

## 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) 3種類の抵抗器 a、b、c をそれぞれ用いて図1のような回路をつくり、電源装置の電圧を変化させて、抵抗器にかかる電圧と抵抗器に流れる電流を測定した。図2はその結果をグラフに表したものである。

ア 抵抗器 a、b、c の抵抗の値の大小関係として、正しいものはどれか。1～5 から一つ選べ。

解答番号は

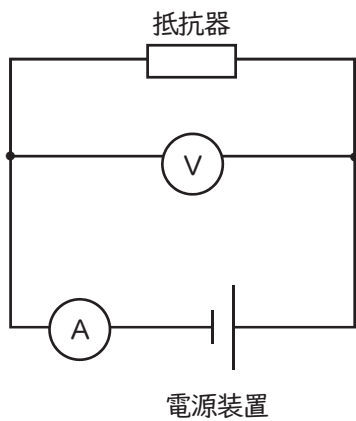


図1

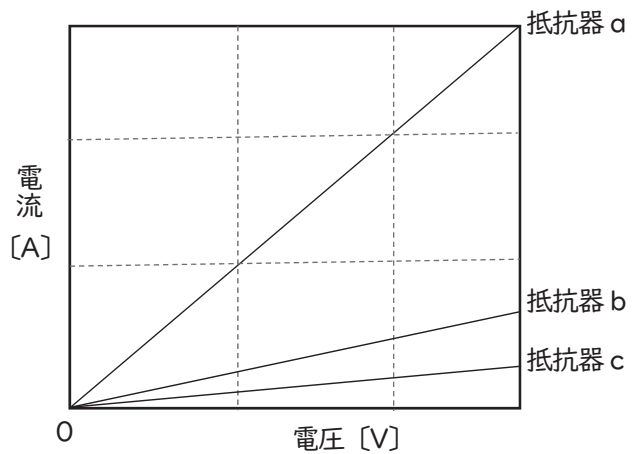
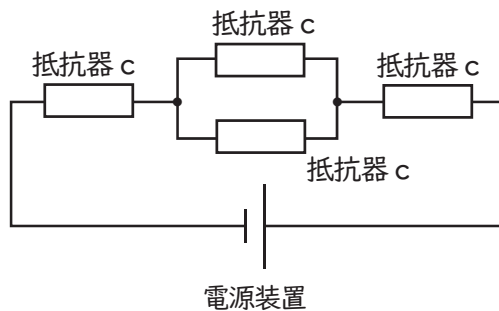


図2

- 1  $a < b < c$       2  $a < c < b$       3  $b < a < c$   
 4  $c < a < b$       5  $c < b < a$

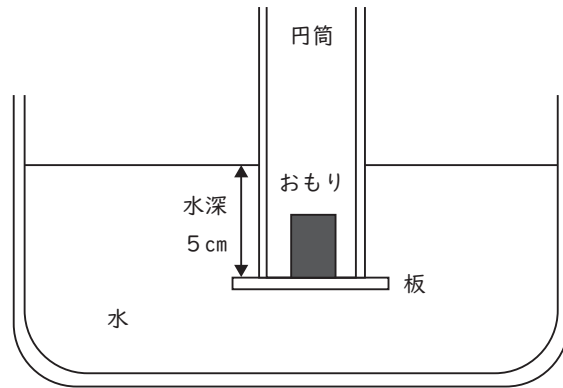
イ アで使用した抵抗器 c と同じ抵抗器 4 個と電源装置を使用し、下の図のように回路をつくった。抵抗器 c の抵抗の大きさを  $R$  [Ω]、電源装置の両端の電圧を  $V$  [V] とするとき、回路全体を流れる電流の大きさは何 A か。1～5 から一つ選べ。解答番号は



図

- 1  $\frac{V}{R}$       2  $\frac{V}{3R}$       3  $\frac{V}{4R}$       4  $\frac{V}{5R}$       5  $\frac{2V}{5R}$

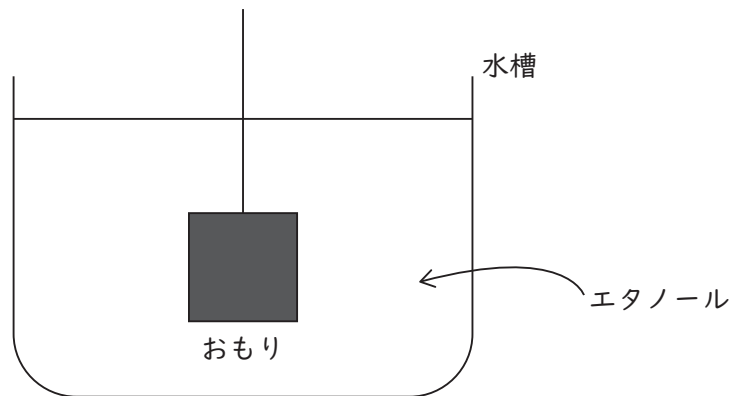
(2) 円筒の底におもりをのせた板を押し当て、水が入らないように水中にせずめた後、円筒を、水面に対して垂直にしたまま静かに引き上げる実験を行った。実験では、円筒の断面積が $50\text{ cm}^2$ 、おもりの重さが $2.5\text{ N}$ の場合、水深 $5\text{ cm}$ のところ板が円筒から離れた。板が円筒から離れる瞬間の、板にかかる水圧として最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、板の厚さと重さ及び大気圧は無視できるものとし、また、質量 $100\text{ g}$ の物体にかかる重力の大きさを $1\text{ N}$ とする。  
 解答番号は



図

- 1 0.05 Pa    2 5 Pa    3 125 Pa    4 500 Pa    5 50000 Pa

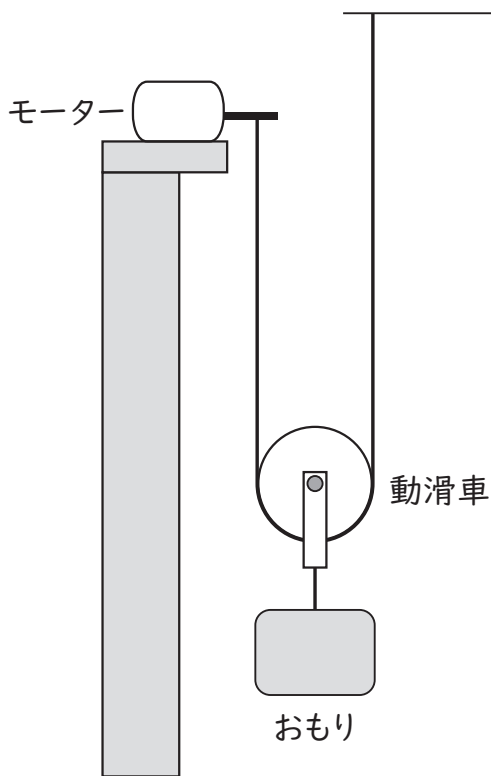
(3) 質量 $0.60\text{ kg}$ 、1辺 $5.0\text{ cm}$ の立方体のおもりを図のように、ひもにつるしたまま、エタノールに入った水槽に入れた。使用しているひもは伸縮せず、体積は無視できるものとする。エタノールの密度を $0.80\text{ g/cm}^3$ とすると、このおもりにかかる浮力の大きさは何Nか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、おもりの上面は液面より下にあり、おもりの下面は水槽の底についていない。また、質量 $100\text{ g}$ の物体にかかる重力の大きさを $1.0\text{ N}$ とする。  
 解答番号は



図

- 1 1.0 N    2 1.3 N    3 1.6 N    4 4.0 N    5 6.3 N

(4) 図のように、軽くて伸縮しないひもをモーター及び天井に固定し、動滑車を取付けた。動滑車につながれた質量500gのおもりを、仕事率0.40 Wのモーターを用いて一定の速さで引き上げる時、モーターがひもを巻き上げる速さは何cm/sか、最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、質量100gの物体にかかる重力の大きさを1.0Nとする。また、ひもや動滑車の質量、摩擦はすべて無視できるものとし、モーターがした仕事は、すべておもりを引き上げる仕事に変わったものとする。解答番号は



図

- 1 4.0 cm/s      2 8.0 cm/s      3 16 cm/s      4 32 cm/s      5 40 cm/s

(5) 図1は、Aさんが乗る電車内のようすを模式的に示したものである。電車が、図1中に示した矢印の向きに急に発車するとき、電車の天井からぶら下がっているつり革は天井に固定されている点に対して、アとイのどちら向きに振れると考えられるか。

また、図2は、つり革の動きに興味を持ったAさんが、水平な床上で静止した台車を押し、台車上に置いたドライアイスがどのような動きをするかを調べた実験のようすを示したものである。台車を、図2中に示した矢印の向きに急に押したときの、ドライアイスの位置は、台車を押す前と比べて、ウ～オのうち、どのようになると考えられるか。

それぞれの組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、ドライアイスと台車の表面の間には摩擦がないものとする。解答番号は

図1

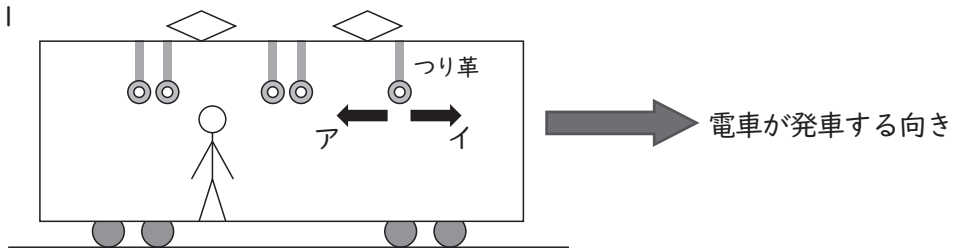
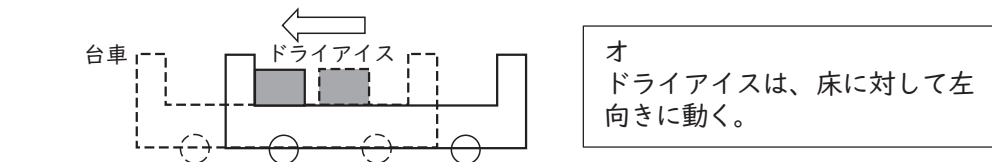
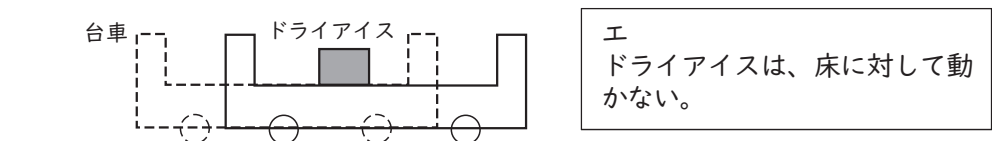
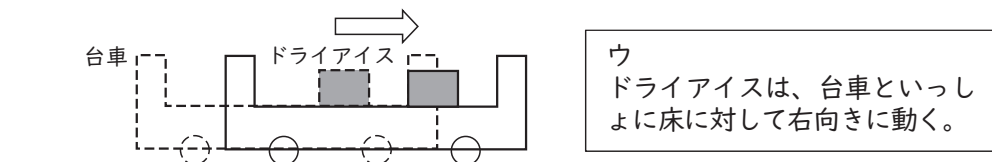
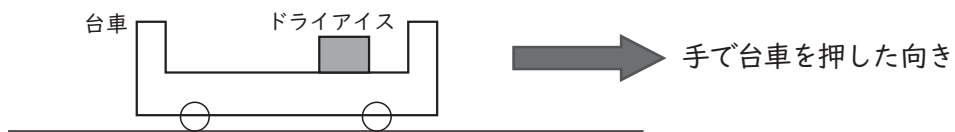
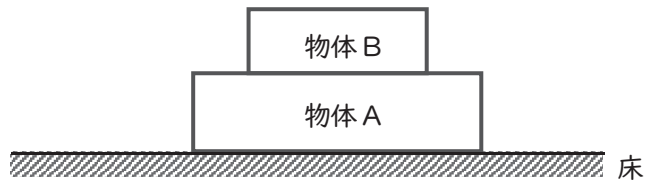


図2



	つり革	ドライアイス
1	ア	ウ
2	ア	エ
3	ア	オ
4	イ	ウ
5	イ	エ

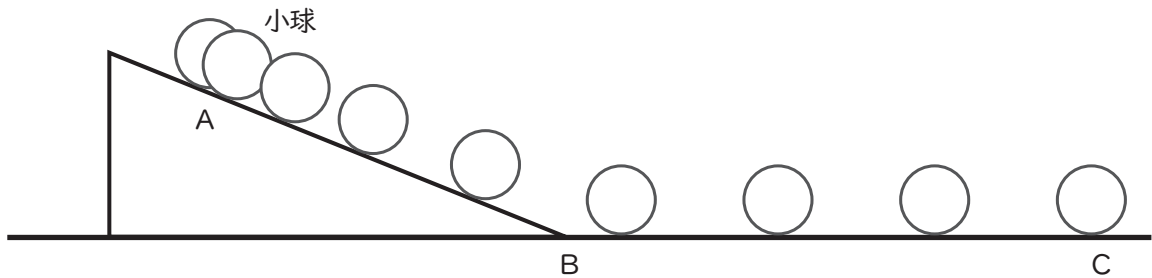
(6) 図のように、水平な床の上に重さ $W_A$ の物体Aを置き、その上に重さ $W_B$ の物体Bを置いた。  
 「床が物体Aを押す力の大きさ」と等しいものを1～5から一つ選べ。解答番号は



図

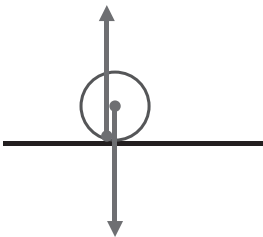
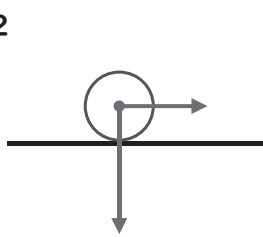
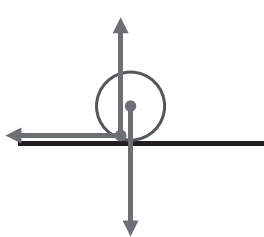
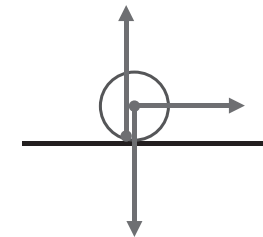
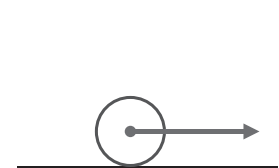
- 1  $W_A$       2  $W_B$       3  $W_A + W_B$       4  $W_A - W_B$       5  $W_B - W_A$

(7) 図は、斜面上のA地点から小球を転がしたときのストロボ写真をもとに、10分の1秒ごとの小球の位置を表したものである。BC間では、摩擦はなく、小球は一直線を進み、10分の1秒ごとの位置の間隔は等しかった。



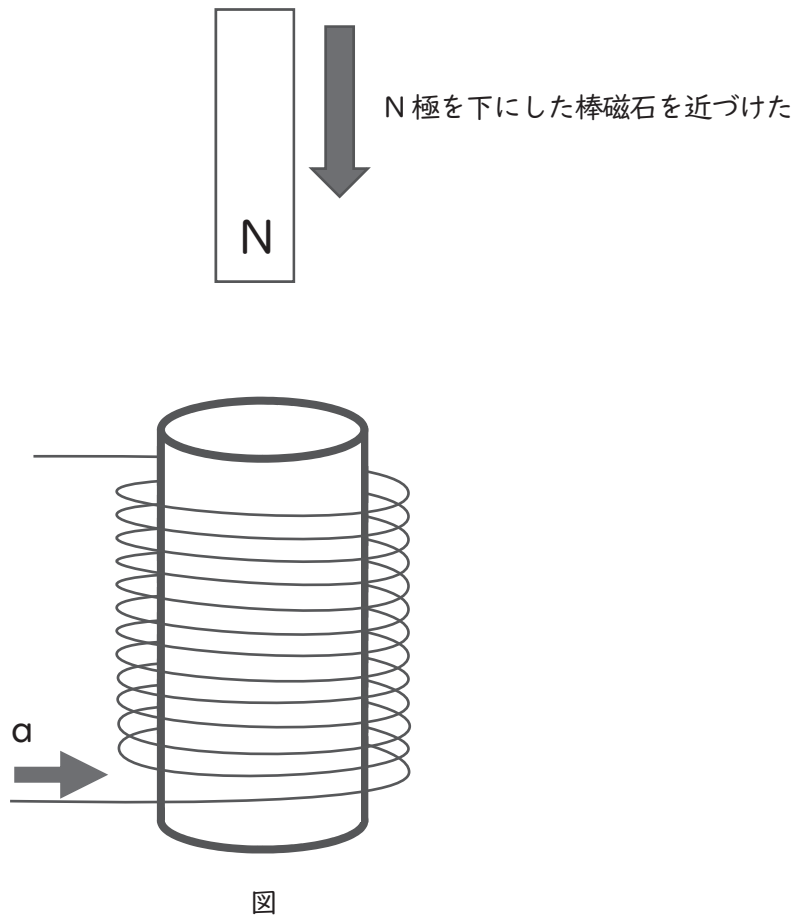
図

BC間を小球が転がっているときの、小球にはたらく力を矢印ですべて示した図として最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 
- 2 
- 3 
- 4 
- 5 

(8) トイレットペーパーの芯に導線を巻き付けたコイルを用いて磁石を近づける実験を行った。コイルの上側からN極を下にした棒磁石を近づけたところ、コイルに図のαの向きに電流が流れた。コイルに流れる電流についての記述として適切でないものを1～5から一つ選べ。

解答番号は



- 1 コイルの巻き数を多くすると、流れる電流は強くなる。
- 2 磁力の強い棒磁石を使用すると、流れる電流は強くなる。
- 3 棒磁石の動きを速くすると、流れる電流は強くなる。
- 4 棒磁石をコイルの上端付近で、左右に動かしても、電流は流れる。
- 5 棒磁石を静止させたまま、棒磁石にコイルを近づけても、電流は流れない。

(9) 図1のように水平にした虫眼鏡に太陽の光を当て、地面に太陽の光が1点に集まるようにすると、地面と虫眼鏡の距離が10 cmになった。

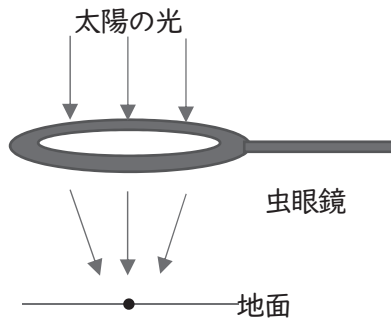


図1

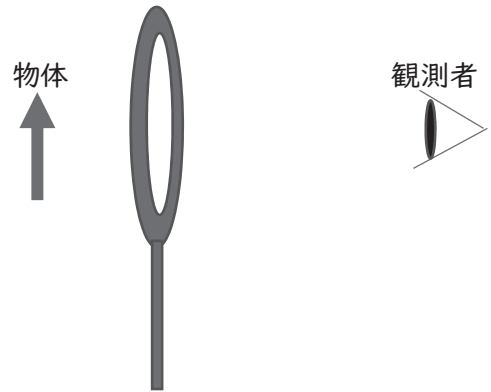


図2

次に、図2のように、図1と同じ虫眼鏡を使って物体を見ると、虫眼鏡を通して見える物体の像がもとの物体と同じ大きさに見えるのは、虫眼鏡と物体の距離が何cmのときか。また、その像は、正立像か倒立像か。1～5の組合せのうち、最も適切なものを一つ選べ。ただし、虫眼鏡の厚みは考えなくてよいものとする。解答番号は

- |   |       |     |
|---|-------|-----|
| 1 | 5 cm  | 正立像 |
| 2 | 5 cm  | 倒立像 |
| 3 | 10 cm | 正立像 |
| 4 | 20 cm | 倒立像 |
| 5 | 20 cm | 正立像 |



2 次の(1)～(8)の問いに答えよ。ただし、原子量は次のとおりとする。

H=1.0、C=12、O=16、S=32、Cu=64

(1) 次の表は原子a～eの電子配置を示している。これらの原子に関する記述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

	電子の数			
	K殻	L殻	M殻	N殻
a	2	1	0	0
b	2	5	0	0
c	2	6	0	0
d	2	8	8	0
e	2	8	8	2

- 1 aの第一イオン化エネルギーは、dの第一イオン化エネルギーより大きい。
- 2 bの原子価は、3である。
- 3 cは、8個の価電子をもつ。
- 4 dは、二原子分子になる。
- 5 eは、2価の陰イオンになる。

(2) 原子に関する記述のうち、次の①～③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

- ①  $^1\text{H}$ と $^2\text{H}$ は互いに同素体である。
- ②  $^{12}\text{C}$ と $^{13}\text{C}$ は質量数が違うので、化学的性質が大きく異なる。
- ③  $^{35}\text{Cl}$ の中性子の数は18である。

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

(3) 化学反応に関する記述として、次のa～dのうち正しいものが2つある。それら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 反応物の物質量の総和と生成物の物質量の総和は、必ず等しい。
- b 反応式の係数の比は、各物質の物質量の比をあらわす。
- c 気体のみが関わる化学反応では、反応式の係数の比は、気体の密度の比をあらわす。
- d 化学反応では、原子の組合せが変わるだけで、原子自身が生成したり消滅したりすることはない。

- 1 a・b
- 2 a・c
- 3 b・c
- 4 b・d
- 5 c・d

(4) 原油は、炭素と水素からなる有機化合物を主成分とする ( ① ) である。原油は、分留 ( 分別蒸留 ) によって ( ② ) の近い成分ごとに分離される。たとえば、分留塔 ( 精留塔 ) から出てきた常温で気体である成分には、プロパン  $C_3H_8$  やブタン  $C_4H_{10}$  があり、これらは冷却または ( ③ ) することにより容易に液化する。

ア 文中の ( ① ) ~ ( ③ ) に当てはま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

	①	②	③
1	純物質	溶解度	加圧
2	純物質	沸点	減圧
3	混合物	沸点	減圧
4	混合物	沸点	加圧
5	混合物	溶解度	減圧

イ 6.60 g のプロパンを完全燃焼させると、二酸化炭素と水が生じた。この反応で生じた水の質量は何 g か。次の 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

- 1 7.92 g      2 10.8 g      3 16.0 g      4 19.8 g      5 26.4 g

(5) 60℃の水100 gに対する硫酸銅(Ⅱ)(無水物)の溶解度は、40 gである。硫酸銅(Ⅱ)五水和物を用いて飽和水溶液をつくる時、60℃の水50 gに硫酸銅(Ⅱ)五水和物は何gまで溶かすことができるか。ただし、水溶液中の水は蒸発しないものとする。最も適切なものを次の1～5から一つ選べ。解答番号は、

- 1 20 g      2 22 g      3 40 g      4 44 g      5 83 g

(6) 反応熱および熱化学方程式に関する記述として、次のa～dのうち正しいものが2つある。それら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 酸と塩基が反応し、中和して1 molの水を生成するときの熱量を中和熱といい、正または負の値であらわされる。
- b 物質1 molを多量の溶媒に溶かすときの反応熱を溶解熱といい、すべて正の値である。
- c 反応物のもつエネルギーの総和が生成物のもつエネルギーの総和よりも大きいときは、発熱反応となる。
- d 熱化学方程式は、化学変化にともなう熱の出入りだけでなく、凝固や蒸発のような物理変化にともなう熱の出入りも表すことができる。

- 1 a・b  
2 a・c  
3 b・c  
4 b・d  
5 c・d

(7) 自然の雨水のpHを測定すると、5.6程度の弱い酸性を示す。これは、大気中の(①)が雨水に溶け込んでいるためである。ところが、化石燃料の燃焼などで放出される硫黄酸化物や(②)が雨水に溶け込むと、pHが5.6より(③)なることがある。そのような雨は、酸性雨とよばれる。酸性雨は、生態系や建造物にさまざまな影響をおよぼす。

ア 文中の(①)～(③)に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の1～5から一つ選べ。解答番号は

	①	②	③
1	二酸化炭素	窒素酸化物	大きく
2	アルゴン	窒素酸化物	大きく
3	二酸化炭素	アンモニア	大きく
4	アルゴン	アンモニア	小さく
5	二酸化炭素	窒素酸化物	小さく

イ 下線部に関連して、大気中の水蒸気に硫黄酸化物が溶け込むと、その一部は硫酸となる。

雨水のpHを測定するにあたって、事前に濃度不明の硫酸水溶液で定量実験をおこなった。濃度不明の硫酸水溶液50 mLのpHを測定すると、pHは5.0であった。このとき、硫酸水溶液50 mLに溶け込んでいた硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ の物質量はいくらか。最も適切なものを次の1～5から一つ選べ。ただし、硫酸は完全に電離するものとする。解答番号は、

- 1  $2.5 \times 10^{-7}$  mol
- 2  $5.0 \times 10^{-7}$  mol
- 3  $1.0 \times 10^{-6}$  mol
- 4  $2.5 \times 10^{-6}$  mol
- 5  $5.0 \times 10^{-6}$  mol

(8) 次の文章は、金属Fe, Ag, Al, Cuについての実験結果である。①～③のa～dにあてはまる金属のうち適切なものを次の1～5から一つ選べ。解答番号は、

- ① 希硫酸を電解液として、aとbを電極とした電池とbとdを電極とした電池の起電力を比べると、bとdを電極とした電池の起電力の方が大きかった。
- ② cの硝酸塩水溶液にbの金属片を入れると、cが析出した。
- ③ 希硫酸を加えたとき、aとdは溶けたが、bとcは溶けなかった。

- 1 aはAlで、bはCuである。
- 2 aはFeで、bはAgである
- 3 bはAgで、cはCuである。
- 4 cはAgで、dはAlである。
- 5 cはCuで、dはFeである。

3 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 地質について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

堆積岩は、土砂や生物の遺がいなどが(①)に堆積してできた岩石である。堆積岩は、堆積物の大きさや成分で分類され、シルトと呼ばれる粒径 $\frac{1}{256} \sim \frac{1}{16}$  mmの碎屑物で形成されたものは(②)である。また、チャートの大部分は(③)を主成分としている。

ア 文章中の①～③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

	①	②	③
1	海底や湖底	泥岩	炭酸カルシウム
2	海底や湖底	砂岩	二酸化ケイ素
3	海底や湖底	泥岩	二酸化ケイ素
4	山地や平野	砂岩	炭酸カルシウム
5	山地や平野	泥岩	炭酸カルシウム

イ 地層について述べた文として、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 堆積岩を観察したとき、構成する粒が2 mmより大きく丸みを帯びている場合、堆積当時は海岸から遠い深海底であったことが推定できる。
- 2 ビカリアの化石が含まれている場合、その地層は古生代に堆積したと推定できる。
- 3 地層が堆積した時代を表すとき、地球上に現れた生物の変化などに基づいた表し方を地質年代という。
- 4 堆積当時の自然環境の推定に用いられる化石を示相化石といい、比較的短期間生存していた生物の化石が望ましい。
- 5 地層に石灰岩が含まれている場合、堆積当時に火山の噴火があったことが推定できる。

(2) 地震について述べた次の①～③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

- ① 震度は各地点での地震動のゆれの大きさを表すもので、震度計によって計測される。日本の気象庁による震度階級では、震度6と震度7がそれぞれ強弱にわけられている。
- ② マグニチュードは地震の規模を表す尺度のことで、2大きくなるとエネルギーは1000倍大きくなる。
- ③ 一般的に、震源の浅い地震については、初期微動継続時間は震源までの距離に比例する。

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



(3) 気象に関する次の問いに答えよ。

ア 北半球における大気の運動について述べた次の文章中の①～③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

空気塊には、高圧側から低圧側に向かって（①）がはたらき、さらに地球の自転の影響により、（②）がはたらくため、高気圧では風は（③）に吹き出している。

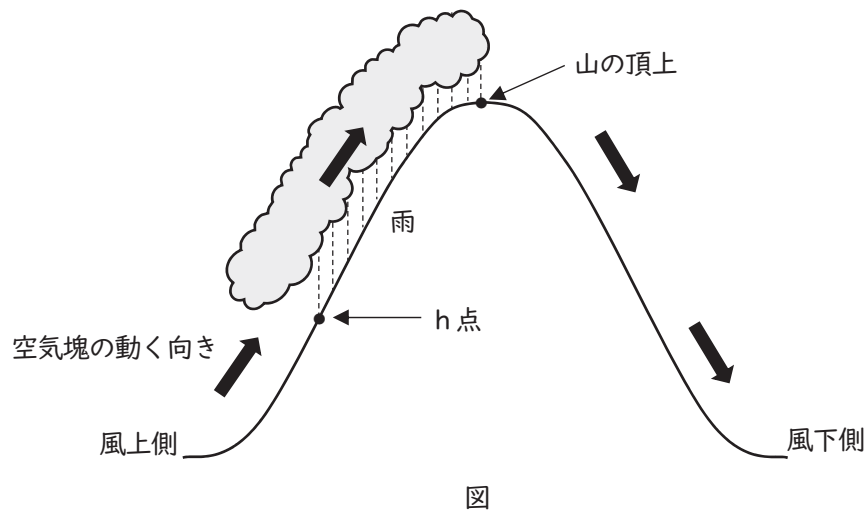
	①	②	③
1	摩擦力	コリオリの力（転向力）	時計回り
2	気圧傾度力	コリオリの力（転向力）	時計回り
3	摩擦力	遠心力	時計回り
4	気圧傾度力	遠心力	反時計回り
5	摩擦力	コリオリの力（転向力）	反時計回り

イ 気象について述べた文として、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 日本付近を通過する台風の進行方向の右側を危険半円といい、台風の進行速度に吹き込む風速が加わるため、風が強くなる。
- 2 海水と陸地の比熱の違いによって生じる大気の移動のうち、日中に海から陸に向かって吹く風を海風という。
- 3 寒冷前線の方が、温暖前線よりも進行速度が速いため、やがて追いつくと閉塞前線となる。
- 4 上空ほど気圧は低いため、空気塊が上昇すると断熱膨張によって温度が下がり、露点以下に達することで、水蒸気が水滴や氷の粒となって雲ができる。
- 5 風が弱くよく晴れた夜間に起こる放射冷却は、夏には起こることはない。

ウ 下図のように、風上側山ろく（高度0 m）で $20.0^{\circ}\text{C}$ であった空気塊が、山の斜面に沿って上昇し、山の頂上（高度2500 m）を超えて風下側山ろく（高度0 m）まで下降した。このとき、風上側の山の斜面で雨が降り、乾いた空気塊が風下側山ろくに吹き降りた影響により、風下側山ろくでは空気塊の温度が $26.5^{\circ}\text{C}$ になった。h点から山の頂上の間でのみ雲が発生し、発生した水滴はすべて山の頂上までに雨として降ったとき、h点の高度として最も適切な数値はどれか。1～5から一つ選べ。ただし、乾燥断熱減率は $1.0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 、湿潤断熱減率は $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ でそれぞれ一定であり、高度による水蒸気圧の変化は考えないものとする。解答番号は



- 1 650 m      2 1200 m      3 1300 m      4 1850 m      5 2000 m

(4) 宇宙に関する次の問いに答えよ。

ア 次の特徴を持つ太陽系内の惑星の組合せとして、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 水素とヘリウムを主成分とした大気をもち、平均密度が最も小さい。
- ② 公転周期が約88日と最も短く、地球からは夕方か明け方の短い時間しか観測できない。
- ③ 自転軸の傾きが、公転面に対して平行に近い状態（約98度）になっている。
- ④ 最大の惑星であり、ガリレオ衛星を含む多くの衛星をもつ。

	①	②	③	④
1	土星	金星	天王星	木星
2	木星	金星	天王星	土星
3	土星	水星	天王星	木星
4	土星	金星	海王星	木星
5	木星	水星	海王星	土星

イ 宇宙の研究を行った人物について述べた次の①～③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

- ① ハーシェルは全天の星の観測を行い、天王星を発見しただけでなく、天の川銀河を円盤状に描き出した。
- ② ハッブルは銀河の後退速度と銀河までの距離の間にある比例関係を発見し、宇宙が膨張していることを実証した。
- ③ ケプラーは惑星の運動に関して、公転周期の二乗が軌道長半径の三乗に比例するという法則を発見した。

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

ウ 地球の自転について述べた文として、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 地球は、北極と南極を結んだ地軸を中心として1日に1回自転しており、北極上空から見て反時計回りに回転している。
- 2 札幌と那覇で同じ物体の重さを比較すると、異なる値となる。これは、地球の自転による遠心力のために、重力加速度が変化するからである。
- 3 北半球におけるフーコーの振り子では、地球の自転の影響を受けて、振り子の振動面が上から見て時計回りに回転する。
- 4 地球の自転による天体の見かけの動きを日周運動といい、1時間に約15度ずつ、天の北極を中心として反時計回りに移動しているように見える。
- 5 地球の形は、自転の影響で回転楕円体となっているが、ジオイドは地球の真の形を表しているため、完全な球形をしている。

エ 地球の地軸が公転面の法線に対して23.4度傾いているとしたとき、大阪市のある地点（北緯 $p$ 度）における春分・秋分、夏至、冬至のそれぞれの日の太陽の南中高度を求める式の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	春分・秋分	夏至	冬至
1	$90 - p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$
2	$90 + p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
3	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 + p$
4	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
5	$90 + p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$

4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。

(1) 以下の文章はアルコール発酵について述べたものである。

アルコール発酵ではその過程の中で(ア)がNADHに(イ)されることでエタノールとなる。以下に示す図1のような容積が約500 mLの飲料用ペットボトルを用いた簡易的な装置で40°Cの条件で30分ほどアルコール発酵を行う場合、安全上の配慮から図1中のペットボトルの口の部分を(ウ)必要がある。

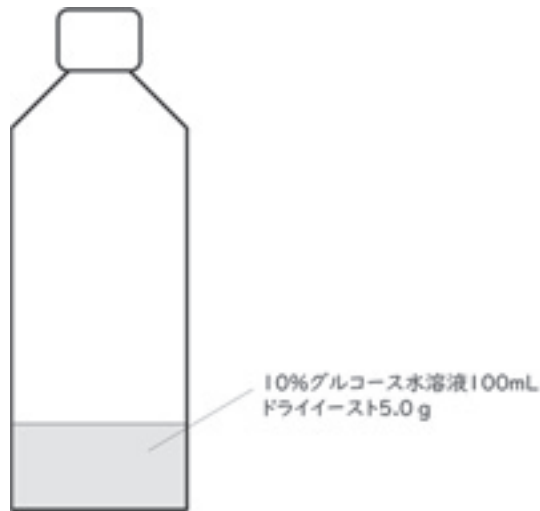


図1

(ア)～(ウ)に入る語句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

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	アセトアルデヒド	還元	きつく締めて密閉する
2	ピルビン酸	酸化	きつく締めて密閉する
3	アセトアルデヒド	酸化	緩めて開放する
4	ピルビン酸	酸化	緩めて開放する
5	アセトアルデヒド	還元	緩めて開放する

(2) 分裂期が約2時間と知られている動物細胞を培養し、一定時間おきに数えると図1のような結果が得られた。

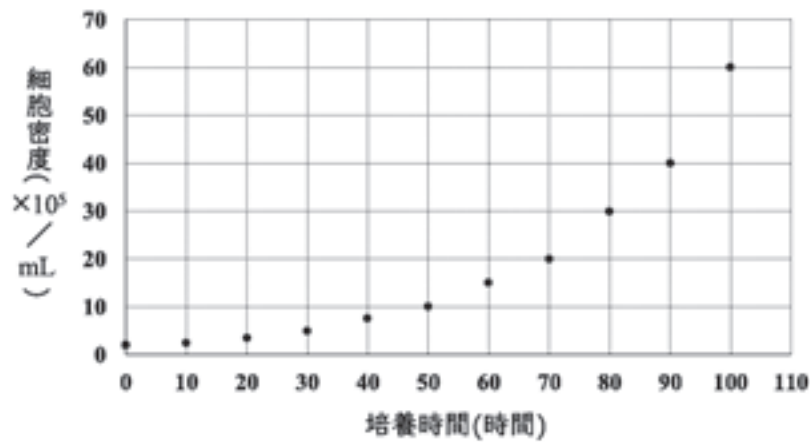


図1 細胞数を一定時間ごとに数えた結果

培養開始から50時間後に組織を顕微鏡で観察したときの、分裂期の細胞数と全体の細胞数の比として最も適切なものを、1～5から一つ選べ。なお、この観察した組織の細胞周期は一定で、観察時には様々な細胞周期のステージの細胞が存在していた。解答番号は

- 1 分裂期の細胞数：全体の細胞数 = 2：5
- 2 分裂期の細胞数：全体の細胞数 = 1：5
- 3 分裂期の細胞数：全体の細胞数 = 1：10
- 4 分裂期の細胞数：全体の細胞数 = 1：25
- 5 分裂期の細胞数：全体の細胞数 = 1：50

(3) 以下の発生に関する文として最も適切なものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 ウニの第三卵割は、動物極と植物極を結ぶ垂直方向に分裂する経割である。
- 2 カエルの発生においては、精子が未受精卵に進入した直後に背側と腹側が決まる。
- 3 分化した細胞に特定の遺伝子を導入することで人工的に多能性を獲得させた細胞をES細胞(胚性幹細胞)と呼ぶ。
- 4 ショウジョウバエの未受精卵の内部では、発生に必要なmRNA等の物質は均一に分布している。
- 5 イチョウの種子には、重複受精を経て発生した胚乳が見られる。

(4) 体重が65 kgのヒトの心臓の平均拍動数を測定したところ、1分間あたり70回であった。心臓が1回の拍動により体の各部に送り出す血液を平均で65 g、ヒトの体重に対する血液全体の質量の割合を13分の1とした時、このヒトの血液は10分間で体全体を約何回循環するか。最も近い値を以下の1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 9回      2 11回      3 13回      4 15回      5 17回

(5) アメフラシは水口（水管）を棒でつつくとえらを引っ込める反射が起こるが、繰り返しつつくと引っ込める動作が弱くなる反応（慣れ）を示す。そこで、はじめ棒でつついた時と、繰り返し棒でつついた時のアメフラシの感覚ニューロン、運動ニューロンの電位変化、並びにえらの反応の強さ（相対値）をグラフにしたのが以下の図1である。

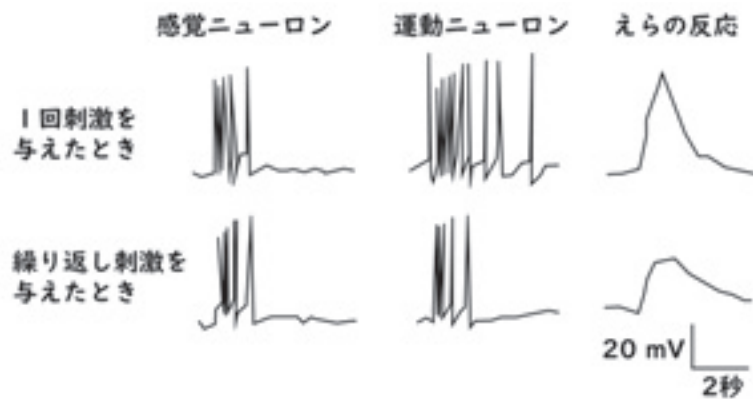


図1 アメフラシの反応の各グラフ

このような刺激に対する反応の変化の原因として、シナプスにおける神経伝達物質や神経伝達物質受容体の量が変わることが可能性として挙げられる。得られたグラフより、慣れを示した時のシナプスに起こった変化について、推察できることを述べた以下の文ア～ウ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

- (ア) 感覚ニューロンの神経伝達物質受容体が減少している可能性があるとして推察できる  
 (イ) 感覚ニューロン-運動ニューロン間の神経伝達物質が減少している可能性があるとして推察できる  
 (ウ) 運動ニューロンの神経伝達物質受容体が増加している可能性があるとして推察できる

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	正
2	正	正	誤
3	誤	正	正
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

(6) 植物の反応や成長に関して述べた以下の文のうち、誤っているものを 1 ~ 5 から一つ選べ。

解答番号は

- 1 植物の細胞の分化には植物ホルモンであるサイトカイニンが関わっている。
- 2 葉の落葉には植物ホルモンであるエチレンが関わっている。
- 3 気孔の開口には光受容体であるフォトトロピンが関わっている。
- 4 植物の光屈性には植物ホルモンであるオーキシンが関わっている。
- 5 食害に対する応答には植物ホルモンであるクリプトクロムが関わっている。

(7) 遺伝的浮動に関連して述べた以下の文 (ア) ~ (エ) のうち、正しいもの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

- (ア) 遺伝的浮動とは、生存に有利不利が生じることで集団内の遺伝子頻度が変化する現象も含んでいる。
- (イ) 集団のサイズが大きいほど、遺伝的浮動による遺伝子頻度の変化も大きい。
- (ウ) 有利でも不利でもない突然変異が、遺伝的浮動により集団内に広がることを進化の要因の一つとする考え方を中立説という。
- (エ) アミノ酸配列の変化の速度が遅いタンパク質の遺伝子の突然変異は、遺伝的浮動により集団内に伝播しやすい。

- 1 (ア)、(イ)      2 (ア)、(ウ)      3 (イ)      4 (ウ)      5 (ウ)、(エ)



(8) ある時期に、地形や気温などの無生物的な環境が似ている2か所の島(X島、Y島)に生息するウニとケルプの生息状況を調べたところ、図1のような違いがみられた。図1中の実線は2つの島における水深とウニ分布密度の関係を、破線は水深とケルプが海底を覆う割合をそれぞれ示している。

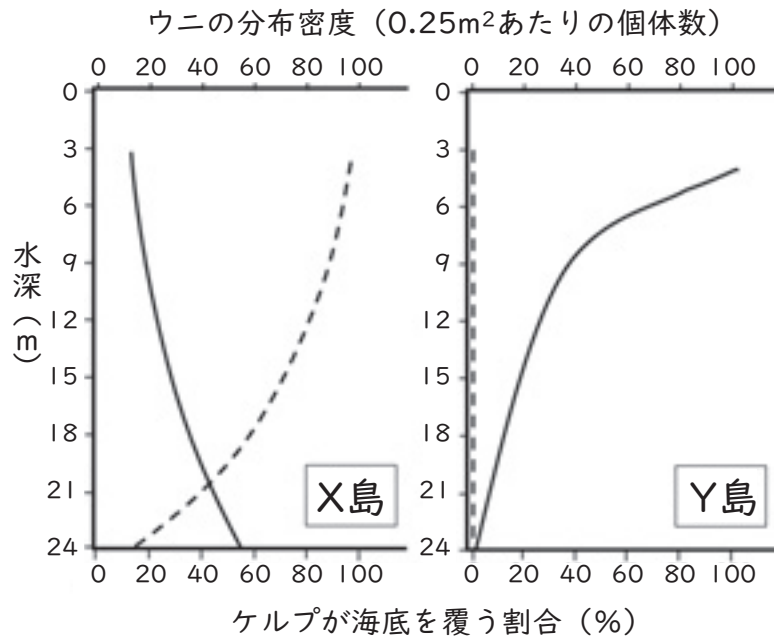
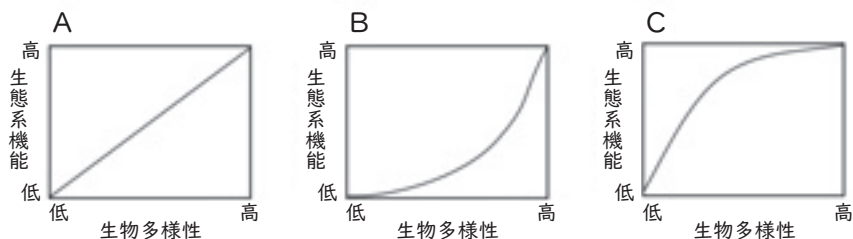


図1

ウニやケルプ以外の生物を調べたところ、X島にはラッコが生息しており、加えて多種多様な魚類、甲殻類、貝類が生息していた。

一方、Y島にはラッコは存在せず、他の魚類、甲殻類、貝類の種類や数はX島よりも少なかった。このことから、X島におけるラッコは多様な生態系維持のために重要な役割を果たしている生物(キーストーン種)であると考えられる。例えば、生物多様性が著しく低い状態から高い健全な状態まで回復する際の生態系機能と生物多様性の相関を概念図(グラフ)にしたとき、キーストーン種が存在する環境では概念図(※)のような図になることがわかる。

文中の(※)に入る適切な図と、推察できることを述べた以下の文ア~ウと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



- (ア) X島では、水深が深い場所ほどケルプが繁殖している。
- (イ) X島では、水深が浅いところではラッコがウニを捕食している。
- (ウ) Y島でのウニの主食はケルプである。

	概念図 (※)	(ア)	(イ)	(ウ)
1	A	誤	誤	正
2	B	正	正	誤
3	B	誤	正	誤
4	C	正	正	誤
5	C	誤	誤	正

(9) 図1は、ある生物Xを飼育した実際の成長曲線（実線）と密度効果などを無視した計算上の成長曲線（破線）とを示している。

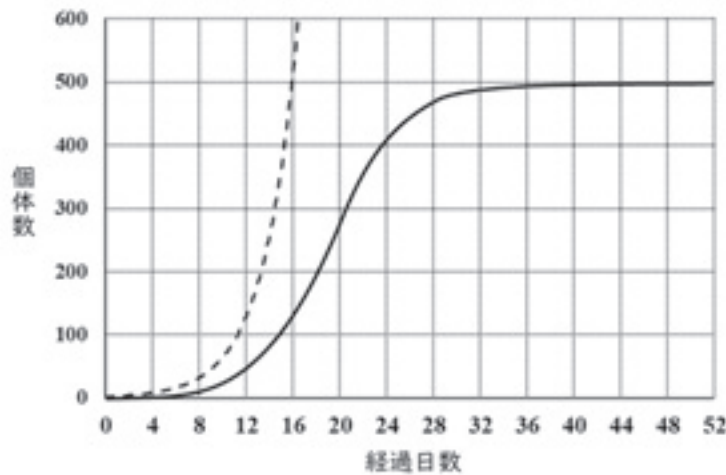


図1

これらのグラフを説明した以下の文のうち、誤っているものを1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 実際の成長曲線をとった飼育環境における環境収容力は500である。
- 2 実際の成長曲線における個体数が500に収束する原因の一つに、個体の死が関わることもある。
- 3 実際の成長曲線において、1日あたりに増加する個体数が最大になるところは20日目の前後である。
- 4 計算上の成長曲線では、1日あたりに増加する個体数は常に一定と仮定している。
- 5 計算上の成長曲線は指数関数で表される。

(10) 2本鎖の内、一方だけ5′末端を放射線標識したDNAを多量に用意し、1本鎖のDNAとした。次に以下の表1に示す4種類の試薬ア～エを用いて、1本鎖のDNAのうち1か所を切断した。4種類の試薬は、特定の塩基を含むヌクレオチドの糖-リン酸間の結合を切断することができる。切断は試薬ごとに4つに分けて行い、得られた1本鎖のDNA断片をそれぞれア～エのレーンで電気泳動にかけたところ図1のような結果が得られた。

用いたDNAや実験を説明した以下の文のうち、誤っているものを1～5から一つ選べ。なお、図1中のア～エは表1中の試薬ア～エと対応している。解答番号は

表1 用いた試薬と切断する箇所

用いる試薬	試薬ア	試薬イ	試薬ウ	試薬エ
切断箇所	G	GまたはA	CまたはT	C

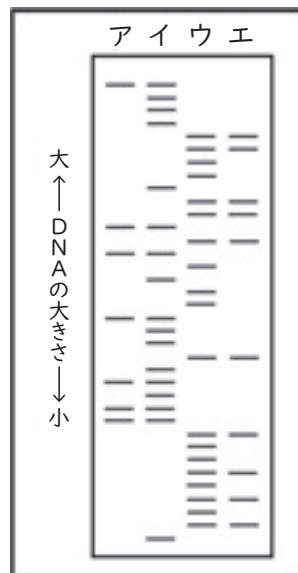


図1 電気泳動の結果

- この実験により判明した塩基配列は36塩基対である。
- 用意したDNA 1本をヌクレオチドに分解したとき、アデニンを含むヌクレオチドは10個生成する。
- 反応液中では標識されていない1本鎖のDNA断片も生成する。
- 標識を付けた方の1本鎖DNAを1番目の塩基からアミノ酸へ翻訳するとき、2番目のアミノ酸を指定する1本鎖DNAの塩基配列の最初の塩基はAである。
- このような電気泳動に用いるゲルは、分子の繊維が縦横にもつれた構造をしている。

5 次の〔I〕、〔II〕の問いに答えよ。

〔I〕 図1はヒトにおける血糖量の調節機構を表したものである。(ア)～(キ)は器官あるいはその中の部分や細胞を、(i)～(iv)はホルモンの種類を、(α)と(β)は自律神経の種類を示している。(1)～(7)の問いに答えよ。

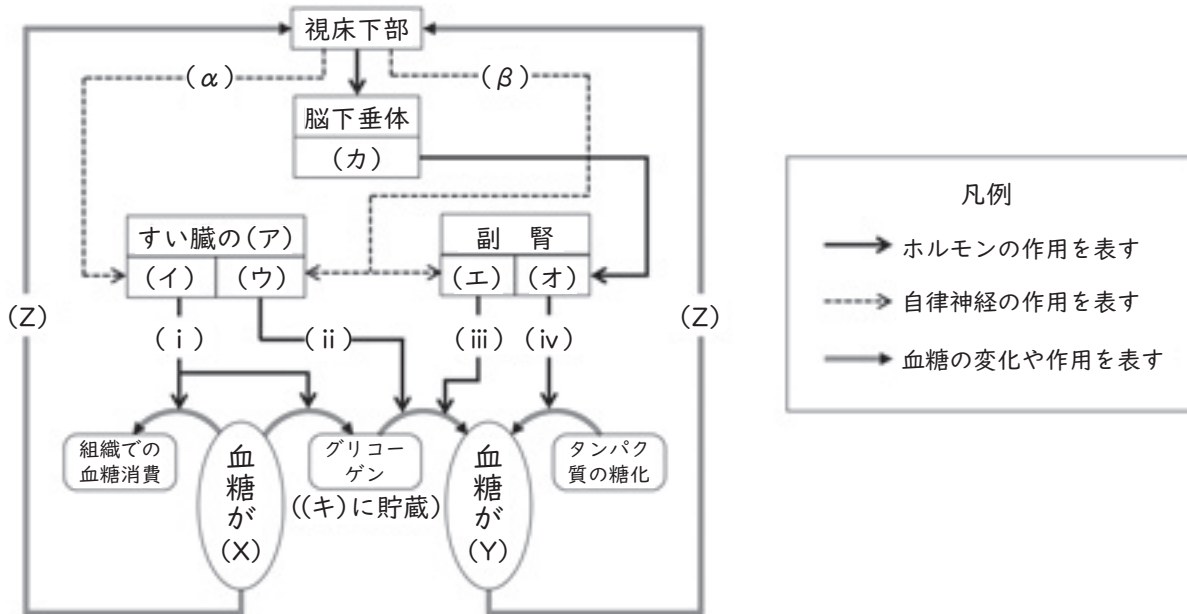


図1

(1) 血糖について、以下の問いに答えよ。

a) 血糖とは、血液中的のある物質のことをさす。その物質名を答えよ。

b) 血糖の濃度は、健康な人の空腹時の血液中ではほぼ一定に保たれている。その濃度に最も近いものを以下から選んで記号で答えよ。

- ① 10%      ② 1.0%      ③ 0.1%      ④ 0.01%      ⑤ 0.001%

c) 図中の(X)と(Y)は、ホルモンによる調節で血糖が「増加」または「減少」したという結果を示している。「増加」は(X)と(Y)のどちらか。記号で答えよ。

d) 図中の(Z)は、血糖量の(X)または(Y)という結果が、それを引き起こした原因(視床下部)にさかのぼって作用することを表している。このような作用のことを何というか。名称を答えよ。

(2) 図中の(ア)にあてはまる、血糖量調節に関係する内分泌腺の名称を答えよ。

(3) 図中の(イ)～(カ)にあてはまるものを以下の語群から選んで記号で答えよ。

- ① 皮質      ② 髄質      ③ 前葉      ④ 後葉      ⑤ A細胞      ⑥ B細胞

(4) 図中の(キ)はヒトの体内で最大の臓器のことで、以下はそのはたらきについての説明である。それぞれの説明が正しければ“○”、誤りがあれば“×”を解答欄にかけ。

- ㊦ アルコールを還元して糖にかえる。
- ㊧ 脂肪の分解を助ける胆汁を合成する。
- ㊨ 血しょう中に含まれる抗体などのタンパク質を合成する。
- ㊩ 甲状腺から分泌されるホルモンを受容すると発熱し、体温上昇に寄与する。
- ㊪ タンパク質を分解したときに生じたアンモニアから尿素を生成し、原尿をつくる。

(5) 図中の(i)～(iv)のホルモンについて、以下の問いに答えよ。

a) (i)～(iv)のホルモンの名称を答えよ。

b) (i)～(iv)のうち、心臓の拍動の促進にも作用するのはどれか。記号で答えよ。

(6) 図中の自律神経( $\alpha$ )と( $\beta$ )について、以下の問いに答えよ。

a) ( $\alpha$ )の特徴を説明した次の文章の、㊦と㊧に入る語句を語群から選んで答えよ。

( $\alpha$ )は中枢から出発する節前繊維が( $\beta$ )と比べて(㊦)く、節後繊維は末端から伝達物質として(㊧)を放出する。

【語 群】

㊦ = (長, 短)

㊧ = (セロトニン, バソプレシン, アセチルコリン, ノルアドレナリン)

b) 以下の各器官の変化について説明した文の中から、( $\beta$ )が作用したときのものをすべて選んで記号で答えよ。

- ① ぼうこうが収縮する      ② 心臓の拍動が抑制される      ③ 立毛筋が収縮する
- ④ 気管が拡張する      ⑤ 胃のぜん動運動が促進される      ⑥ 瞳孔が拡張する

(7) この図の血糖量調節機構のように、動物の生体が体内環境を一定に保とうとする性質のことを何というか。名称を答えよ。

[II] 以下は遺伝子の研究の歴史に興味を持ったRさんとSさんの会話である。(8)～(13)の問いに答えよ。

【RさんとSさんの会話】

Rさん：1900年のメンデルの法則の再発見以降、<sup>(ア)</sup>20世紀に入ってから「遺伝子の本体は何か」についての探究に、たくさんの研究者が取り組んでいるね。

Sさん：遺伝子の本体はDNAではなくてタンパク質だと、当初は多くの研究者が考えていたみたい。生物の遺伝情報は多様だから、分子としてDNAより構成要素の種類が多くて多様性の高いタンパク質の方だと思ったのかも。

Rさん：遺伝子の本体がDNAだという説は少数派だったんだね。でも1952年に、ハーシーとチェイスの実験でDNAが遺伝子の本体だと証明されたんだ。

Sさん：この二人が行った実験を詳しく調べてみよう。この実験のポイントは、大腸菌に自身の遺伝子を注入して増殖するT<sub>2</sub>ファージ(バクテリオファージ)を使ったところにあるね。これはウイルスだから大腸菌よりもずっと小さくて、電子顕微鏡で観察すると、こんな形をしているのがわかるんだって(右図1)。

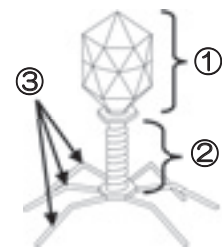


図1

Rさん：まず実験に先立って、放射性同位体である<sup>32</sup>P、または<sup>35</sup>Sで標識したT<sub>2</sub>ファージを準備している。このウイルスはDNAとタンパク質だけでできているから、それぞれの分子の構成元素を考えると、<sup>32</sup>Pはファージの(イ)に組み込まれていることになるな。<sup>35</sup>Sは(ウ)に組み込まれるから、この図1の、(ウ)でできているところが標識されるんだね。

Sさん：実験手順を見ていくよ。異なる放射性同位元素で標識したT<sub>2</sub>ファージを、それぞれ別の試験管の中で大腸菌に感染(※)させた後、ミキサーで激しく攪拌しているけど、この手順は(エ)ためかな。

Rさん：なるほどね。その後、これらの試験管を遠心分離器で<sup>(オ)</sup>沈殿と上澄みに分けているよ。沈殿と上澄みをそれぞれ検出器にかけて放射性同位体が発する放射線の有無を確認するのか。ちなみにこの後、感染した大腸菌から子ファージが出てくることも確かめているから、ちゃんと遺伝子は注入されていたことになる。それで、実験結果はどうなったの？

Sさん：<sup>(カ)</sup>この実験を<sup>35</sup>Sで標識したT<sub>2</sub>ファージで行ったときは放射線が上澄みからしか検出されず、<sup>32</sup>Pで標識したT<sub>2</sub>ファージで行ったときには沈殿と上澄みの両方から放射線が検出された、というのが結果なんだけど、これで遺伝子の本体がタンパク質ではなくてDNAだと証明できるのかな？……あ、そういうことか！

(※) 感染…ここでは、大腸菌の表面に付着したウイルスが、遺伝子を菌の中に注入することを意味する。

(8) 下線部(ア)について、遺伝子の研究について説明した以下の文章を年代の古いものから新しいものに並べ替え、記号で答えよ。

- ① グリフィスが肺炎双球菌を用いた実験から、形質転換を発見した。
- ② メセルソンとスタールが大腸菌を用いて、半保存的複製を証明した。
- ③ サットンがバッタの生殖細胞を観察し、遺伝子の染色体説を提唱した。
- ④ ワトソンとクリックがX線回折像を元に、DNAの二重らせん構造を解明した。

(9) (イ)について、 $^{32}\text{P}$ が組み込まれるのは、 $\text{T}_2$ ファージの構成分子のいずれか。以下から選んで記号で答えよ。

- ① DNAとタンパク質
- ② DNA
- ③ タンパク質

(10)  $^{35}\text{S}$ が組み込まれた(ウ)が存在し標識されるのは、 $\text{T}_2$ ファージのどの部分か。図1の①～③から、可能性のあるものをすべて選んで記号で答えよ。

(11) (エ)では、大腸菌を $\text{T}_2$ ファージに感染させた後の試験管をミキサーで攪拌する理由が述べられている。ここに入れるのに適当な説明を30～50字程度でかけ。

(12) 下線部(オ)について、遠心分離によって沈殿したものは何かを答えよ。

(13) 下線部(カ)について、(9)～(12)をふまえて以下の問に答えよ。

a) 沈殿から $^{35}\text{S}$ の放射線が検出されなかったことは何を意味するか。「 $\text{T}_2$ ファージ」と「大腸菌」という語句を1回以上用い、30字程度で説明せよ。

b) 上澄みから検出された $^{32}\text{P}$ の放射線と、沈殿から検出された $^{32}\text{P}$ の放射線は、実験の中でどのような経過をたどった $\text{T}_2$ ファージが存在することを表していると考えられるか。それぞれ20字程度で説明せよ。

c) (13) a) b) もふまえ、この実験結果が遺伝子の本体はタンパク質ではなくDNAだと証明することになるのはなぜか、70～100字程度で説明せよ。