

2024 年度 全学統一入学試験

理 科

【 注 意 事 項 】

- (1) 試験監督の指示があるまでは、問題冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答時間は 60 分です。
- (3) この問題冊子には、以下の 3 科目が収められています。

物理 (2 ~ 10 ページ)	問題は【 I 】から【 III 】まで
化学 (12 ~ 31 ページ)	問題は【 I 】から【 IV 】まで
生物 (32 ~ 52 ページ)	問題は【 I 】から【 IV 】まで

出願時に選択した、受験票に記載されている科目を解答しなさい。

- (4) 解答用紙は 1 枚です。
- (5) 乱丁・落丁、印刷不鮮明などがある場合、手を挙げて試験監督に申し出なさい。
- (6) 解答用紙には、必ず受験番号・氏名を正確に記入し、受験番号・受験科目マーク欄にも正確にマークしなさい。
- (7) 解答はすべて別紙の解答用紙の所定欄にマークしなさい。
- (8) 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
- (9) 問題冊子および解答用紙は室外に持ち出してはいけません。
- (10) 解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、
この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

物理

問題は10ページまで、【I】～【III】まであります。

【I】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

一様な棒を水平であらい床面に置き、なめらかな壁や斜面に立てかける。棒の質量を5.0 kg、長さを4.0 mとし、太さは無視できるものとする。棒は壁や斜面に垂直な鉛直面内にあるものとし、棒と床面との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。必要ならば、 $\sqrt{3} \doteq 1.73$ として計算せよ。

問1 図1のように、棒を鉛直でなめらかな壁に立てかけると、床面と棒のなす角度が 60° となって静止した。棒と床面との交点をPとする。

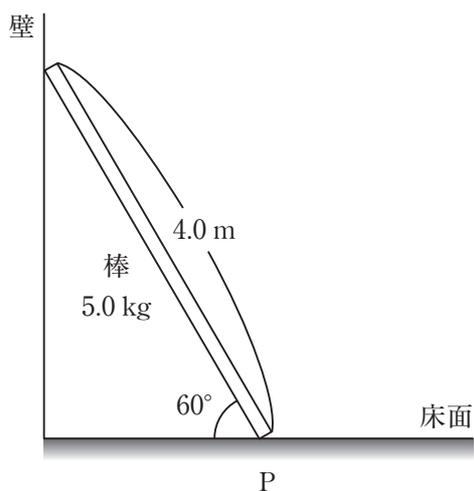


図1

(1) 鉛直方向の力のつり合いから、棒が床面から受ける垂直抗力の大きさ N_p がわかる。

N_p はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 N

① 5.0

② 9.8

③ 20

④ 39

⑤ 49

⑥ 98

(2) 点Pまわりの力のモーメントのつり合いから、棒が壁から受ける垂直抗力の大きさ N_W がわかる。 N_W はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

N

- ① 12 ② 14 ③ 25
 ④ 28 ⑤ 49 ⑥ 85

(3) 水平方向の力のつり合いから、棒が床面から受ける静止摩擦力の大きさ f_p がわかる。 f_p はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 N

- ① 12 ② 14 ③ 25
 ④ 28 ⑤ 49 ⑥ 85

(4) 図1の状態では棒が静止していられるためには、静止摩擦係数 μ がある値 μ_1 以上でなくてはならない。 μ_1 はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 0.25 ② 0.29 ③ 0.50
 ④ 0.58 ⑤ 0.75 ⑥ 0.87

問2 図2のように、水平と 60° の角度をなすなめらかな斜面に棒を立てかけると、床面と棒のなす角度が 30° となって静止した。棒と床面との交点を Q とする。

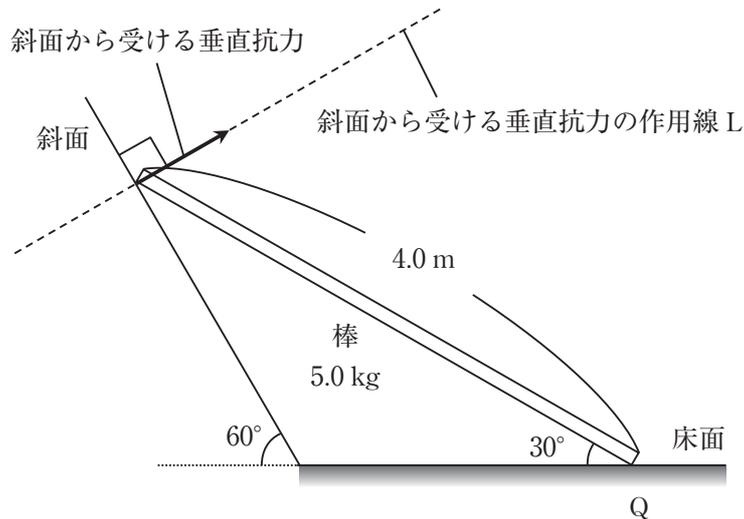


図2

- (1) 図2には、棒が斜面から受ける垂直抗力とその作用線Lが描かれている。点Qから作用線Lまでの距離はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

m

- ① 2.0 ② 2.8 ③ 3.5
④ 4.0 ⑤ 4.6 ⑥ 5.6

- (2) 棒が斜面から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 N

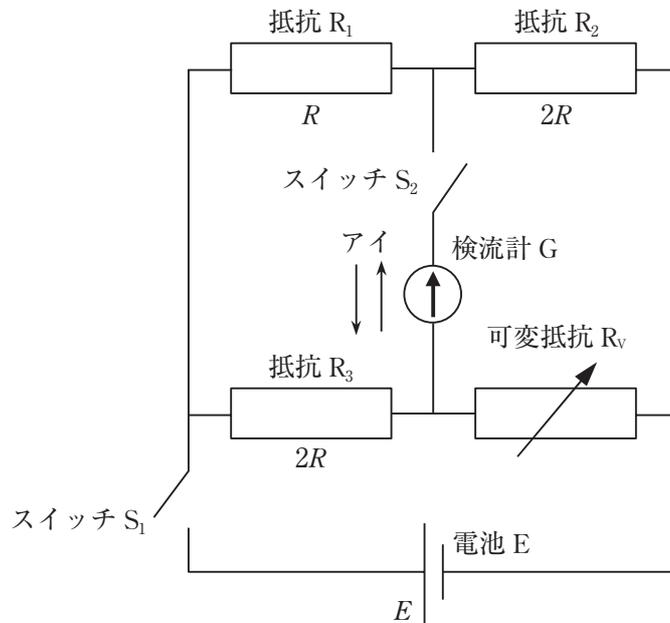
- ① 12 ② 14 ③ 25
④ 28 ⑤ 49 ⑥ 85

- (3) 図2の状態で棒が静止していただけるためには、静止摩擦係数 μ がある値 μ_2 以上でなくてはならない。 μ_2 はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 0.25 ② 0.29 ③ 0.50
④ 0.58 ⑤ 0.75 ⑥ 0.87

【Ⅱ】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

図のように、抵抗値 R の抵抗 R_1 ，抵抗値 $2R$ の抵抗 R_2 ， R_3 ，可変抵抗 R_v ，起電力 E の電池 E ，検流計 G ，およびスイッチ S_1 ， S_2 からなる回路がある。はじめ，スイッチ S_1 ， S_2 はどちらも開いている。電池 E および検流計 G の内部抵抗や導線の抵抗は無視できるものとする。



問1 まず，可変抵抗 R_v の抵抗値を R として，スイッチ S_1 のみを閉じた。

(1) 回路全体の合成抵抗はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{1}{3}R$ ② $\frac{2}{3}R$ ③ $\frac{4}{3}R$
 ④ $\frac{3}{2}R$ ⑤ $3R$ ⑥ $6R$

(2) 可変抵抗 R_v を流れる電流はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{E}{4R}$ ② $\frac{E}{3R}$ ③ $\frac{E}{2R}$
 ④ $\frac{2E}{3R}$ ⑤ $\frac{3E}{4R}$ ⑥ $\frac{3E}{2R}$

- (3) スイッチ S_1 を閉じたまま、可変抵抗 R_V の抵抗値を kR ($k > 0$) とした。このとき、 R_V の両端の電圧はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

- ① $\frac{k}{2}E$ ② $\frac{2+k}{2}E$ ③ $\frac{2+k}{k}E$
 ④ $\frac{2}{k}E$ ⑤ $\frac{2}{2+k}E$ ⑥ $\frac{k}{2+k}E$

- (4) (3) において、可変抵抗 R_V の消費電力はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① $\frac{kE^2}{4R}$ ② $\frac{(2+k)E^2}{4R}$ ③ $\frac{(2+k)E^2}{k^2R}$
 ④ $\frac{2E^2}{k^2R}$ ⑤ $\frac{2E^2}{(2+k)^2R}$ ⑥ $\frac{kE^2}{(2+k)^2R}$

- (5) (3) において、 k の値を変化させたとき、可変抵抗 R_V の消費電力の最大値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、必要ならば、 $a > 0$ 、 $b > 0$ に対して、 $a + \frac{b}{a} \geq 2\sqrt{b}$ (等号成立は $a = \sqrt{b}$ のとき) であることを用いてよい。

5

- ① $\frac{E^2}{8R}$ ② $\frac{E^2}{4R}$ ③ $\frac{E^2}{2R}$
 ④ $\frac{E^2}{R}$ ⑤ $\frac{2E^2}{R}$ ⑥ $\frac{4E^2}{R}$

問2 次に、スイッチ S_1 を閉じたまま、スイッチ S_2 を閉じた。

- (1) スイッチ S_1 、 S_2 を閉じたまま、可変抵抗 R_V の抵抗値を変化させたところ、抵抗値が R_0 のときに検流計 G を電流が流れなかった。 R_0 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① R ② $2R$ ③ $3R$
 ④ $4R$ ⑤ $5R$ ⑥ $6R$

(2) スイッチ S_1 , S_2 を閉じたまま, 可変抵抗 R_V の抵抗値を $10R$ とした。このとき, 検流計 G を流れる電流の向きと大きさはいくらか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 図のアの向きに $\frac{E}{4R}$ ② 図のアの向きに $\frac{E}{10R}$ ③ 図のアの向きに $\frac{E}{14R}$
④ 図のイの向きに $\frac{E}{4R}$ ⑤ 図のイの向きに $\frac{E}{10R}$ ⑥ 図のイの向きに $\frac{E}{14R}$

【Ⅲ】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

1 mol の単原子分子理想気体を、はじめ、圧力 p_0 、体積 V_0 、温度 T_0 の状態 A から一定の体積のまま圧力を αp_0 ($\alpha > 1$) まで上昇させた。この状態を状態 B とする。次に、断熱状態にし、圧力を p_0 まで低下させると、体積が $2V_0$ となった。この状態を状態 C とする。最後に、一定の圧力のまま体積を V_0 まで収縮させて、状態 A に戻した。

問1 この熱サイクルの状態変化について考える。

(1) 状態 B での温度はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

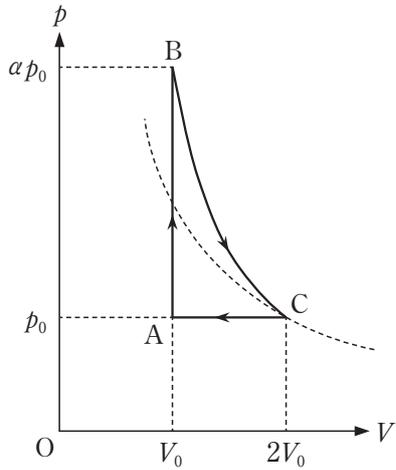
- ① $\frac{1}{2\alpha} T_0$ ② $\frac{1}{\alpha} T_0$ ③ $\frac{2}{\alpha} T_0$
④ $\frac{\alpha}{2} T_0$ ⑤ αT_0 ⑥ $2\alpha T_0$

(2) 状態 B → C における温度変化について記述した文として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

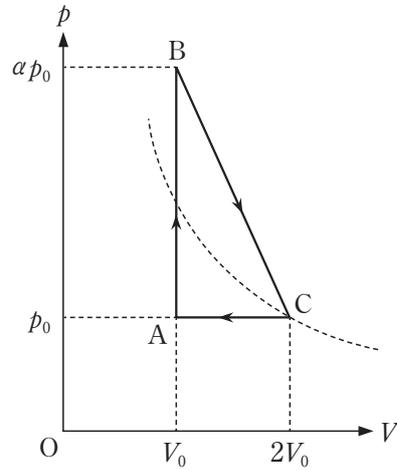
- ① 気体は外部に仕事をし、その結果内部エネルギーは減少する。よって、温度は低下する。
② 気体は外部に仕事をし、その結果内部エネルギーは増加する。よって、温度は上昇する。
③ 気体は外部に仕事をするが、内部エネルギーは変化しない。よって、温度も変化しない。
④ 気体は外部から仕事をされ、その結果内部エネルギーは減少する。よって、温度は低下する。
⑤ 気体は外部から仕事をされ、その結果内部エネルギーは増加する。よって、温度は上昇する。
⑥ 気体は外部から仕事をされるが、内部エネルギーは変化しない。よって、温度も変化しない。

(3) この熱サイクルの圧力 p と体積 V の関係を表すグラフはどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、破線の曲線は、状態 C における温度の等温曲線を表している。 3

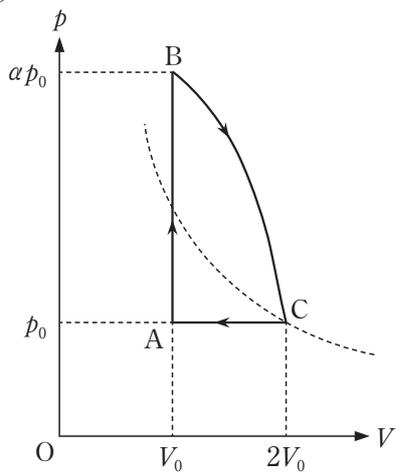
①



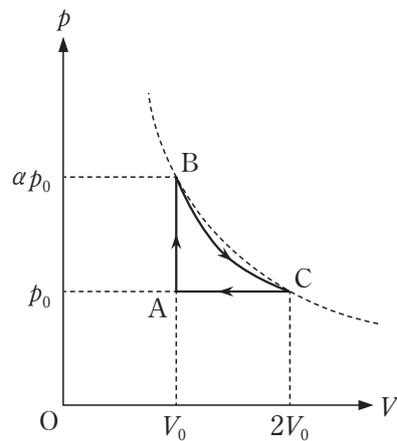
②



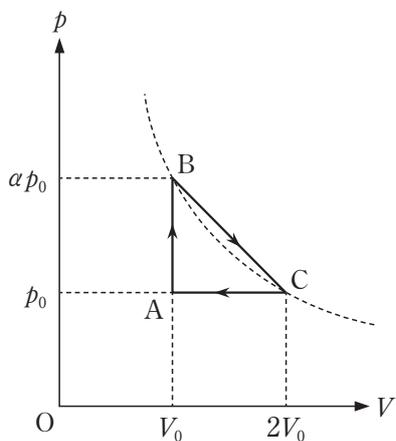
③



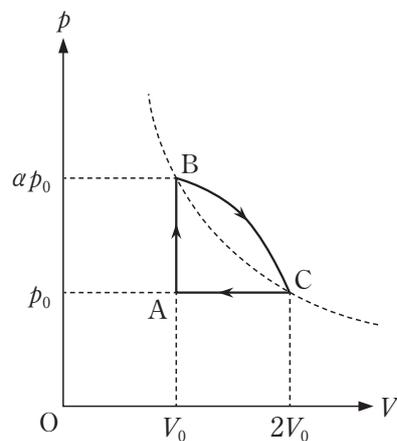
④



⑤



⑥



問2 この熱サイクルの熱効率について考える。

(1) 状態 A → B において、気体が吸収した熱量はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{1}{2} p_0 V_0$ ② $\frac{(\alpha - 1)}{2} p_0 V_0$ ③ $\frac{3(\alpha - 1)}{2} p_0 V_0$
④ $\frac{5(\alpha - 1)}{2} p_0 V_0$ ⑤ $3(\alpha - 1) p_0 V_0$ ⑥ $5(\alpha - 1) p_0 V_0$

(2) 1 サイクルの間に気体が外部にした仕事の総和はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{3\alpha}{2} p_0 V_0$ ② $\frac{3(\alpha - 2)}{2} p_0 V_0$ ③ $\frac{3\alpha - 8}{2} p_0 V_0$
④ $3(\alpha - 2) p_0 V_0$ ⑤ $\frac{5\alpha - 12}{2} p_0 V_0$ ⑥ $5(\alpha - 2) p_0 V_0$

(3) この熱機関の熱効率はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{3\alpha}{\alpha - 1}$ ② $\frac{3(\alpha - 2)}{\alpha - 1}$ ③ $\frac{3(\alpha - 2)}{5(\alpha - 1)}$
④ $\frac{5\alpha - 12}{5(\alpha - 1)}$ ⑤ $\frac{3\alpha - 8}{3(\alpha - 1)}$ ⑥ $\frac{5\alpha - 12}{3(\alpha - 1)}$

「物理」の試験問題は、前ページまでです。

化学

問題は 31 ページまで、【I】～【IV】まであります。

【注意】 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Ne = 20 Cl = 35.5

Ar = 40 K = 39

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

【I】 次の問い（問1～問5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 原子の構造と元素の周期表について、次の（1）～（3）に答えよ。

（1） 次の原子のうち、原子がもつ陽子の数と中性子の数が等しいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① ^{10}B ② ^{14}C ③ ^{18}O ④ ^{30}Si ⑤ ^{40}Ar

（2） 次の原子のうち、ベリリウムと価電子の数が等しい原子はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① ヘリウム ② リチウム ③ アルミニウム
④ 塩素 ⑤ カルシウム

（3） 原子番号1～20の元素のうち、非金属元素は何個あるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 個

① 11 ② 12 ③ 13 ④ 14 ⑤ 15

問2 化学結合について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 一般に、イオン結合は 性の強い金属元素の原子から 性の強い非金属元素の原子へ を与えることによって、静電的に結びつく結合である。空欄 ~ に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	陽	陰	電子
②	陽	陰	陽子
③	陽	陰	中性子
④	陰	陽	電子
⑤	陰	陽	陽子
⑥	陰	陽	中性子

- (2) イオン結晶に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① イオンからなる物質を化学式で表すときには、組成式を用いる。
- ② 外部から強い力が加わると、割れやすい。
- ③ 一般に、融点が高い。
- ④ 結晶状態では電気を導かない。
- ⑤ 展性や延性に優れている。

問3 化学反応式について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 植物の光合成によって、二酸化炭素と水から酸素を得る反応の化学反応式は次のように表される。



空欄 \boxed{D} にあてはまる係数として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{6}$

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10

- (2) (1)において、二酸化炭素 132 g がすべて反応したときに得られるグルコースの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{7}$ g

- ① 45.0 ② 90.0 ③ 135 ④ 180 ⑤ 270

問4 塩について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次の塩のうち、正塩に分類されるものは何個あるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\boxed{8}$ 個

硫酸ナトリウム 炭酸水素ナトリウム 酢酸ナトリウム
塩化水酸化銅(Ⅱ) 塩化バリウム

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

- (2) 次の塩のうち、水に溶かしたときに塩基性を示すものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{9}$

- ① 硝酸銅(Ⅱ) ② 炭酸ナトリウム ③ 塩化カリウム
④ 硫酸アンモニウム ⑤ 硫酸水素ナトリウム

【Ⅱ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 物質を構成する粒子は、固体・液体・気体のどの状態でも常に をしている。分子からなる物質の温度を高くしていくと、分子の は大きくなり、分子どうしはばらばらになろうとする。一方、分子の間には互いに引き合って集まろうとする がはたらいており、物質の状態はこの と の大小関係によって決まる。温度を一定に保ちながら気体の分子を容器に入れると、気体の分子は空間を飛び回って容器の壁に衝突し、壁を外側に押す力がはたらく。気体の分子は多数存在し、次々と容器の壁に衝突するので、壁は全体として常に一定の力で押されている。単位面積にはたらくこの力を気体の圧力という。次の（1）～（4）に答えよ。

（1） 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	熱運動	共有結合
②	熱運動	分子間力
③	ブラウン運動	共有結合
④	ブラウン運動	分子間力

（2） 密閉容器に入れられた一定量の気体の圧力に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 気体の分子の速さの平均が大きいほど、気体の圧力は大きい。
- ② 単位面積あたりに衝突する分子の数が多いほど、気体の圧力は大きい。
- ③ 体積一定で温度が高いほど、気体の圧力は大きい。
- ④ 温度一定で容器の体積が大きいほど、気体の圧力は大きい。
- ⑤ 自由に動くピストンによって体積を変えられる容器の場合、温度一定で容器の周囲の圧力が大きいほど、気体の圧力は大きい。

(3) 127℃, 1.0×10^5 Pa で 1000 mL の体積を占める窒素を, 300 mL のボンベに封入して 27℃ に保った。このとき, ボンベ内の窒素の圧力は何 Pa か。最も適当な数値を, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。 Pa

① 1.0×10^4

② 2.5×10^4

③ 5.0×10^4

④ 1.0×10^5

⑤ 2.5×10^5

⑥ 5.0×10^5

(4) 27℃ において体積可変の容器内に入れられたアルゴンの密度 [g/L] を, 27℃, 1.0×10^5 Pa におけるネオンの密度と同じにするには, アルゴンの圧力を何 Pa にすればよいか。最も適当な数値を, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。 Pa

① 1.0×10^4

② 2.5×10^4

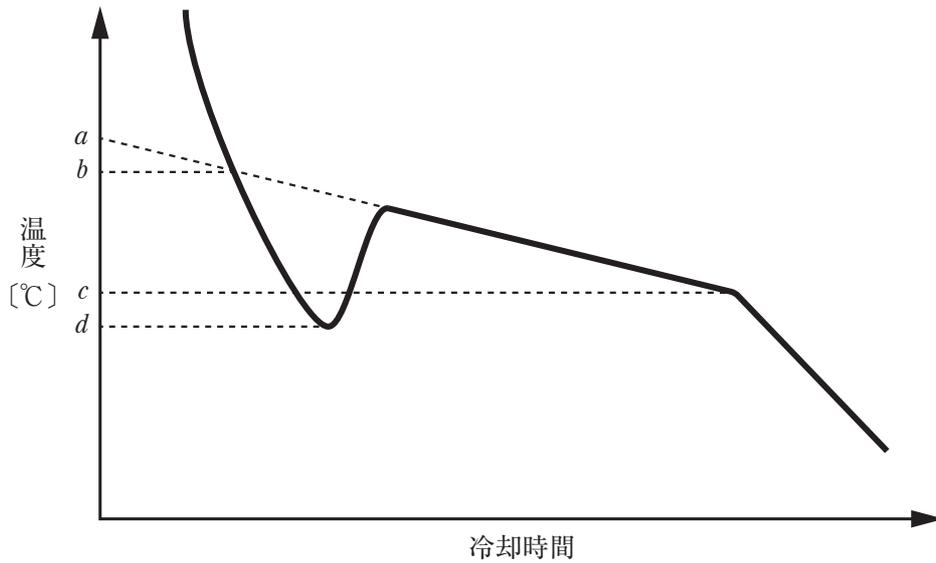
③ 5.0×10^4

④ 1.0×10^5

⑤ 2.5×10^5

⑥ 5.0×10^5

問2 次の図は、を冷却していったときの冷却曲線である。液体を冷却していくと、凝固点以下になってもすぐには凝固しないことがあり、この状態をという。この状態から凝固が始まると、が発生して液体の温度がする。の凝固点はが起こらなかったと仮定したときに凝固が始まる温度であり、図のの温度に相当する。下の(1)～(5)に答えよ。



(1) 空欄, に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	純溶媒	過冷却
②	純溶媒	超臨界流体
③	希薄溶液	過冷却
④	希薄溶液	超臨界流体

- (2) 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	溶解熱	上昇
②	溶解熱	低下
③	凝固熱	上昇
④	凝固熱	低下

- (3) 空欄 に適する記号として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① *a* ② *b* ③ *c* ④ *d*

- (4) 0.20 mol/L のグルコース水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、0.20 mol/L のグルコース水溶液の密度は 1.0 g/cm³ とする。 mol/kg

- ① 0.19 ② 0.20 ③ 0.21
④ 1.9 ⑤ 2.0 ⑥ 2.1

- (5) ベンゼン 200 g に、ある物質 3.0 g を完全に溶解したところ、溶液の凝固点がベンゼンの凝固点より 0.60 K 低くなった。溶解した物質の分子量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ベンゼンのモル凝固点降下は 5.12 K · kg/mol であり、この物質はベンゼン溶液中で電離や会合はしないものとする。

- ① 64 ② 86 ③ 108
④ 116 ⑤ 128 ⑥ 192

問3 硫黄の単体には斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄などの がある。斜方硫黄と単斜硫黄は 個の硫黄原子が環状に結合して王冠状の分子をつくる。また，斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄はいずれも水に溶けにくく，常温では黄色塊状の が最も安定であり， を 120℃ に加熱して融解させた後，冷却すると淡黄色針状の が得られる。次の (1) ~ (4) に答えよ。

(1) 空欄 ， に適する語と数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	同位体	4
②	同位体	8
③	同素体	4
④	同素体	8

(2) 空欄 ， に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	斜方硫黄	単斜硫黄
②	斜方硫黄	ゴム状硫黄
③	単斜硫黄	斜方硫黄
④	単斜硫黄	ゴム状硫黄
⑤	ゴム状硫黄	斜方硫黄
⑥	ゴム状硫黄	単斜硫黄

(3) 硫黄の化合物に関する記述のうち，誤りを**含む**ものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。

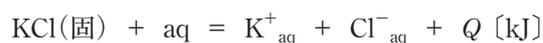
- ① 硫黄の単体を空気中で燃焼すると，二酸化硫黄が発生する。
- ② 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，硫化水素が発生する。
- ③ 硫化水素と二酸化硫黄が反応すると，硫黄が生成する。
- ④ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると，二酸化硫黄が発生する。
- ⑤ 銅に濃硫酸を加えて加熱すると，硫化水素が発生する。

- (4) 二酸化硫黄と硫化水素の色と臭いの組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	二酸化硫黄	硫化水素
①	無色・無臭	無色・無臭
②	無色・無臭	無色・腐卵臭
③	無色・刺激臭	無色・無臭
④	無色・刺激臭	無色・腐卵臭
⑤	赤褐色・刺激臭	無色・無臭
⑥	赤褐色・刺激臭	無色・腐卵臭

【Ⅲ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 溶質 1 mol が多量の水に溶けるときに発生または吸収する熱量を溶解熱という。例えば、固体の塩化カリウムの溶解熱を Q [kJ/mol] とすると、その熱化学方程式は次のように表される。



この溶解熱 Q [kJ/mol] の値は、次の2段階の反応に分けて考えることによって求めることができる。

段階1 固体の塩化カリウムがカリウムイオンと塩化物イオンに分かれる。



段階2 カリウムイオンと塩化物イオンがそれぞれ水分子と水和する。



次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 空欄 , に適する符号の組合せとして最も適当なものはどれか。

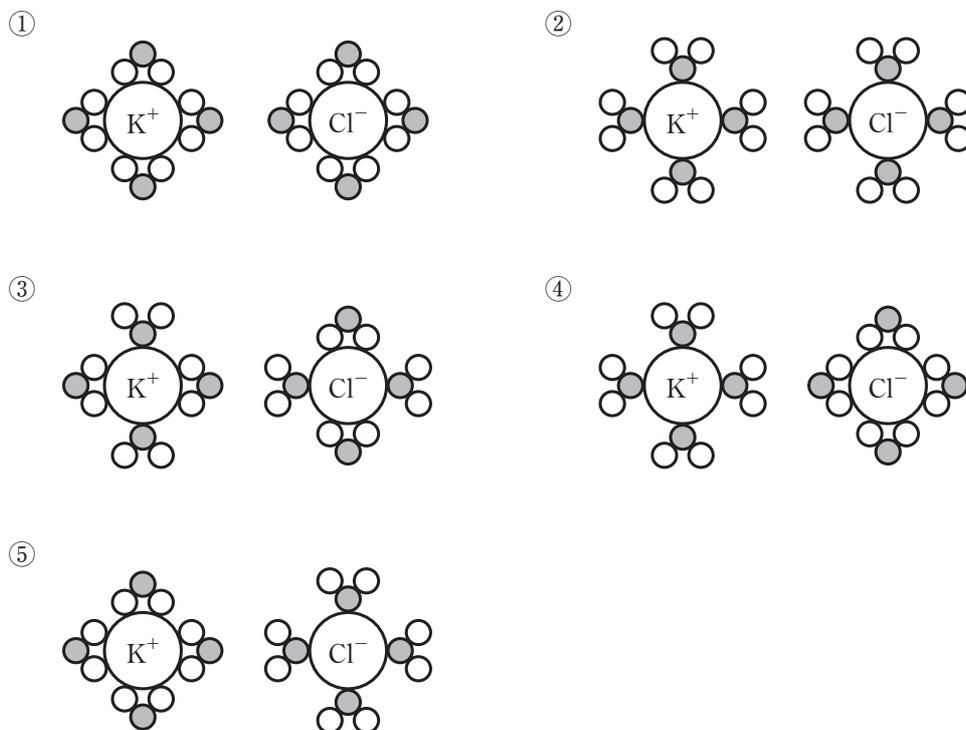
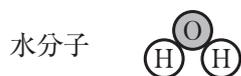
次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	+	+
②	+	-
③	-	+
④	-	-

(2) 固体の塩化カリウムの溶解熱 Q は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 kJ/mol

- ① -1389 ② -360 ③ -17
 ④ 17 ⑤ 360 ⑥ 1389

- (3) カリウムイオンおよび塩化物イオンが水分子と水和している様子を模式的に表した図として最も適当なものはどれか。下の①～⑤のうちから一つ選べ。

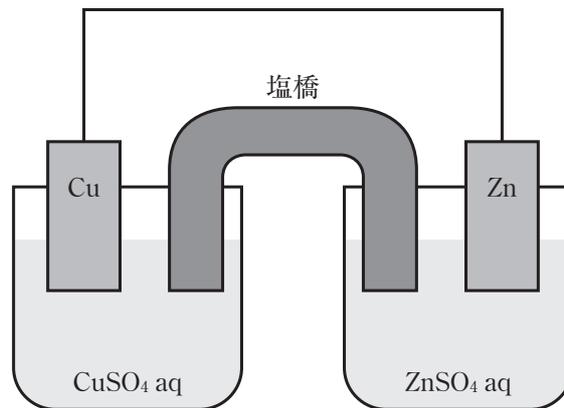


- (4) 断熱容器内で、25℃の固体の塩化カリウム 5.00 g を 25℃の水 100 g に溶かしてしばらく放置すると、容器内の水溶液の温度は何℃になるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液 1 g の温度を 1℃上昇させるためには 4.2 J の熱が必要であるとし、固体の塩化カリウムの溶解によって発生または吸収した熱量はすべて水溶液の温度変化に用いられたものとする。 ℃

- ① 21.1 ② 22.4 ③ 23.7
④ 26.3 ⑤ 27.6 ⑥ 28.9

問2 酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置を電池という。

例えば、次図に示すように、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に銅板を、硫酸亜鉛水溶液に亜鉛板を差し込んで両水溶液を塩橋で接続し、電池を作製する。なお、塩橋とは、電解質水溶液を寒天とともに管に詰めて固めたものである。この電池を放電すると、 極である銅板では 反応が、 極である亜鉛板では 反応が進行し、電流は に向かって、電子は に向かって導線を通る。また、この電池からより長時間電流を取り出すには、電解液である硫酸銅(Ⅱ)水溶液のモル濃度を ，硫酸亜鉛水溶液のモル濃度を するとよい。下の(1)～(4)に答えよ。



(1) 空欄 ～ に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	陰	酸化	陽	還元
②	陰	還元	陽	酸化
③	陽	酸化	陰	還元
④	陽	還元	陰	酸化
⑤	正	酸化	負	還元
⑥	正	還元	負	酸化
⑦	負	酸化	正	還元
⑧	負	還元	正	酸化

(2) 空欄 E ~ H に適する語句の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①~⑧のうちから一つ選べ。

	E	F	G	H
①	銅板から亜鉛板	銅板から亜鉛板	濃く	薄く
②	銅板から亜鉛板	銅板から亜鉛板	薄く	濃く
③	銅板から亜鉛板	亜鉛板から銅板	濃く	薄く
④	銅板から亜鉛板	亜鉛板から銅板	薄く	濃く
⑤	亜鉛板から銅板	銅板から亜鉛板	濃く	薄く
⑥	亜鉛板から銅板	銅板から亜鉛板	薄く	濃く
⑦	亜鉛板から銅板	亜鉛板から銅板	濃く	薄く
⑧	亜鉛板から銅板	亜鉛板から銅板	薄く	濃く

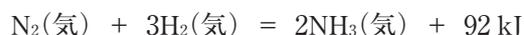
(3) 硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板のかわりに、ある金属 X の硫酸塩水溶液と金属板を用いて同様の電池を作製すると、起電力を大きくすることができた。用いた金属 X として最も適当なものはどれか。次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、電解液のモル濃度は同じであるとする。

- ① アルミニウム ② ニッケル ③ 鉄 ④ スズ

(4) 次の電池のうち、最も起電力が大きいものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 酸化銀電池 ② ニッケル-水素電池
③ アルカリマンガン乾電池 ④ ニッケル-カドミウム電池
⑤ リチウムイオン電池

問3 工業的に窒素と水素からアンモニアを合成する方法はハーバー・ボッシュ法とよばれ、この可逆反応を熱化学方程式で表すと次のようになる。



ある温度 T [K] において、容積 5.0 L の容器に窒素 1.0 mol と水素 3.0 mol を封入して十分な時間をおいたところ平衡状態に達し、容器内にはアンモニアが 1.0 mol 生成していた。

によると、この平衡状態に対して水素を加えると平衡は ，アルゴンを加えると平衡は 。次の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 空欄 ~ に適する語句の組合せとして最も適当なものはどれか。
次の①~⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	ファラデーの法則	右に移動し	左に移動する
②	ファラデーの法則	右に移動し	移動しない
③	ファラデーの法則	左に移動し	左に移動する
④	ファラデーの法則	左に移動し	移動しない
⑤	ルシャトリエの原理	右に移動し	左に移動する
⑥	ルシャトリエの原理	右に移動し	移動しない
⑦	ルシャトリエの原理	左に移動し	左に移動する
⑧	ルシャトリエの原理	左に移動し	移動しない

- (2) T [K] におけるこの反応の濃度平衡定数は何 $(\text{mol/L})^{-2}$ か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $(\text{mol/L})^{-2}$

- ① 0.59 ② 3.0 ③ 15
④ 27 ⑤ 45 ⑥ 74

- (3) この反応において、 T [K] のまま容積 2.5 L の容器を用いた場合、あるいは T [K] から温度を上げた場合、濃度平衡定数の値は (2) で求めた値と比べてどのようなようになるか。最も適当な組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

	容積 2.5 L の容器を用いた場合	温度を上げた場合
①	大きくなる	大きくなる
②	大きくなる	小さくなる
③	変わらない	大きくなる
④	変わらない	小さくなる
⑤	小さくなる	大きくなる
⑥	小さくなる	小さくなる

【Ⅳ】 次の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 炭化水素の水素原子を で置換した有機化合物をアルコールという。アルコールには一価アルコール，二価アルコールなどの分類や，第一級アルコール，第二級アルコール，第三級アルコールという分類がある。また，アルコールを構成する炭素原子の数が多いものを アルコールという。次の（1）～（5）に答えよ。

（1）空欄 ， に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	ヒドロキシ基	飽和
②	ヒドロキシ基	高級
③	カルボニル基	飽和
④	カルボニル基	高級

（2）次のアルコールのうち，二価アルコールに分類されるものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① エタノール ② 2-プロパノール ③ フェノール
④ 2,2-ジメチル-1-プロパノール
⑤ 1,2-エタンジオール（エチレングリコール）

（3）分子式 $C_5H_{12}O$ で表されるアルコールのうち，第二級アルコールに分類されるものと第三級アルコールに分類されるものはそれぞれ何種類あるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし，立体異性体については考慮しないものとする。
第二級アルコール 種類 第三級アルコール 種類

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

(4) アルコールの性質に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 分子量がほぼ等しい炭化水素に比べて沸点が高い。
- ② 分子間に水素結合が形成される。
- ③ アルコールはすべて液体である。
- ④ 炭素数が少ないアルコールは水よりも密度が小さい。
- ⑤ 炭素数が多いアルコールは水に溶けにくい。

(5) アルコールの反応に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① メタノールは、工業的には触媒を用いて一酸化炭素と水素から合成される。
- ② メタノールの蒸気を空気中で熱した銅線に触れさせると、ホルムアルデヒドが得られる。
- ③ エタノールはエテン（エチレン）に触媒を用いて水を付加すると得られる。
- ④ 2-プロパノールに金属ナトリウムを加えると、水素が発生する。
- ⑤ 2-ブタノールを酸化すると、アセトンが得られる。

問2 多数の単糖類が縮合重合した重合体を多糖類という。多糖類にはデンプン、グリコーゲン、セルロースなどがある。デンプンは数百～数万個の α -グルコース分子が重合した構造をしており、グルコース単位が重合した鎖状部分が 構造をとり、主に に水素結合がはたらく。デンプンには直鎖状の構造をもつアミロースと枝分かれの多い構造をもつアミロペクチンがある。グリコーゲンはアミロペクチンの構造と似ているが、枝分かれがさらに多い。セルロースは β -グルコース分子が重合した構造をしており、グルコース単位が重合した鎖状部分が 構造をとり、 に水素結合がはたらく。次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 空欄 ～ に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	らせん	分子間	直線	分子内
②	らせん	分子間	直線	分子間
③	らせん	分子内	直線	分子内
④	らせん	分子内	直線	分子間
⑤	直線	分子間	らせん	分子内
⑥	直線	分子間	らせん	分子間
⑦	直線	分子内	らせん	分子内
⑧	直線	分子内	らせん	分子間

(2) 次の糖類のうち、デンプンを希酸や酵素で加水分解したときに得られる比較的分子量の小さい高分子化合物の混合物はどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① グルコース ② フルクトース ③ ガラクトース
 ④ マルトース ⑤ デキストリン ⑥ トレハロース

- (3) 多糖類とその多糖類が示す反応として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	多糖類	多糖類が示す反応
①	アミロース	フェーリング液を還元し、赤色沈殿が生成する
②	アミロペクチン	銀鏡反応を示し、銀鏡が生成する
③	グリコーゲン	ヨウ素デンプン反応によって、赤褐色を示す
④	セルロース	ニンヒドリン反応によって、青紫色を示す

- (4) セルロース 810 g に濃硝酸と濃硫酸を完全に反応させたところ、トリニトロセルロースが得られた。得られたトリニトロセルロースの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

- ① 9.0×10^2 ② 1.0×10^3 ③ 1.2×10^3
 ④ 1.3×10^3 ⑤ 1.4×10^3 ⑥ 1.5×10^3

「化学」の試験問題は、ここまでです。

生物

問題は52ページまで、【I】～【IV】まであります。

【I】 遺伝子の発現調節に関する次の文章を読み、下の問い（問1～問5）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

大腸菌のゲノム DNA は 460 万塩基対であり、そのなかに約 4400 個の遺伝子が含まれている。この遺伝子のなかには常に発現しているものと、状況により発現するものがあり、後者の発現調節は転写段階で行われる場合が多い。その調節のしくみは、 が最初に解明して 説として提唱した。

ラクトースを含まない培地では、オペレーター O_B に調節タンパク質が結合し、 がプロモーター P_B に結合できなくなり転写が抑制される。一方、炭素源としてラクトースのみが含まれる培地で培養すると、ラクトースの代謝産物が調節タンパク質と結合する。すると、調節タンパク質はオペレーター O_B と結合する能力を失い、 が P_B に結合できるようになりラクトース分解酵素の遺伝子 B が転写される。調節タンパク質の遺伝子 A とそのプロモーター P_A は遺伝子 B からは離れた位置にあり、常に転写されている（図1）。



図1

ラクトースを含まない培地で生育している大腸菌に炭素源としてラクトースのみを与えた場合の遺伝子 A、遺伝子 B の転写速度を調べたところ、図2のような結果が得られた。

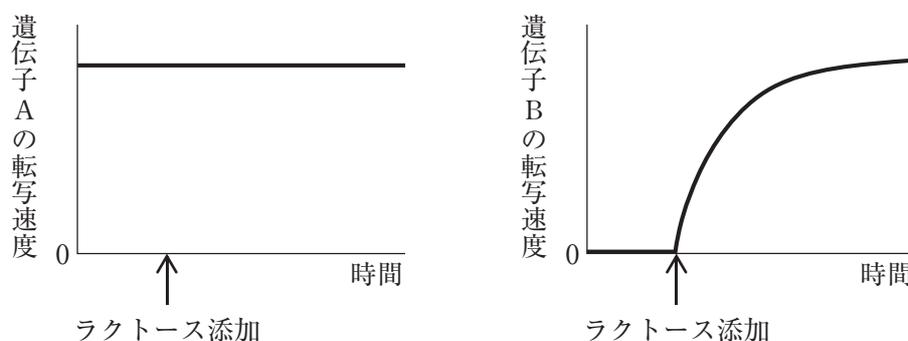


図2

大腸菌ではこれと似たしくみで発現調節されるトリプトファン合成酵素の遺伝子 D も存在する。アミノ酸の一種であるトリプトファンが培地に多量にある場合には、トリプトファンが調節タンパク質と結合することによりオペレーター O_D に結合できるようになる。すると、 はプロモーター P_D に結合できなくなるので、遺伝子 D は転写されない。しかし、培地にトリプトファンが無い場合、調節タンパク質はオペレーター O_D に結合できず、遺伝子 D は転写される。調節タンパク質の遺伝子 C とそのプロモーター P_C は遺伝子 D から離れた位置にあり、常に転写されている (図 3)。



図 3

トリプトファンを含まない培地で生育している大腸菌にトリプトファンを与えた場合の遺伝子 C、遺伝子 D の転写速度を調べたところ、図 4 のような結果が得られた。

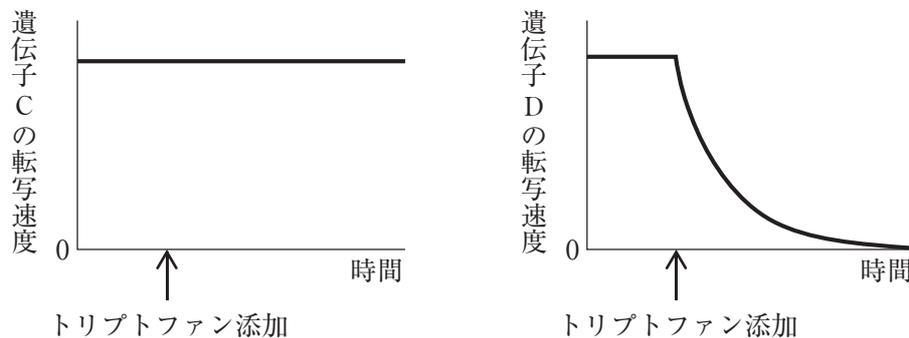


図 4

問 1 下線部 (a) について、このような遺伝子の名称として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|---------------|--------------|
| ① 母性効果遺伝子 | ② ホメオティック遺伝子 |
| ③ マーカー遺伝子 | ④ 構造遺伝子 |
| ⑤ ハウスキーピング遺伝子 | ⑥ 複対立遺伝子 |

問2 文章中の空欄 ～ に入る人物名や語句として最も適当なものはどれか。

次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| ① DNA ポリメラーゼ | ② 一遺伝子一酵素 | ③ ワトソンとクリック |
| ④ メセルソンとスタール | ⑤ RNA ポリメラーゼ | ⑥ オペロン |
| ⑦ DNA ヘリカーゼ | ⑧ ジャコブとモノー | ⑨ セントラルドグマ |

問3 大腸菌のタンパク質の平均的な分子量が 36000 であるとした場合、ゲノムのなかで遺伝子の占める割合 (%) はどれくらいになるか。その数値として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、タンパク質中のアミノ酸の平均的な分子量は 120 であるとする。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 29 % | ② 52 % | ③ 68 % |
| ④ 75 % | ⑤ 86 % | ⑥ 98 % |

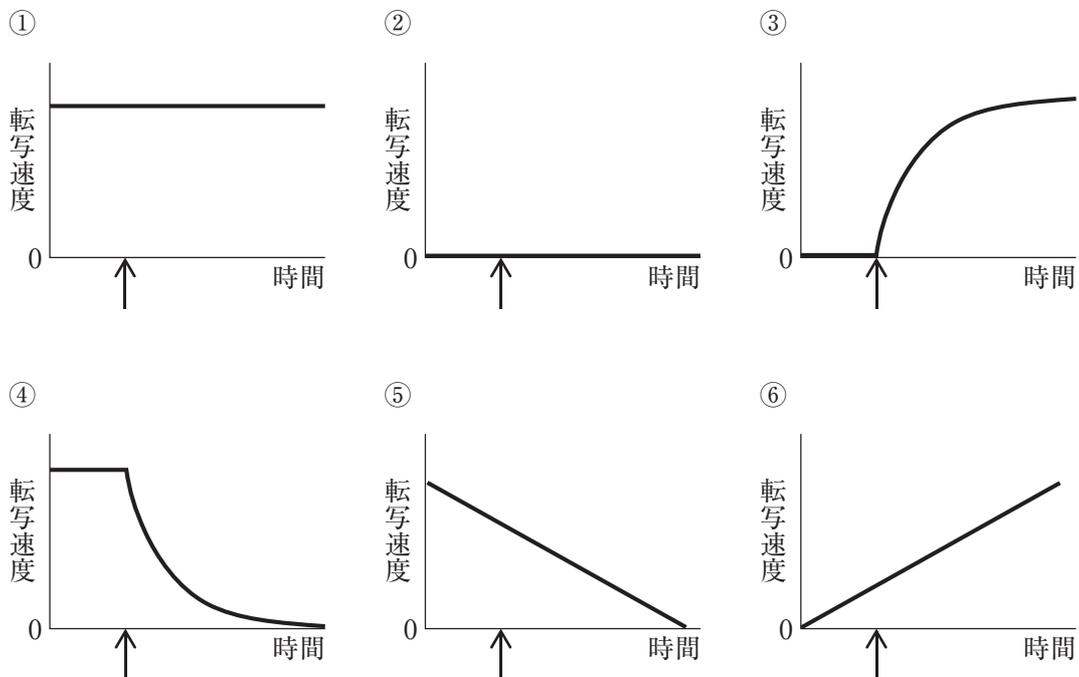
問4 下線部 (b) に関する記述として**適当ではない**ものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① グリセリンと脂肪酸は、アミノ酸の一種である。
- ② 2つのアミノ酸がペプチド結合でつながる際には、水が1分子除かれる。
- ③ 植物は、窒素同化で合成したアミノ酸からクロロフィルを合成している。
- ④ 真核生物、原核生物ともに、タンパク質を構成するアミノ酸は20種類である。
- ⑤ タンパク質の構造を維持する S-S 結合を形成する際に必要なアミノ酸は、システインである。

問5 遺伝子A~Dをもつ野生株の大腸菌に対し、以下の変異を導入した変異株i~変異株viを作成した。変異株i~変異株iiiを、ラクトースを含まない培地で生育し、途中(矢印の部分)でラクトースを加えた場合の遺伝子B転写速度の時間変化はどのような形になると考えられるか。同様に、変異株iv~変異株viを、トリプトファンを含まない培地で生育し、途中(矢印の部分)でトリプトファンを加えた場合の遺伝子D転写速度の時間変化はどのような形になると考えられるか。下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを選んでもよいものとする。

変異株i - 変異株ii - 変異株iii -
 変異株iv - 変異株v - 変異株vi -

変異株 i	P_A に変異が起き、遺伝子 A が転写されなくなった。
変異株 ii	遺伝子 A に変異が起き、調節タンパク質がラクトースに結合できなくなった。
変異株 iii	遺伝子 A に変異が起き、調節タンパク質が O_B に結合できなくなった。
変異株 iv	P_C に変異が起き、遺伝子 C が転写されなくなった。
変異株 v	遺伝子 C に変異が起き、調節タンパク質がトリプトファンに結合できなくなった。
変異株 vi	遺伝子 C に変異が起き、調節タンパク質が O_D に結合できなくなった。



【Ⅱ】 免疫に関する次の文章 (A, B) を読み, 下の問い (問1～問9) に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

A

外界から体内に侵入しようとする病原体は, 体の表面のさまざまなしくみによって侵入を阻止される。それらの障壁を超えて体内に侵入した病原体は, マクロファージや好中球の食作用によってすみやかに処理される。このような生体防御のしくみは先天的に備わっているもので,

免疫と呼ばれる。 免疫には, 傷口に白血球が集まり赤く腫れた状態になる なども含まれる。

免疫で排除できなかった病原体に対しては, 病原体を特異的に認識する 免疫がはたらく。 免疫は各種のリンパ球が中心となって行われ, そのしくみの違いによって細胞性免疫と体液性免疫に分けられる。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | | |
|-----------|------|------|-------|
| ① 適応 (獲得) | ② 自由 | ③ 興奮 | ④ 自然 |
| ⑤ 天然 | ⑥ 炎症 | ⑦ 順応 | ⑧ 鋭敏化 |

問2 下線部 (a) について, 病原体の侵入を防ぐしくみの説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 皮膚の表面は弱塩基性に保たれており, 細菌の繁殖が抑制されている。
- ② 皮膚の表面には活発に細胞分裂する角質層があり, ウイルス感染を防いでいる。
- ③ 気管の上皮細胞のべん毛運動によって, 気管に入り込んだ異物が排出される。
- ④ 涙に含まれる NK 細胞によって, 細菌の細胞壁が破壊される。
- ⑤ 胃液に含まれる塩酸によって, 胃内での細菌の繁殖が抑制されている。

問3 下線部 (b) について、マクロファージには (i) 細菌やウイルスがもつ糖や核酸を広く認識する受容体タンパク質や (ii) 食作用によって取り込んだ病原体の一部を細胞表面に提示するための膜タンパク質が存在する。これらのタンパク質の名称の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	(i)	(ii)
①	主要組織適合抗原	トル様受容体
②	主要組織適合抗原	T細胞受容体
③	トル様受容体	主要組織適合抗原
④	トル様受容体	T細胞受容体
⑤	T細胞受容体	トル様受容体
⑥	T細胞受容体	主要組織適合抗原

問4 下線部 (c) について、リンパ球にはT細胞やB細胞がある。これらのリンパ球が生じる場所と分化する場所の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

T細胞— B細胞—

	生じる場所	分化する場所
①	肝臓	肝臓
②	肝臓	胸腺
③	肝臓	甲状腺
④	骨髄	骨髄
⑤	骨髄	肝臓
⑥	骨髄	胸腺
⑦	甲状腺	骨髄
⑧	甲状腺	胸腺
⑨	甲状腺	甲状腺

問5 下線部 (d) について, 細胞性免疫による反応として最も適当なものはどれか。次の①～

⑤のうちから一つ選べ。

- ① 結核菌由来の抗原に対するツベルクリン反応
- ② 血液凝固で生じた血べいが分解される線溶 (フィブリン溶解)
- ③ 異なる型の血液を混ぜた際に起こる凝集反応
- ④ ヘビ毒に対する抗血清を用いた治療
- ⑤ 花粉をアレルゲンとしたアレルギー反応

B

体液性免疫では、抗原を認識したヘルパー T 細胞から分泌される によって活性化された B 細胞が 細胞に分化し、産生された抗体が血しょう中に放出される。最も代表的な抗体である IgG は Y 字型をしており、先端の抗原結合部位で特定の抗原と結合する。マウスにおける抗体産生を調べるために、次の実験を行った。

実験

マウスに抗原 A を接種し、時間経過に伴って血液中の抗原 A に対する抗体量の変化を調べたところ、図 1 が得られた。ただし、抗原 A はこれまでマウスの体内に侵入したことがないものとする。

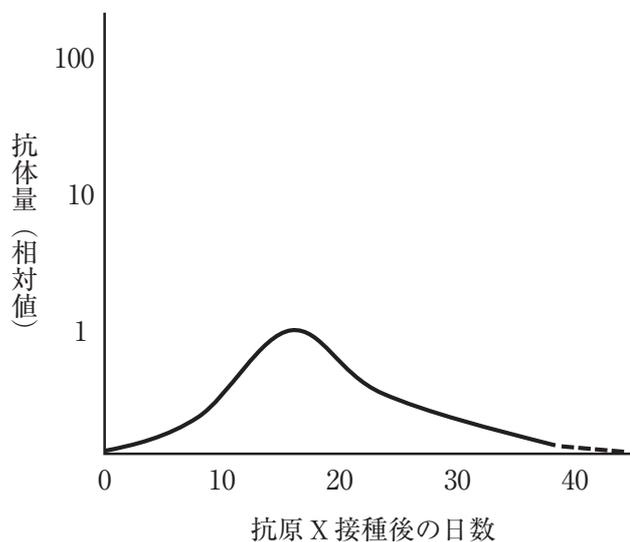


図 1

問 6 文章中の空欄 , に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- -

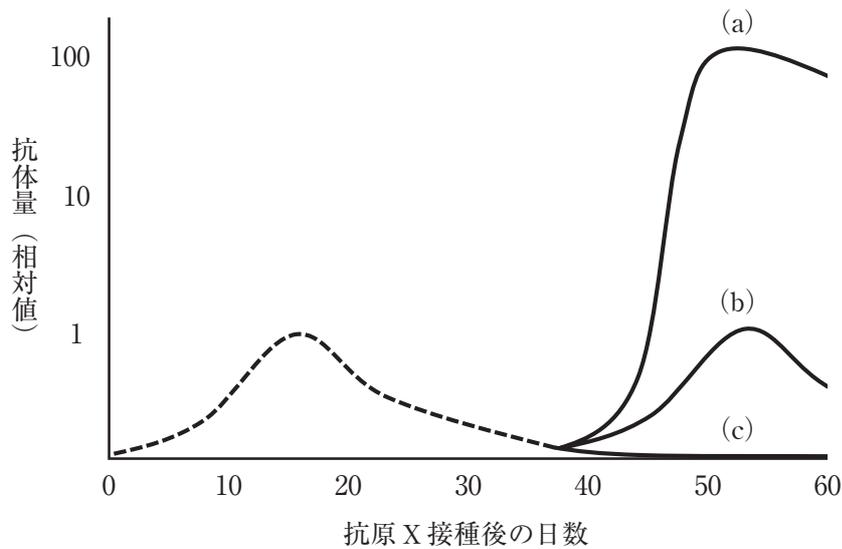
- | | | |
|---------|----------|---------|
| ① カドヘリン | ② 形質 | ③ ヒスタミン |
| ④ 肥満 | ⑤ サイトカイン | ⑥ 樹状 |

問7 下線部 (e) について, IgG の説明として最も適当なものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。 11

- ① L鎖とH鎖が3本ずつ, 計6本のポリペプチドでできている。
- ② 抗原結合部位において, S-S結合で抗原と結合する。
- ③ 1分子の抗体は, 2つの抗原結合部位をもつ。
- ④ 抗原と結合した複合体は消化管を通して体外に排出される。
- ⑤ 選択的スプライシングによってさまざまな抗原に対応する抗体が産生される。

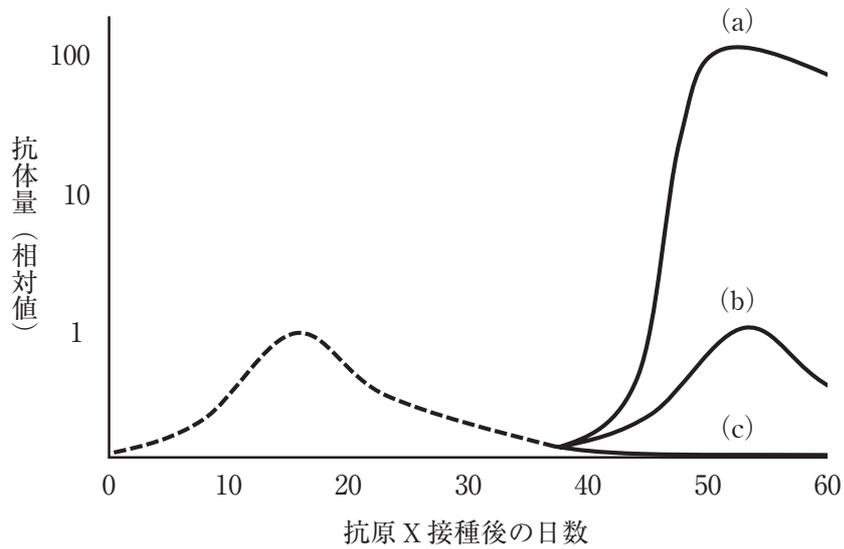
問8 実験について, 抗原Aを接種した40日後に (i) 抗原A, または (ii) 抗原Aとは異なる抗原Bのいずれかを接種した。ただし, 抗原Bはこれまでマウスの体内に侵入したことがないものとする。(i) と (ii) の場合の, 血液中の抗原Aに対する抗体量の変化を示すグラフの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選べ。

12



	(i)		(ii)
①	(a)		(b)
②	(a)		(c)
③	(b)		(a)
④	(b)		(c)
⑤	(c)		(a)
⑥	(c)		(b)

問9 実験について、抗原Aを接種した40日後に抗原Aと抗原Bの混合物を接種した。この場合の、血液中の抗原Aに対する抗体量と抗原Bに対する抗体量の変化を示すグラフの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。 13



	抗原 A に対する抗体量	抗原 B に対する抗体量
①	(a)	(b)
②	(a)	(c)
③	(b)	(a)
④	(b)	(c)
⑤	(c)	(a)
⑥	(c)	(b)

【Ⅲ】植物の環境応答に関する次の文章（A, B）を読み，下の問い（問1～問6）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

A

植物は，さまざまな植物ホルモンを用いて環境への応答を行っている。例えば，生育に不適な環境にある種子では，^(a)アブシシン酸が合成され休眠が維持されている。休眠中の種子に適切な温度や水，酸素の条件が与えられると種子は発芽を始め，胚では^(b)ジベレリンの合成が活発になる。ジベレリンは糊粉層^{こふん}に作用しアミラーゼの合成を促す。アミラーゼによって胚乳のデンプンから生じた糖を利用して胚は活発に呼吸し，発芽が促される。

植物ホルモンのなかには，自身に作用するだけでなく，周囲の他個体に影響を及ぼすものもある。果実を成熟させる作用がある は揮発性の物質であり，周囲の他個体の果実も成熟させる場合がある。 には の形成を促進して落葉を促進する作用もある。また，食害を受けた葉の細胞では が合成される。 はタンパク質分解酵素のはたらきを阻害する物質の合成を誘導することで食害を防ぐとともに，一部が揮発物質となって周囲の植物にも作用し，同様な防御機構を誘導することが知られている。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | |
|-----------|---------|-------------|
| ① クリプトクロム | ② クチクラ層 | ③ ジャスモン酸 |
| ④ 胚珠 | ⑤ エチレン | ⑥ ブラシノステロイド |
| ⑦ フィトクロム | ⑧ フロリゲン | ⑨ 離層 |

問2 下線部 (a) と下線部 (b) について，アブシシン酸とジベレリンの作用として最も適当なものはどれか。次の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

アブシシン酸 - ジベレリン -

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 気孔の開口を促進する。 | ② 気孔の閉鎖を促進する。 |
| ③ カルスから芽の分化を促進する。 | ④ カルスから根の分化を促進する。 |
| ⑤ 茎の伸長成長を促進する。 | ⑥ 茎の肥大成長を促進する。 |
| ⑦ 離層の形成を抑制する。 | |

問3 下線部 (b) について, マカラスムギの種子を用いて次の**実験1**を行った。次の (1), (2) に答えよ。

実験1

マカラスムギの種子を2等分し, (i) 胚を含む半種子と (ii) 胚を含まない半種子に分けた。また, (iii) 胚を含まない半種子から糊粉層を取り除いた半種子を作製した。(i) ~ (iii) の半種子をそれぞれ別の寒天培地の上に置いて室温で3日間培養した後, 半種子を取り除き, 寒天培地にヨウ素液を霧吹きで吹きかけてヨウ素デンプン反応が起こるかどうかなを確認した。

(1) (i) ~ (iii) の半種子が置いてあった位置でのヨウ素デンプン反応の有無として最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選べ。

	(i)	(ii)	(iii)
①	+	+	+
②	+	+	-
③	+	-	+
④	+	-	-
⑤	-	+	+
⑥	-	+	-
⑦	-	-	+
⑧	-	-	-

+ : ヨウ素デンプン反応あり

- : ヨウ素デンプン反応なし

(2) あらかじめジベレリンを添加した寒天培地を用いて同様な実験を行った場合の、(i)～(iii)の半種子が置いてあった位置でのヨウ素デンプン反応の有無として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。 7

	(i)	(ii)	(iii)
①	+	+	+
②	+	+	-
③	+	-	+
④	+	-	-
⑤	-	+	+
⑥	-	+	-
⑦	-	-	+
⑧	-	-	-

+ : ヨウ素デンプン反応あり

- : ヨウ素デンプン反応なし

B

オーキシンは代表的な植物ホルモンであり、植物の成長や環境応答に関わっている。オーキシンは、植物体の頂端（頂芽）で合成された後、基部方向に一方向的に運ばれる。これを 移動という。一方で、植物体の頂端付近に光が当たると、オーキシンは光が当たらない方へと輸送される。このオーキシンの輸送には、青色光を受容する という受容体に関わっている。

オーキシンが茎の伸長に及ぼす影響を調べるために、次の**実験2**を行った。

実験2

図1のように、マカラスムギの幼葉鞘の先端5mmを第一葉が残るように切り取り、さまざまな濃度のオーキシンを含んだ寒天片を幼葉鞘の切り口の片側に乗せた。一定時間後、幼葉鞘が屈曲した角度を測定したところ、図2の結果が得られた。

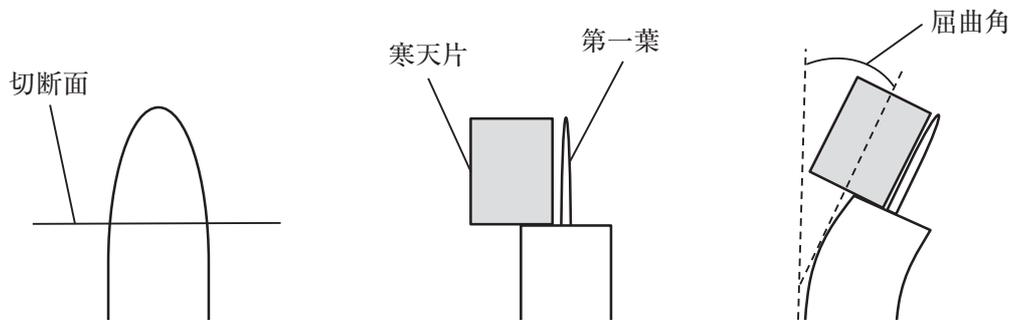


図1

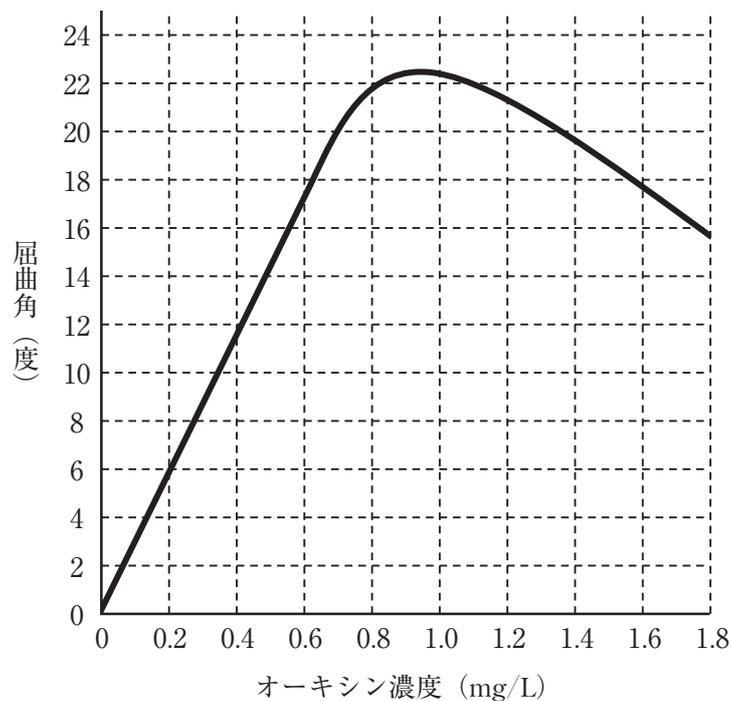


図2

問4 文章中の空欄 , に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- -

- ① 局在 ② クリプトクロム ③ 極性
 ④ フォトリポピン ⑤ 垂直 ⑥ フィトクロム

問5 実験2について、図2から読み取れる内容として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 屈曲角はオーキシン濃度に比例する。
 ② 屈曲角はオーキシン濃度に反比例する。
 ③ オーキシンには幼葉鞘の伸長を促進する最適濃度がある。
 ④ オーキシンには幼葉鞘の伸長を抑制する最適濃度がある。
 ⑤ 0.8 mg/L 以下のオーキシン濃度では、幼葉鞘の伸長が抑制される。
 ⑥ 1.0 mg/L 以上のオーキシン濃度では、幼葉鞘の伸長が抑制される。

問6 マカラスムギの茎頂と根からオーキシンを含む溶液を抽出し、溶液Aと溶液Bとした。溶液Aと溶液Bをそのまま含ませた寒天片、およびそれぞれを2倍に希釈してから含ませた寒天片を用意し、実験2と同様にして屈曲角を調べたところ、表1が得られた。溶液Aと溶液Bのオーキシン濃度として最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

溶液A - 溶液B -

表1

	溶液A	溶液B
そのまま	18度	18度
2倍に希釈	22度	9度

- ① 0.2 mg/L ② 0.4 mg/L ③ 0.6 mg/L ④ 0.8 mg/L
 ⑤ 1.0 mg/L ⑥ 1.2 mg/L ⑦ 1.4 mg/L ⑧ 1.6 mg/L

【IV】 生態系のバランスと保全に関する次の文章（A～C）を読み、下の問い（問1～問8）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A

生態系は、ある地域に生育する生物群集とそれを取りまく非生物的環境をあわせたものである。生態系は、火山の噴火や台風、洪水などの を受けても、もとの状態に戻ろうとする をもち、これによって生態系のバランスが保たれている。しかし、これを超える強い が起こると、もとの状態に戻らないこともある。

生態系を構成する生物種の間には食べる（捕食）－食べられる（被食）という関係があり、このような捕食と被食による生物どうしのつながりを食物連鎖^(a)という。実際の生態系では、食物連鎖は複雑に絡み合って食物網を形成している。食物網の上位にあつて、他の生物の生息に大きな影響を与える生物種を という。 の個体数が急激に減少すると、生態系のバランスが大きく崩れることがある。

北大西洋にはジャイアントケルプという巨大なコンブの一種が繁茂する海中林が存在するが、^(b)ジャイアントケルプはウニに捕食され、ウニはラッコに捕食され、ラッコはシャチに捕食されている。この海域で、ラッコが人間によって乱獲された結果、ウニが大繁殖して、ジャイアントケルプが食べつくされてしまった。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | |
|------------|-----------|--------|
| ① 攪乱（かくらん） | ② キーストーン種 | ③ 生産力 |
| ④ 遷移 | ⑤ 相変異 | ⑥ 多分化能 |
| ⑦ パイオニア種 | ⑧ 復元力 | ⑨ 優占種 |

問2 下線部 (a) について、環境中に放出された化学物質が食物連鎖の過程で濃縮され、高次消費者の体内において高い濃度で蓄積されることがある。この現象を生物濃縮という。

(1) 生物濃縮を起こす化学物質についての説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 人工的に合成された分解されやすい物質である。
- ② 脂溶性の物質で、脂肪組織などに蓄積するものが多い。
- ③ 生物の体外に速やかに排出されて、非生物的環境を循環する。
- ④ 生物の体内で新たなタンパク質の合成に用いられる。
- ⑤ 吸収されにくい物質ほど、生物濃縮が起きやすくなる。

(2) 下線部 (b) について、ウニの生物量が 100 g 増加するのにジャイアントケルプが 200 g 必要であり、ラッコの体重が 1 kg 増加するのにウニが 20 kg 必要であり、ラッコ 100 kg を捕食することでシャチの体重が 10 kg 増加するとすれば、ジャイアントケルプに 5 ppm 含まれるある化学物質 X は、最も蓄積された場合でシャチの体内には何 ppm 含まれていると考えられるか。最も適当なものを次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、それぞれの動物は設問文に示された動物以外を捕食することはなく、その際に体内に入った化学物質 X は、すべて生物濃縮されるものとする。

- ① 0.0125 ppm ② 0.025 ppm ③ 0.125 ppm ④ 0.25 ppm
- ⑤ 100 ppm ⑥ 200 ppm ⑦ 1000 ppm ⑧ 2000 ppm

B

生態系は人間の活動によって大きな影響を受けている。日本の^(c)里山は伝統的農業によって特徴的な生態系が維持されてきた例であるが、近年管理が行き届かないことによる荒廃が進んでいる。開発などによる土地の改変は、多くの生物種の生息地の減少や分断の原因となり、生物種の^(d)絶滅を加速させる。人間によって持ち込まれた^(e)外来生物も、在来生物の生存を脅かしている。

生態系を保全するためには、^(f)生物多様性を維持する必要があるが、生物多様性には、遺伝的多様性、種多様性、生態系多様性の3つの単位がある。

問3 下線部(c)について、里山の説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 里山の林には多様な動物種が生息しているため、その捕食に耐えられる少数の植物種のみが生育する。
- ② 里山の林には限られた動物種のみが生息できるため、多様な植物種が生育している。
- ③ 里山の林は、定期的な伐採によってシイ類やカシ類などの常緑広葉樹が優占する状態に維持されてきた。
- ④ 里山の林を構成する樹木は、陽樹的な性質をもち、一般的な遷移では遷移の途中で優占するものが多い。
- ⑤ 里山の水田やため池は定期的に水位が変化するため、これに適応した少数の生物種のみが繁殖できる。

問4 下線部(d)について、生息地の減少や分断によって生物種の絶滅が加速するしくみの説明として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① アリー効果が上昇するため、出生率や生存率が低下する。
- ② 多くの個体が災害などによって偶然に死亡する確率が上がる。
- ③ 近親交配によって生存に不利な劣性(潜性)遺伝子がホモ接合になりやすい。
- ④ 環境の変化や新たな病原体に抵抗できる個体が出現しにくくなる。
- ⑤ 性比の偏りが生じやすくなり、出生率が低下する。

問5 下線部 (e) について、生態系だけでなく人体や農林水産業などに大きな影響を及ぼす外来生物は、特定外来生物に指定されている。特定外来生物の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|------------------|------------------|
| ① アレチウリ， ヤンバルクイナ | ② オオクチバス， カミツキガメ |
| ③ タイワンザル， ライチョウ | ④ フイリマンゲース， メダカ |
| ⑤ ブルーギル， ヤブガラシ | ⑥ ボタンウキクサ， アホウドリ |

問6 下線部 (f) について、生物多様性の説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 同じ生物種内の遺伝的多様性は、小さい集団で高くなりやすい。
- ② 同じ環境の島で比較すると、一般に面積の広い島ほど種多様性が低い。
- ③ 大陸から遠い島は、大陸に近い同じ面積の島よりも種の多様性が高い。
- ④ 一般に生産者の種多様性は、一次消費者の種多様性に依存する。
- ⑤ 同じ生物種でも成長段階によって異なる生態系を必要とする場合がある。

C

人間の活動によって排出された窒素やリンは、海洋や河川、湖沼に流入して富栄養化を引き起こす。図1は、河川に有機物を大量に含む汚水が流入したときの、生物の個体数の変化、および水に溶けている物質の濃度の変化を示したものである。▼は汚水が流入した地点を表している。

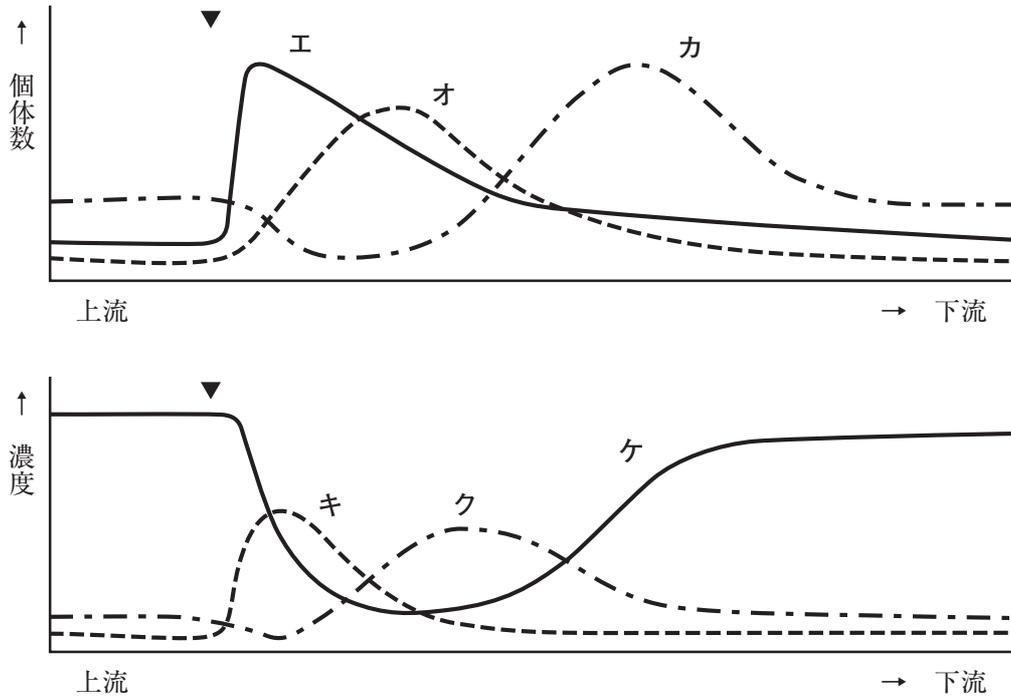


図1

問7 下線部 (g) について、海水面が広く赤褐色になる赤潮が海洋の富栄養化の例として知られている。赤潮の説明として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

10

- ① 赤潮は、赤褐色の色素を含む動物プランクトンの異常繁殖によって起こる。
- ② 海水中の溶存酸素濃度が低下し、酸素要求量の多い生物が死滅する。
- ③ プランクトンが魚介類のえらに付着して窒息させることがある。
- ④ プランクトンが出す毒素によって魚介類が死滅することがある。
- ⑤ 特定の生物の増加や減少が引き起こされ、生態系のバランスが崩れる。

問8 図1について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 図1のエ～カにあてはまる生物の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	エ	オ	カ
①	イトミミズ	細菌	藻類
②	イトミミズ	藻類	細菌
③	細菌	イトミミズ	藻類
④	細菌	藻類	イトミミズ
⑤	藻類	イトミミズ	細菌
⑥	藻類	細菌	イトミミズ

- (2) 図1のキ～ケにあてはまる物質の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	キ	ク	ケ
①	NH_4^+	NO_3^-	O_2
②	NH_4^+	O_2	NO_3^-
③	NO_3^-	NH_4^+	O_2
④	NO_3^-	O_2	NH_4^+
⑤	O_2	NH_4^+	NO_3^-
⑥	O_2	NO_3^-	NH_4^+

「生物」の試験問題は、ここまでです。

解答上の注意

1. 解答番号 , , , …には, 特に指示がない限り, 選択肢の数字 (①~⑩) がそれぞれ一つだけ入ります。

例1 , , に, それぞれ⑤, ⑧, ③と答えたいとき

1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
2	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

2. 一つの解答欄に適切な解答番号を複数個選ぶ場合とすべて選ぶ場合, 1行に該当番号をマークすること。

例2 適切な解答を二つ選ぶ問題において, その解答番号 に適切な選択肢④, ⑤と答えたいとき

4	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

例3 適切な解答を選択肢のなかからすべて選ぶ問題において, その解答番号 に②, ③, ④と答えたいとき

12	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---