製の容器に水100 gを入れた。この中に体積や熱容量の無視できるヒーターを入れて毎分1050 Jの熱量を加えた。加えられた熱はすべて温度上昇に使われ、水が蒸発したり、熱が外部にもれたりすることはないものとする。表1は水の温度上昇と時間との関係を表したものであり、図2は表1をグラフで示したものである。次の問いに答えよ。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、銅の比熱は $0.38 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とする。

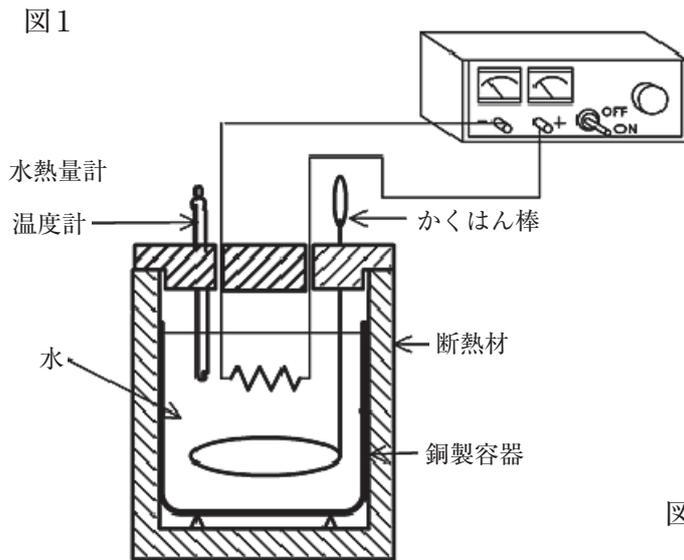
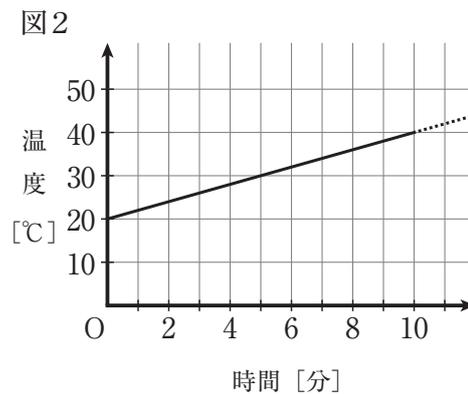


表1

時間 (分)	温度 (°C)
開始時	20
2	24
4	28
6	32
8	36
10	40



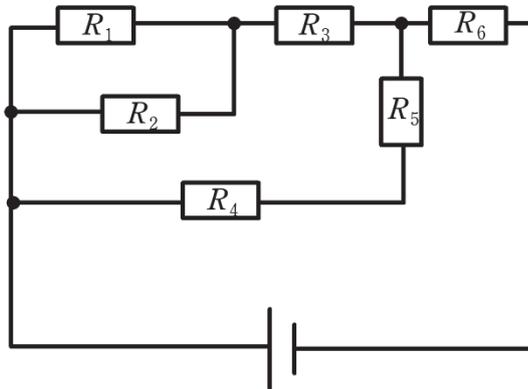
ア 容器の中の水100 gが10分間で吸収した熱量はいくらか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 4200 J      2 7500 J      3 8400 J      4 10500 J      5 16800 J

イ この実験において、温度計、かくはん棒を含めた水熱量計の熱容量はいくらか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 105 J/K      2 150 J/K      3 315 J/K      4 340 J/K      5 525 J/K

(4) 図は6個の抵抗と電池で作られた回路である。6個の抵抗はすべて抵抗の値が $R$ であり、電池から流れる電流の大きさを $I$ とする。また電池の内部抵抗は無視する。次の問いに答えよ。



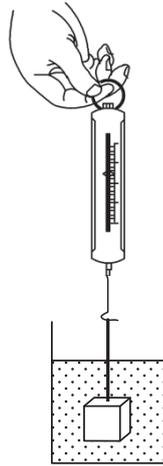
ア 回路全体の合成抵抗の値を1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1  $\frac{7}{13}R$       2  $\frac{6}{11}R$       3  $\frac{11}{6}R$       4  $\frac{13}{7}R$       5  $\frac{9}{2}R$

イ 抵抗 $R_1$ に流れる電流の大きさを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1  $\frac{2}{11}I$       2  $\frac{5}{24}I$       3  $\frac{2}{7}I$       4  $\frac{18}{11}I$       5  $\frac{9}{2}I$

(5) 図のような、密度がわからない液体が入ったビーカーがあり、軽い糸を介してばねばかりでつるされた1辺2.0 cmの立方体の形をしたおもり（密度 $10 \text{ g/cm}^3$ ）を、ビーカー内の底や側面に触れることなく液体に完全に沈めたところ、ばねばかりが50 gを示しておもりは静止した。このとき、おもりにはたらいっている浮力の大きさはいくらになるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は



1 0.29 N

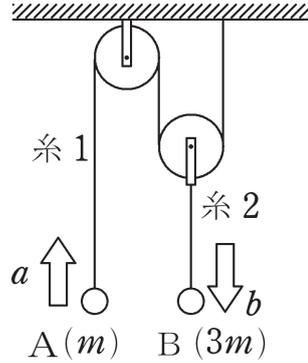
2 1.3 N

3 3.0 N

4 13 N

5  $2.9 \times 10^2 \text{ N}$

(6) 図のように、十分に長い糸1を定滑車と動滑車にかけて質量  $m$  の小球Aをつるし、動滑車には糸2で質量  $3m$  の小球Bをつるして、A、Bを同じ高さに支えてから静かにはなす。重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] とし、糸と滑車の質量、糸と滑車の間の摩擦を無視する。次の問いに答えよ。



ア 物体Aの加速度の大きさを  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ] とすると、物体Bの加速度の大きさ  $b$  [ $\text{m/s}^2$ ] を  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ] を用いて表すとき、 $b$  [ $\text{m/s}^2$ ] はどのようなになるか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1  $\frac{1}{3}a$       2  $\frac{1}{2}a$       3  $a$       4  $2a$       5  $3a$

イ 糸1が物体Aをひく力の大きさを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1  $\frac{1}{3}mg$       2  $\frac{2}{3}mg$       3  $\frac{5}{4}mg$       4  $\frac{9}{7}mg$       5  $\frac{9}{5}mg$

ウ 支えの位置から静かにはなしてから、物体Aと物体Bの高さの差が  $h$  [m] になるまでの時間  $t$  [s] を1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$       2  $\sqrt{\frac{2h}{3g}}$       3  $\sqrt{\frac{5h}{6g}}$       4  $\sqrt{\frac{14h}{3g}}$       5  $\sqrt{\frac{16h}{3g}}$

2 次の(1)～(5)の問いに答えよ。

(1) マグネシウムの粉末をステンレス皿に入れ、空気中で燃やす実験を行った。この実験の反応で、マグネシウムは酸素と化合して酸化マグネシウムになった。下の表は、マグネシウムと、マグネシウムが全て酸素と化合したときの酸化マグネシウムの質量をまとめたものである。次の問いに答えよ。

マグネシウムの粉末の質量〔g〕	0.3	0.6	0.9	1.2
酸化マグネシウムの質量〔g〕	0.5	1.0	1.5	2.0

ア マグネシウムが酸素と化合して酸化マグネシウムになるとき、酸素と化合するマグネシウムの質量は化合する酸素の質量の何倍か。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

1 0.4倍                      2 0.6倍                      3 1.2倍                      4 1.5倍                      5 2.5倍

イ マグネシウム0.9gを燃やしたところ、マグネシウムが少し燃え残った。このとき、燃えてできた酸化マグネシウムと燃え残ったマグネシウムの質量の合計は1.3gであった。燃え残ったマグネシウムは何gか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

1 0.1g                      2 0.3g                      3 0.6g                      4 0.9g                      5 1.2g

(2) 下の表は、水100 gに対する硫酸ナトリウムの溶解度をまとめたものである。硫酸ナトリウムの飽和水溶液は、32℃以下では、過剰な溶質は十水和物 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、式量322) の結晶として析出し、これ以上の温度では、過剰な溶質は無水物 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、式量142) の結晶として析出するものとして、次の問いに答えよ。ただし、蒸発により水は失われないものとする。

温度 [℃]	0	20	40	60	80	100
溶解度	4.5	19	48	45	43	42

ア 40℃の硫酸ナトリウムの飽和水溶液100 gをつくった。この飽和水溶液を80℃に加熱したとき、何gの結晶が析出するか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 2.6 g      2 3.1 g      3 3.4 g      4 5.0 g      5 12 g

イ 硫酸ナトリウム十水和物92 gを全て溶かして20℃の飽和水溶液をつくるには、何gの水が必要か。最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 162 g      2 203 g      3 265 g      4 345 g      5 484 g

(3) 次の中和滴定の実験についての文章を読み、次の問いに答えよ。

① を用いて食酢10.0 mLをはかりとり、100 mLの ② に移して、純粋な水で正確に10倍に薄めた。この水溶液10.0 mLを再び ① ではかりとり、三角フラスコに入れた。これにフェノールフタレイン溶液を数滴加え、 ③ を用いて0.100 mol/L水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和点になるまでに7.80 mLを要した。

ア 文章中の ① ~ ③ に入る実験器具として、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 15

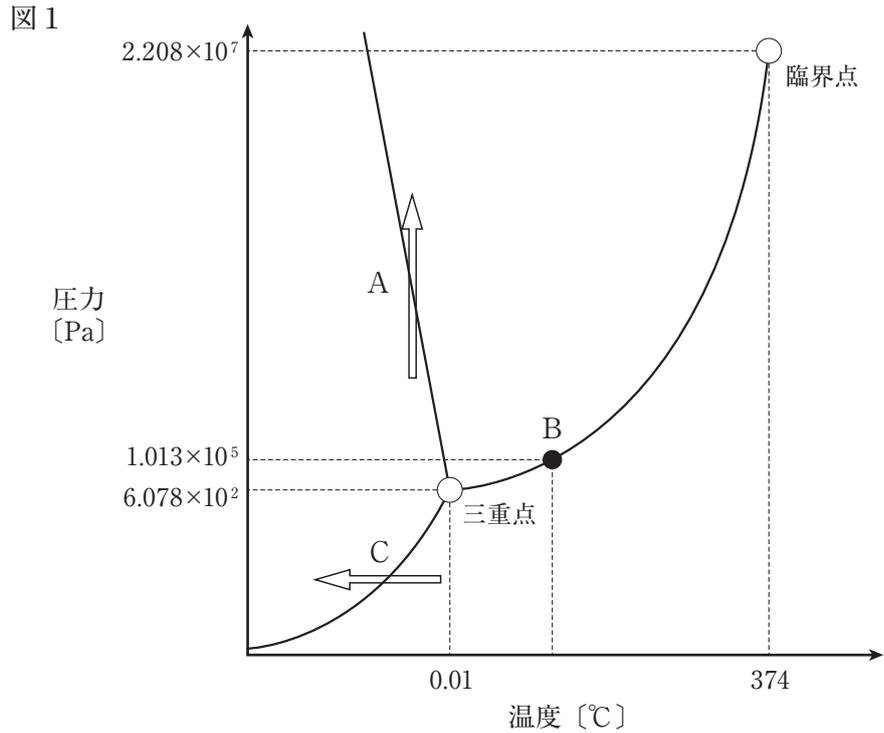
	①	②	③
1	ホールピペット	メスフラスコ	ビュレット
2	ホールピペット	ビュレット	メスフラスコ
3	メスフラスコ	ホールピペット	ビュレット
4	ビュレット	メスフラスコ	ホールピペット
5	ビュレット	ホールピペット	メスフラスコ

イ 純粋な水で薄める前の食酢中の酢酸の濃度は何 mol/Lか。最も近いものを、1~5から一つ選べ。ただし、食酢中の酸は全て酢酸とする。解答番号は 16

1	0.240 mol/L	2	0.390 mol/L	3	0.680 mol/L
4	0.780 mol/L	5	3.90 mol/L		

(4) 水の状態変化について、次の問いに答えよ。

ア 下の図1は水の状態図であり、3本の曲線で分けられた領域では、水が固体・液体・気体のいずれかの状態で存在している。温度 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ で圧力 $6.078\times 10^2\text{ Pa}$ の点は固体・液体・気体が共存する三重点であり、温度 $374\text{ }^{\circ}\text{C}$ で圧力 $2.208\times 10^7\text{ Pa}$ の点は臨界点である。



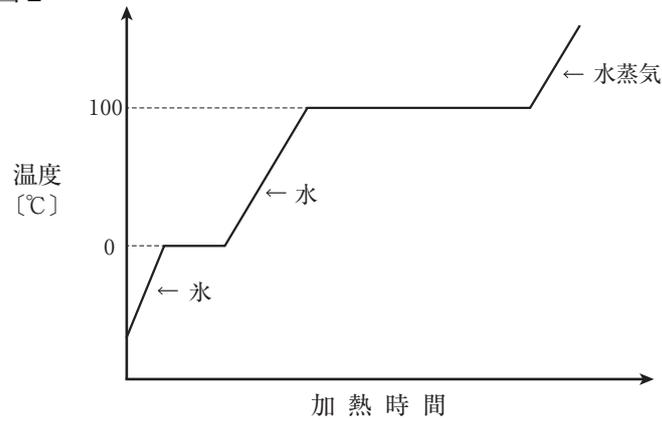
図中のA～Cについて述べた次の①～③の文章について、正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① スケート靴の刃先で氷の表面に大きな圧力がかかり、氷が部分的に融ける現象は、Aの矢印で表される変化である。
- ② 大気圧が $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ のとき、点Bの温度において、水は沸騰する。
- ③ 氷水を入れた金属製のコップの表面に水滴がつく現象は、Cの矢印で表される変化である。

	①	②	③
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	正
4	誤	誤	正
5	誤	正	誤

イ 大気圧が $1.013 \times 10^5$  Paのもとで水 ( $\text{H}_2\text{O}$ 、分子量18) を加熱していくと、図2に示すように温度が変化していき、 $0^\circ\text{C}$ と $100^\circ\text{C}$ で状態変化が起こる。 $0^\circ\text{C}$ の水9.0 gに27 kJのエネルギーを加えると、全て $100^\circ\text{C}$ の水蒸気になった。この水の融解熱を $6.0 \text{ kJ/mol}$ とすると、水の蒸発熱は何 $\text{kJ/mol}$ か。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、水1.0 gの温度を $1^\circ\text{C}$ 上げるのに必要なエネルギーを $4.2 \text{ J}$ とし、状態変化は $0^\circ\text{C}$ と $100^\circ\text{C}$ でのみ起こり、加えたエネルギーは全て温度上昇と状態変化に使われたものとする。解答番号は

図2



- 1 10 kJ      2 12 kJ      3 24 kJ      4 34 kJ      5 40 kJ

(5) 空気は、主に窒素 $\text{N}_2$ と酸素 $\text{O}_2$ が含まれた混合気体である。次の問いに答えよ。ただし、気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 、窒素の原子量を14、酸素の原子量を16とする。

ア 空気の組成が物質量の比で窒素が80.0%、酸素が20.0%の混合気体であるとする、空気1.00 molあたりの質量は何gか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 14.4 g      2 15.6 g      3 28.8 g      4 30.0 g      5 31.2 g

イ 27℃で密閉容器に、12.8 gの酸素と5.6 gの窒素が入っている。この容器内部の気体全体の圧力が $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であるとき、気体の密度は何g/Lか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 1.8 g/L      2 2.2 g/L      3 3.0 g/L      4 6.2 g/L      5 18 g/L

3 次の(1)～(8)の問いに答えよ。

(1) 海水面の高さは、気圧によって変化する。海面上のある地点において台風が通過し、気圧が976hPaになったときの海水面の高さは、気圧が1013hPaの時と比べて何mm変化したと考えられるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、海水面の高さは気圧の変化によってのみ変化し、気圧が1hPa変化すると海水面の高さは10mm変化するものとする。

解答番号は

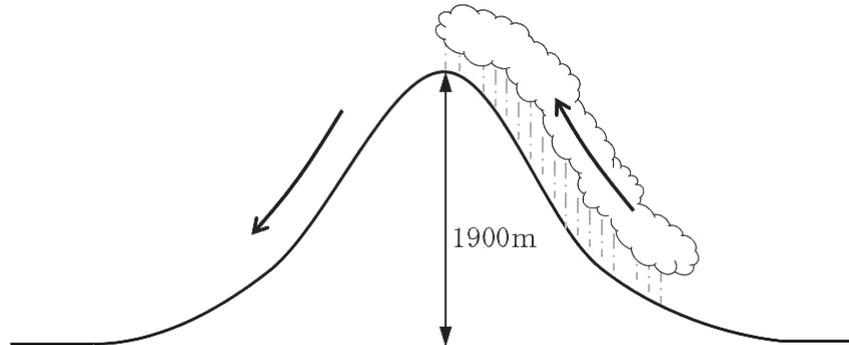
- 1 37mm上昇する。
- 2 37mm下降する。
- 3 370mm上昇する。
- 4 370mm下降する。
- 5 3700mm下降する。

(2) 次の文は、エルニーニョ現象について述べたものである。文中の空欄に入る語句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

通常、赤道太平洋海域の表面水温は、西部が高く、東部が低くなっている。エルニーニョ現象が発生しているときには、通常よりも貿易風が( a )なり、赤道太平洋海域の東部の暖かい表層水の厚さが( b )なる。その結果、赤道太平洋海域の東部で、カタクチイワシの漁獲高が( c )なる。

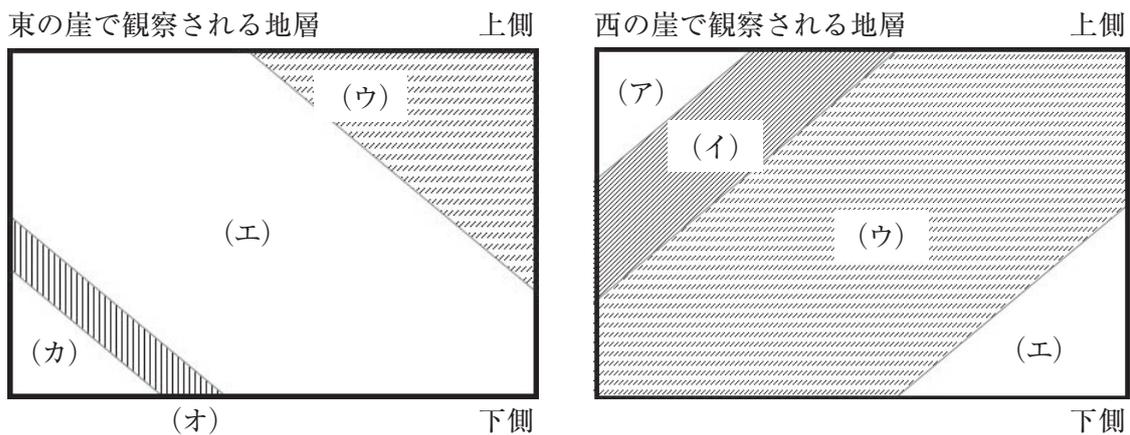
- |   | a  | b  | c  |
|---|----|----|----|
| 1 | 弱く | 薄く | 高く |
| 2 | 弱く | 厚く | 低く |
| 3 | 強く | 薄く | 低く |
| 4 | 強く | 厚く | 高く |
| 5 | 強く | 厚く | 低く |

(3) 風上側山ろく（高度0 m）で気温 $22^{\circ}\text{C}$ 、露点温度 $17^{\circ}\text{C}$ であった空気塊が、高さ1900mの山を越え、風下側山ろく（高度0 m）に達したときの気温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、乾燥断熱減率を $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、湿潤断熱減率を $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ でそれぞれ一定とし、空気塊が露点温度に達した高度から山頂（高度1900m）までの間でのみ雲が発生し、発生した水滴は全て山頂までに雨として降ったものとする。解答番号は



- 1  $25^{\circ}\text{C}$
- 2  $27^{\circ}\text{C}$
- 3  $29^{\circ}\text{C}$
- 4  $31^{\circ}\text{C}$
- 5  $33^{\circ}\text{C}$

(4) 南北方向にのびる道があり、その道をはさむようにして東西に崖がある。下図は東と西それぞれの崖で観察される地層を同じ位置、同じ高さ、同じ面積でスケッチしたものである。図より、この辺りの地層の傾きはどうかと考えられるか。また、(イ)の地層が、南北の道の地表に現れる(道に「露出」する)のは、この道をどちらに行った場合か。最も適切な組合せを1～5から一つ選べ。ただし、図の(ア)～(カ)はそれぞれ同じ地層を表し、また、この辺りの地層はすべて同じ方向に傾いているが、褶曲や断層はないものとする。解答番号は



- | 地層の傾き          | 地表に表れる場合 |
|----------------|----------|
| 1 南西の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |
| 2 南東の方へ下がっている。 | 北へ行った場合。 |
| 3 北西の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |
| 4 北東の方へ下がっている。 | 北へ行った場合。 |
| 5 南東の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |

(5) 次の文は、AさんとBさんが登山に行った時の様子と、そのときの二人の会話である。文中の空欄に入る数値や語句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

10月のある日、AさんとBさんは登山に行きました。秋風がそよぎ、1日を通して雲がほとんど無い晴天でした。二人は5合目まで登ったところでひと休みしました。

Aさん 「今は雲一つなく晴れているけど、曇りの時は空にどのくらいの雲があるのかな？」

Bさん 「雲の量は観測機器で測定することが難しいから、ほとんど目視で行っているよ。気象庁の天気種類表では、雲量2以上（ a ）以下が晴れとなっているよ。」

登ってきた山の様子を見て、AさんがBさんに尋ねました。

Aさん 「この山はどのようにしてできたのかな？」

Bさん 「この山は火山なんだ。地下深部で、岩石が融けてできた（ b ）が上がってくるときに、地面を押し上げてできたんだよ。」

Aさん 「火山の力、自然の力はすごいんだね。」

二人は頂上をめざして再び登り始めました。山の頂上付近には大きな火口がありました。Aさんは実物の火口を見たのは初めてなので驚きました。火口の中をのぞき込むと、所々から白く見える火山ガスが出ていました。

Aさん 「この火山は噴火しているのかな？」

Bさん 「この程度では噴火とは言わないし、火山ガスの主成分は（ c ）だよ。現在、噴火活動は小康状態かな。」

Aさん 「いつかは噴火するってこと？」

Bさん 「まあ、そうだね。実際、桜島のように現在も噴火を続けている火山もあるし、富士山のように噴火活動と噴火活動の間の時期の火山もあるんだ。概ね過去1万年以内に噴火した火山及び活発な噴気活動のある火山を活火山というように気象庁は定義しているよ。」

	a	b	c
1	5	マグマ	水
2	5	溶岩	硫黄
3	8	マグマ	水
4	8	マグマ	塩化水素
5	8	溶岩	硫黄

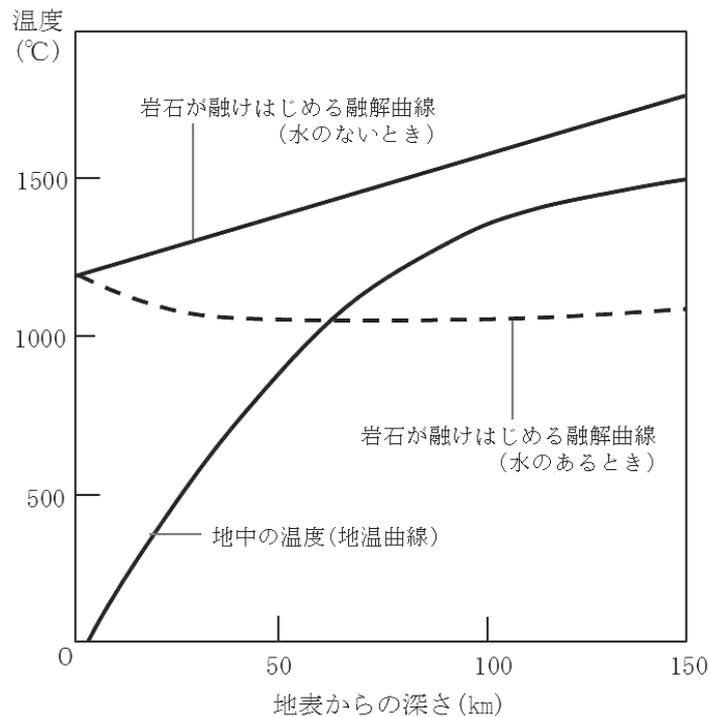
(6) 火山について述べた次の a～c の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- a 火砕丘は南半球の火山特有のもので、日本には存在しない。
- b 三松正夫氏によって作成された昭和新山の隆起の記録は「三松ダイヤグラム」と呼ばれている。
- c 昭和新山が含まれる洞爺湖有珠山ジオパークは、世界ジオパークであるとともに、世界遺産に指定されている。

	a	b	c
1	正	正	誤
2	正	誤	誤
3	誤	正	正
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

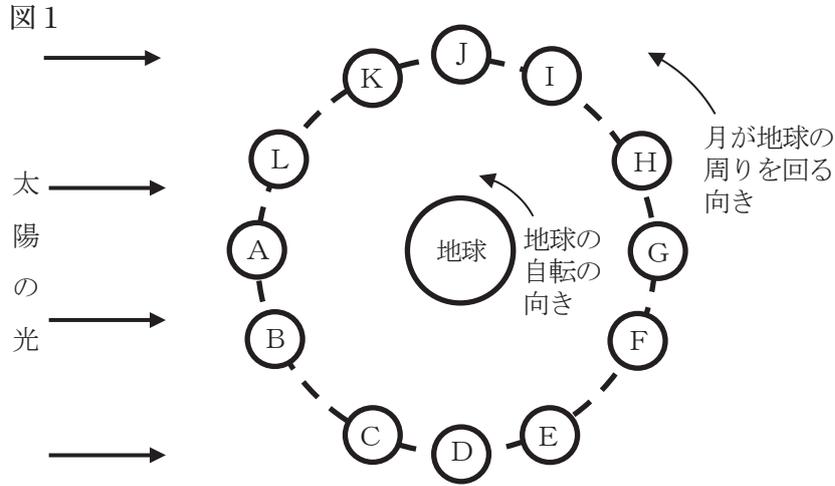
(7) 次の図は、地表からの深さに対する地中の温度と岩石の融解曲線を示している。図にあるように、地温曲線と融解曲線は交わらないため、岩石に水のない状態では岩石が溶融することはない。しかし、岩石に水が加わったときは、融解曲線が変化し岩石の部分溶融が起こる。地表からの深さが50kmと100kmの地点において、岩石に水が加わったときの岩石の部分溶融について図から読み取れることを述べたものとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は



- 1 地表からの深さ50km、100kmにある岩石ともに部分溶融が起こっていない。
- 2 地表からの深さ50km、100kmにある岩石ともに部分溶融が起こっている。
- 3 地表からの深さ50kmの岩石は部分溶融しているが、100kmにある岩石は部分溶融していない。
- 4 地表からの深さ50kmの岩石は部分溶融していないが、100kmにある岩石は部分溶融している。
- 5 地表からの深さが150kmよりも深い所で部分溶融が始まる。

(8) 図1は、地球と月の位置関係を模式的に表したものである。この図を見て、次のア～ウの問いに答えよ。



ア 図1のA～Lのうち、月が三日月として観測されるときと、上弦の月として観測されるときとの位置の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

	三日月	上弦の月
1	B	D
2	B	J
3	E	D
4	E	G
5	L	J

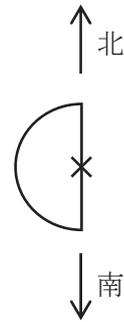
イ 新月が南中するときのおおよその時刻と、図1のDの位置の月が西に沈むときのおおよその時刻の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	新月が南中するときの時刻	Dの位置の月が西に沈むときの時刻
1	午前0時ごろ	午前6時ごろ
2	午前0時ごろ	正午ごろ
3	正午ごろ	午前6時ごろ
4	正午ごろ	午後6時ごろ
5	正午ごろ	午前0時ごろ

ウ 図2は地球から月が半円形に観測されたときのスケッチであり、図2の×印の月面上に宇宙飛行士が立って地球を観測したと仮定する。このとき、宇宙飛行士によって地球がどのように観測されるかを述べたもの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、月面上の方角は図2の上方向を北、下方向を南とする。解答番号は

- 1 東の地平線に円形に観測される。
- 2 西の地平線に円形に観測される。
- 3 東の地平線に半円形に観測される。
- 4 西の地平線に半円形に観測される。
- 5 真上に半円形に観測される。

図2



4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。

(1) ヒトの眼の構造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

ヒトは、眼の水晶体の厚さを変えることで、網膜上に鮮明な像ができるように調節している。近くのものを見るときは、眼の  が収縮し、  がゆるむことで、水晶体が  なり、焦点距離が短くなる。

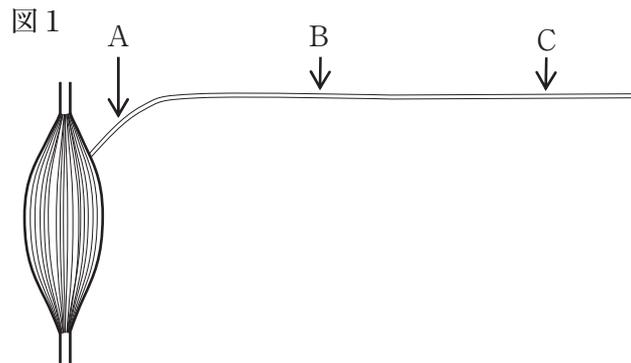
	A	B	C
1	チン小帯	毛様体筋	厚く
2	瞳孔括約筋	チン小帯	うすく
3	チン小帯	瞳孔括約筋	厚く
4	瞳孔括約筋	毛様体筋	うすく
5	毛様体筋	チン小帯	厚く

(2) DNAは2本のヌクレオチド鎖から構成されており、DNAを構成するヌクレオチドは、アデニン、シトシン、グアニン、チミンと呼ばれる塩基のうち、いずれか一つを含んでいる。あるDNAでは、含まれている塩基のうちアデニンの割合が23%であった。このDNAを構成するヌクレオチド鎖のうち的一方をX鎖とする。X鎖において含まれる塩基のうちシトシンの割合が26%であるとき、X鎖に相補的に結合するヌクレオチド鎖に含まれるシトシンの割合は、X鎖に相補的に結合するヌクレオチド鎖に含まれる塩基全体の何%と考えられるか。最も適切なものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 22%
- 2 24%
- 3 26%
- 4 28%
- 5 30%

(3) カエルのふくらはぎの筋肉に坐骨神経をつけた神経筋標本を作製した。図1はその様子を模式的に表したものである。この標本を用いて、神経に電気刺激を与えてから筋肉が収縮するまでの時間を測定した。

筋肉と坐骨神経の接続部分から2.0cm離れたA点に電気刺激を瞬間的に与えたとき、電気刺激から4.0ミリ秒後に筋肉が収縮した。A点から6.0cm離れたB点を同様に刺激したとき、電気刺激から5.5ミリ秒後に筋肉が収縮した。



これらのことから考えて、A点から12.0cm離れたC点に電気刺激を瞬間的に与えて筋肉が収縮したとき、筋肉が収縮したのは電気刺激を与えてから何秒後であったと考えられるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、刺激の信号が坐骨神経を伝わる速度は、神経のどの部分でも同じであるとする。解答番号は

- 1 7.0ミリ秒後
- 2 8.0ミリ秒後
- 3 9.0ミリ秒後
- 4 10.0ミリ秒後
- 5 11.0ミリ秒後

(4) 花芽形成において、日長の影響を受ける植物がある。暗期が限界暗期より長くなるときに花芽を形成する植物は、短日植物と呼ばれる。逆に、暗期が限界暗期より短くなるときに花芽を形成する植物は、長日植物と呼ばれる。一方、日長に関係なく花芽を形成する植物は、中性植物と呼ばれる。

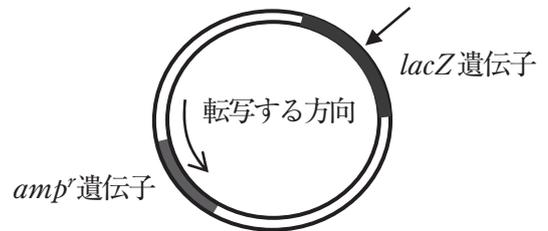
次のうち、長日植物、短日植物、中性植物の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	長日植物	短日植物	中性植物
1	トマト	アブラナ	ダイコン
2	アブラナ	アサガオ	トマト
3	アサガオ	ダイコン	オナモミ
4	ダイコン	トマト	アブラナ
5	オナモミ	ナス	アサガオ

- (5) 大腸菌に対して、あるタンパク質の遺伝子（以下P遺伝子とする）を導入して形質転換させる実験を行った。実験の結果から考えて、あとの1～5の文のうち、考察として最も適切なものはどれか、一つ選べ。解答番号は

〔操作1〕図1に示した、*amp<sup>r</sup>* 遺伝子（アンピシリン耐性遺伝子）と、*lacZ* 遺伝子（ $\beta$ -ガラクトシダーゼをコードする遺伝子）をもち、大腸菌内で複製できるプラスミドを用意した。

図1



〔操作2〕用意したプラスミドを *lacZ* 遺伝子の途中にある矢印で示した位置で、制限酵素によって切断した。P 遺伝子も同じ制限酵素によって切り出した。このプラスミドとP 遺伝子を混合し、DNAリガーゼで切断部分を結合させた。これによって、図1のプラスミドのほか、図1のプラスミドにP 遺伝子が導入されたプラスミドが作られた。

〔操作3〕操作2で作製したプラスミドを、*amp<sup>r</sup>* 遺伝子や *lacZ* 遺伝子を持たない大腸菌に取り込ませた。この大腸菌を培地にプレーティングして培養すると、大腸菌の白いコロニーが複数観察された。

〔操作4〕操作3で得られた大腸菌を、コロニーごとにシャーレを変えて、それぞれアンピシリンと X-gal（ $\beta$ -ガラクトシダーゼによって分解されると青色を呈する）を加えた培地に移植してさらに培養し、作られるコロニーの様子を観察した。

【結果】操作3で得られた複数のコロニーは、操作4で用いた培地では増殖しないもの（以下A群）と、操作4で用いた培地でも増殖するものがあった。さらに、操作4で用いた培地で増殖したコロニーの中には、白いコロニーを作るもの（以下B群）と、青いコロニーを作るもの（以下C群）とがあった。

- 1 A群はP 遺伝子が導入されたプラスミドを取り込んだ大腸菌からなり、B群とC群はプラスミドが取り込まれなかった大腸菌からなる。
- 2 B群とC群はプラスミドを取り込んだ大腸菌からなるが、C群の大腸菌が取り込んだプラスミドにはP 遺伝子が導入されている。
- 3 A群はプラスミドが取り込まれなかった大腸菌からなり、B群はP 遺伝子が導入されたプラスミドを取り込んだ大腸菌からなる。
- 4 A群の大腸菌が取り込んだプラスミドにはP 遺伝子が導入されていないが、C群の大腸菌が取り込んだプラスミドにはP 遺伝子が導入されている。
- 5 A群はP 遺伝子が導入されたプラスミドを取り込んだ大腸菌からなり、C群はP 遺伝子が導入されなかったプラスミドを取り込んだ大腸菌からなる。

(6) 次の文中の空欄に入る数として、最も適切なものをあとの1～5から一つ選べ。

解答番号は

個体群の一部の個体数を調べることで、全個体数を推定する方法がある。標識再捕法はその一つである。ある池に生息するフナの個体数を調べるうえで、標識再捕法が有効であるものとする。この池のフナの個体数を標識再捕法によって調べるため、まず池のフナを50匹捕獲し、印をつけて再び池に戻した。数日後、同じ池でフナを再び50匹捕獲したところ、印のついている個体数は  匹であった。このことから、池全体にはおよそ250匹のフナが生息していると推定できた。

- 1 5
- 2 10
- 3 15
- 4 20
- 5 25

(7) キイロショウジョウバエの白眼遺伝子は、赤眼遺伝子に対して劣性であり、X染色体上にある。赤眼の雌と白眼の雄の個体を親 (P) として、次世代を得たところ、子 (F<sub>1</sub>) の世代では雌雄ともにすべて赤眼の個体となった。これらのF<sub>1</sub>の雌雄を親として得られる子 (F<sub>2</sub>) の世代について述べたものとして、最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は 

37
----

- 1 雌はすべて白眼となり、雄は赤眼と白眼が1 : 1の比で現れる。
- 2 雌はすべて赤眼となり、雄は赤眼と白眼が1 : 1の比で現れる。
- 3 雌は赤眼と白眼が1 : 1の比で現れ、雄はすべて白眼となる。
- 4 雌は赤眼と白眼が1 : 1の比で現れ、雄はすべて赤眼となる。
- 5 雌はすべて白眼となり、雄はすべて赤眼となる。

(8) ナシにはS遺伝子と呼ばれる、自家不和合性に関わる遺伝子がある。ナシ品種の一つである「二十世紀」は、自家不和合性に関わる対立遺伝子 $S_2$ と $S_4$ を持つため、S遺伝子の遺伝子型は $S_2S_4$ となる。「二十世紀」のめしべに $S_2$ または $S_4$ の遺伝子を持つナシの花粉が受粉しても、花粉管の伸長が阻害されるため受精できない。「二十世紀」の花粉のS遺伝子は、 $S_2$ または $S_4$ のいずれかであり、「二十世紀」が実をつけるためには、花に $S_2$ 、 $S_4$ のどちらでもない遺伝子をもつナシの花粉が受粉し、受精する必要がある。

ナシ品種の一つである「筑水」のS遺伝子の遺伝子型は $S_3S_4$ である。「二十世紀」の花に「筑水」の花粉を受粉させて次世代を得るとき、自家不和合性のしくみから考えて、次世代の個体を持つS遺伝子の遺伝子型として考えられるものはどれか。次のア～エで示した遺伝子型のうち、次世代の個体を持つ遺伝子型のみをすべて選んでいる組合せとして、最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

ア  $S_2S_3$       イ  $S_2S_4$       ウ  $S_3S_4$       エ  $S_4S_4$

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

(9) 動物のうち、成体の構造が内胚葉、中胚葉、外胚葉の三つに由来する動物群は、三胚葉動物と呼ばれている。三胚葉動物は、発生過程において、胚に形成された原口が成体の口になる旧口動物と、胚に形成された原口またはその付近が成体の肛門になる新口動物とに分けられる。次のア～エで示した動物を、旧口動物と新口動物の二つのグループに分類したとき、マダコ（軟体動物）と同じグループに入る動物をすべて選んでいる組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ア ミミズ（環形動物）
- イ ムラサキウニ（棘皮動物）
- ウ タカアシガニ（節足動物）
- エ マボヤ（脊索動物）

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

(10) 河川や湖沼の水質は、そこに住む生物によって知ることができる。水質は、きれいな水（水質階級Ⅰ）、ややきれいな水（水質階級Ⅱ）、きたない水（水質階級Ⅲ）、とてもきたない水（水質階級Ⅳ）の四つに分けられ、水質階級ごとに、指標生物が決められている。次のうち、きれいな水（水質階級Ⅰ）に生息する指標生物だけ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

- 1 ブユ、タニシ
- 2 サワガニ、アメリカザリガニ
- 3 サカマキガイ、ヒラタカゲロウ
- 4 セスジユスリカ、ミズムシ
- 5 ヘビトンボ、カワゲラ

5 次の〔I〕、〔II〕の問いに答えよ。

〔I〕 次の文を読み、あとの問いに答えよ。

地球上には、大きさや形、生活様式などの異なる、多様な生物が存在している。これらの生物は、A 界、門、綱、目、科、属、種という分類段階を用いて分類することができる。

一方、これらの多様な生物は、細胞や分子のレベルでは多くの共通点を持ち、共通の祖先から進化したと考えられている。生物学の研究において、発生や遺伝、代謝など、多くの生物に共通する現象を調べるために、実験や観察に用いられる生物をモデル生物という。モデル生物には、B シロイヌナズナ、センチュウ、大腸菌、キイロショウジョウバエ、酵母、マウスなどがある。これらの生物については活発に研究が行われ、多くの実験データが蓄積されている。

(1) 下線部Aについて、生物の種につけられた学術的な名称（学名）は、ヒトの場合、*Homo sapiens*と表される。このように、属名と種小名を組合せて表現する命名法を何と呼ぶか、答えよ。

(2) 下線部Bのモデル生物のうち、シロイヌナズナ、大腸菌、キイロショウジョウバエの学名をそれぞれ、次のア～カから1つずつ選べ。

ア. *Saccharomyces cerevisiae*      イ. *Drosophila melanogaster*      ウ. *Escherichia coli*  
エ. *Arabidopsis thaliana*      オ. *Oryza sativa*      カ. *Mus musculus*

(3) 下線部Bのモデル生物のうち、真核生物であるものをすべて答えよ。

(4) シロイヌナズナについて述べた次の文を読み、あとの問いに答えよ。

シロイヌナズナは、分類上、( a ) 科に属し、被子植物のモデル生物として盛んに研究が行われている。世代交代が速く、C ゲノムサイズ（ゲノムの大きさ）が小さいことなどが研究に適している。シロイヌナズナの花のホメオティック突然変異による研究から、花の形態形成のしくみを遺伝子のはたらきから説明する ( b ) モデルが提唱されている。

① 上の文中の ( a )、( b ) に適する語を答えよ。

② 下線部Cについて、シロイヌナズナのゲノムサイズ（ゲノムの大きさ）は、約1億2000万塩基対である。大腸菌、キイロショウジョウバエのゲノムサイズ（ゲノムの大きさ）に最も近い値のものを次のア～カから1つずつ選べ。

ア. 1万7000塩基対      イ. 460万塩基対      ウ. 1200万塩基対  
エ. 1億6000万塩基対      オ. 30億塩基対      カ. 170億塩基対

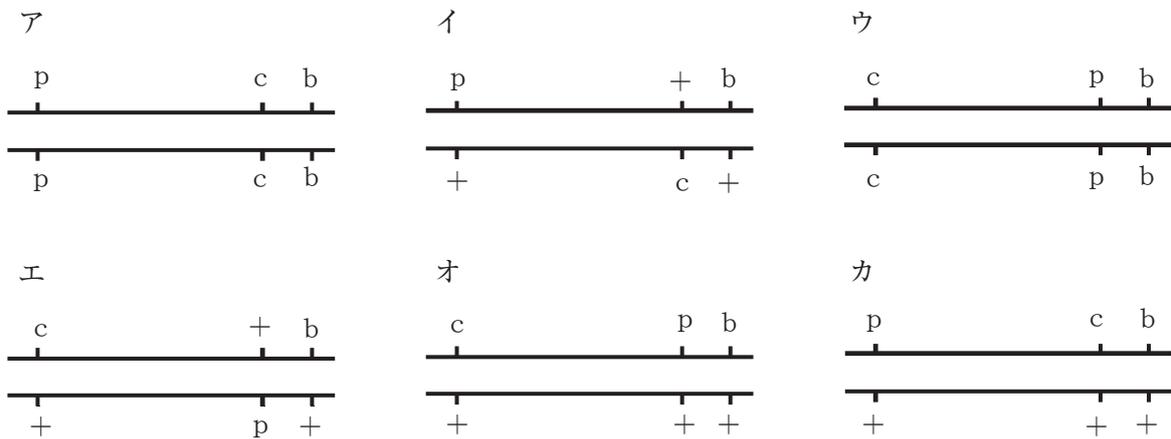
(5) センチュウについて述べた次の文の ( a )、( b ) に適する語を答えよ。

センチュウの一種である *Caenorhabditis elegans* (*C.elegans*) は、分類上、( a ) 動物門に属し、多細胞生物のモデル生物として盛んに研究が行われている。*C.elegans* は、体が透明なため、細胞の観察が容易であり、体細胞数が約1000個と少ないことから、発生のしくみの研究に適している。ブレナーらは、*C.elegans* の受精卵から成虫に至る全細胞の発生、分化の過程を細胞系譜として明らかにし、器官形成における ( b ) という現象の解明に貢献したことから、2002年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。

(6) キイロショウジョウバエについて述べた次の文を読み、あとの問いに答えよ。

キイロショウジョウバエの曲がり翅 (遺伝子 *c*)、黒体色 (遺伝子 *b*)、紫眼 (遺伝子 *p*) は、野生型 (遺伝子 *+*) に対して劣性の形質である。これらの遺伝子座は常染色体上に連鎖している。曲がり翅・黒体色・紫眼の雌と野生型 (純系) の雄を交配して得られた D F<sub>1</sub> (雑種第一代) の雌と曲がり翅・黒体色・紫眼の雄を交配して、遺伝子間の組換え価を求めた。c - b 間の組換え価は 23.7%、c - p 間の組換え価は 19.5%、b - p 間の組換え価は 5.9%であった。

① F<sub>1</sub> (雑種第一代) の雌の染色体と遺伝子の位置関係を表した図として最も適当なものを次のア～カから一つ選べ。



② 下線部Dの交配の代わりに、F<sub>1</sub> (雑種第一代) の雄と曲がり翅・黒体色・紫眼の雌を交配すると、得られる次世代の表現型の分離比が、下線部Dの交配のときとは全く異なる値になる。このように、雌雄を逆にして交配すると全く異なる結果になるのはなぜか、説明せよ。

③ c - b 間の組換え価が、c - p 間の組換え価と b - p 間の組換え価をたし合わせた値よりも小さくなるのはなぜか、説明せよ。ただし、実験操作や実験結果の処理は正しく行われたものとする。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、あとの問いに答えよ。ただし、文中の  には、文章が入る。

生物の進化は、集団内の対立遺伝子頻度の時間的な変化としてとらえることができる。次の (i) ~ (v) の条件が満たされるとき、集団内の遺伝子頻度は世代を重ねても変化しない。

- (i) 任意交配（自由交雑）が行われる。
- (ii) 突然変異が起こらない。
- (iii) 自然選択がはたらかない（生存や繁殖に差がない）。
- (iv) 他の集団への個体の移出や他の集団からの個体の移入がない。
- (v)

また、このとき、ある遺伝子座の一对の対立遺伝子  $A_1$ 、 $A_2$  について、集団内の遺伝子  $A_1$  の遺伝子頻度を  $p$ 、遺伝子  $A_2$  の遺伝子頻度を  $q$ （ただし、 $p + q = 1$ ）とすると、遺伝子型  $A_1 A_1$ 、 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_2$  の遺伝子型頻度は、それぞれ、 $p^2$ 、 $2pq$ 、 $q^2$  となる。これをハーディー・ワインベルグの法則という。

(7) 上の文中の  に適する文を答えよ。

(8) ある動物のある遺伝子座には、一对の対立遺伝子  $A_1$ 、 $A_2$  が存在する。この動物の  $N$  個体からなる集団において、遺伝子型が  $A_1 A_1$  の個体の個体数が  $s$ 、 $A_1 A_2$  の個体の個体数が  $t$ 、 $A_2 A_2$  の個体の個体数が  $u$ （ただし、 $s + t + u = N$ ）であるとき、この集団における遺伝子  $A_1$  の遺伝子頻度  $p$ 、遺伝子  $A_2$  の遺伝子頻度  $q$ （ただし、 $p + q = 1$ ）は、次の式 1、式 2 のように表すことができる。

$$p = \frac{2s + t}{2N} = \frac{s}{N} + \frac{1}{2} \times \frac{t}{N} \quad \dots \text{式 1}$$

$$q = \frac{2u + t}{2N} = \frac{u}{N} + \frac{1}{2} \times \frac{t}{N} \quad \dots \text{式 2}$$

式 1、式 2 を用いて、次の問いに答えよ。

- ① この動物の個体数が 100 である集団において、遺伝子型が  $A_1 A_1$  の個体の個体数が 60、 $A_1 A_2$  の個体の個体数が 20、 $A_2 A_2$  の個体の個体数が 20 であるとき、この集団における遺伝子  $A_1$  の遺伝子頻度  $p$  および  $A_2$  の遺伝子頻度  $q$  の値をそれぞれ求めよ。

- ② この動物が分布域を広げて、地域Xに進出したとする。この動物のもとの分布域と地域Xとは、土壌や植生などの環境に違いがあり、前の文の (i) ~ (v) の条件のうち (iii) 以外の条件は満たされていると仮定して、この動物にはたらく自然選択について考える。地域Xでは、遺伝子型  $A_1 A_1$  および  $A_1 A_2$  の個体よりも、遺伝子型  $A_2 A_2$  の個体が生存や繁殖に不利であるとする。遺伝子型  $A_1 A_1$  の個体と  $A_1 A_2$  の個体とでは、生存や繁殖の有利さの程度は同じであり、遺伝子型  $A_2 A_2$  の個体は繁殖を行う年齢まで生存できない（致死である）と仮定して、地域Xに進出したばかりの初期世代の遺伝子  $A_1$  および  $A_2$  の遺伝子頻度をともに 0.5 としたときの、2世代後の遺伝子  $A_1$  の遺伝子頻度  $p$  および  $A_2$  の遺伝子頻度  $q$  の値をそれぞれ求めよ。

