

理 科

(8 0 分)

【物理・化学・生物】

- ※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。
- ※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ~ 21
化学	23 ~ 37
生物	39 ~ 56

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, ...がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受験番号			*					*						
名前														

物理

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」,「化学」,「生物」がありますので,この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち, 1科目を解答用紙の表面に解答し, もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は, 右のように, 解答用紙にある「解答科目」の「物理」を○で囲み, その下のマーク欄をマークしてください。

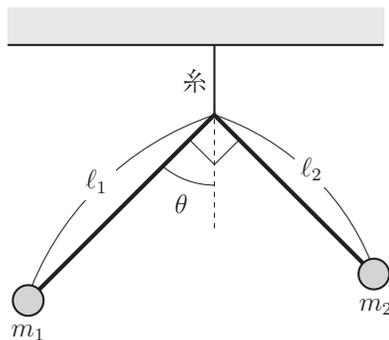
科目が正しくマークされていないと, 採点されません。

< 解答用紙記入例 >

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
●	○	○

I 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 次の図のように、質量の無視できる2本の一様な細い棒が直角に接続されている。それぞれの棒の長さは l_1 , l_2 である。長さ l_1 の棒の先端には質量 m_1 の小球が、長さ l_2 の棒の先端には質量 m_2 の小球がついている。接続点に糸をつけてつるしたところ、2本の棒は静止した。このとき、長さ l_1 の棒が鉛直下方となす角度は θ であった。

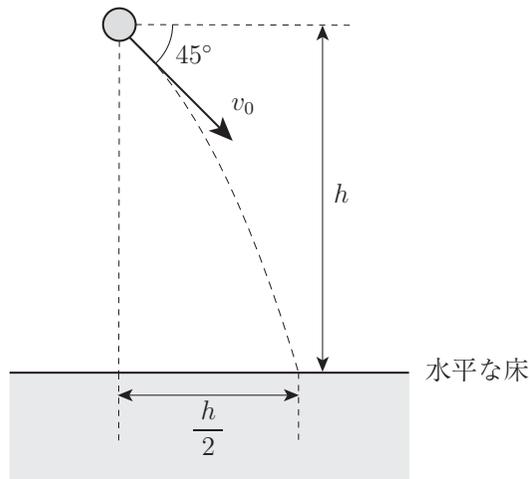


問1 $\tan \theta$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

1

- ① $\frac{m_1 l_1}{m_2 l_2}$ ② $\frac{m_2 l_2}{m_1 l_1}$ ③ $\frac{m_2 l_1}{m_1 l_2}$ ④ $\frac{m_1 l_2}{m_2 l_1}$

- B** 次の図のように、水平な床からの高さ h の位置から、水平方向とのなす角が下向き 45° の方向に初速 v_0 で小球を投げたところ、投げた位置からの水平距離が $\frac{h}{2}$ の位置で水平な床に落ちた。



- 問2 v_0 はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ ② $\frac{\sqrt{2gh}}{2}$ ③ \sqrt{gh} ④ $\sqrt{2gh}$ ⑤ $2\sqrt{gh}$

C 図1のように、水平とのなす角が θ の摩擦がある斜面上に小物体を静かに置いたところ、小物体は一定の加速度で下向きにすべり始めた。このときの小物体の加速度の大きさを a とする。次に、図2のように、同じ斜面上で同じ小物体に上向きに初速を与えたところ、小物体は一定の加速度で上向きにすべり始めた。このときの小物体の加速度の大きさを a' とする。

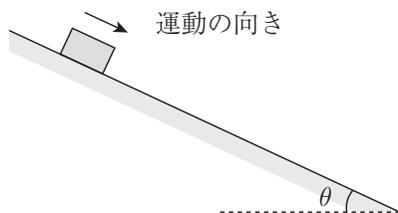


図1

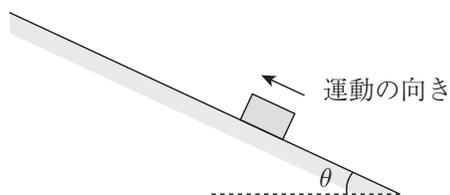


図2

問3 a' はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

① $2g \sin \theta + a$

② $2g \cos \theta + a$

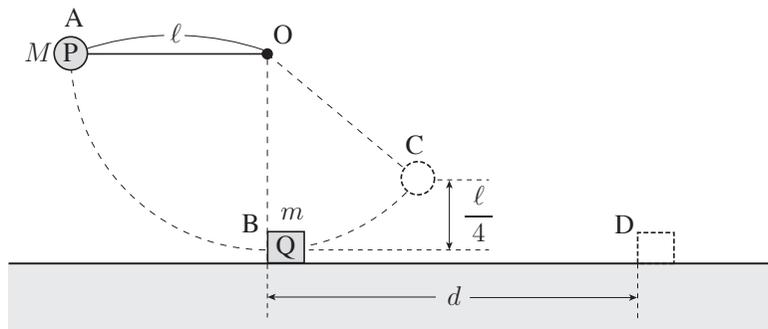
③ $2g \tan \theta + a$

④ $2g \sin \theta - a$

⑤ $2g \cos \theta - a$

⑥ $2g \tan \theta - a$

D 次の図のように、長さ ℓ の伸び縮みしない軽い糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 M の小物体 P をつける。糸を張った状態で P を O と同じ高さの位置 A まで持ち上げてから、 P を静かにはなした。 P は、摩擦のある水平な床面上、 O の真下の位置 B に静止している質量 m の小物体 Q に非弾性衝突した。衝突後、 P は床面から高さ $\frac{\ell}{4}$ の位置 C まで上がり、 Q は床面上を距離 d すべて位置 D で静止した。 Q と床面との間の動摩擦係数を μ' とする。



問4 d はどのように表されるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

4

- ① $\frac{M^2\ell}{4\mu'm^2}$ ② $\frac{M^2\ell}{2\mu'm^2}$ ③ $\frac{3M^2\ell}{2\mu'm^2}$ ④ $\frac{9M^2\ell}{4\mu'm^2}$

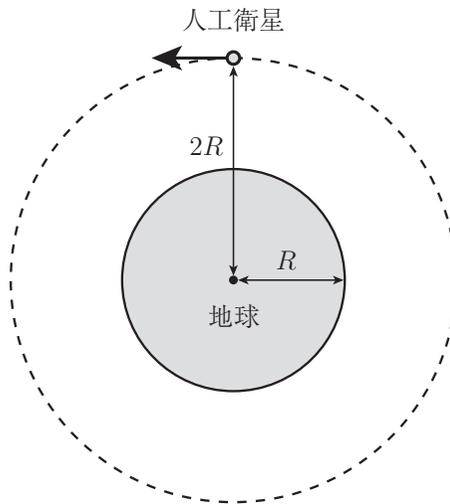
E 軽いつる巻きばねに、ある質量の小球をつるした鉛直ばね振り子がある。小球がつり合いの位置で静止しているとき、ばねは自然長から長さ d だけ伸びていた。この鉛直ばね振り子の単振動の周期は T であった。次に、同じ小球を長さ l の軽くて伸び縮みしない糸の一端につけ、他端を固定し、単振り子として鉛直面内で振幅の小さい振動をさせたところ、その周期は同じく T であった。

問5 $\frac{l}{d}$ はいくらか。正しいものを、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。

5

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ④ 1
- ⑤ $\sqrt{2}$ ⑥ 2 ⑦ 4

F 地球を半径 R の球とし、地表での重力加速度の大きさを g とする。次の図のように、地球を中心として半径 $2R$ の等速円運動をする人工衛星がある。



問6 この人工衛星の等速円運動の周期はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

① $\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

② $\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

③ $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

⑤ $4\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

⑥ $4\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

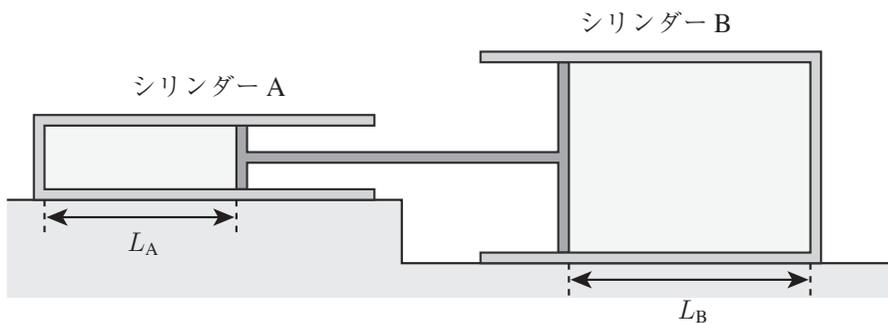
II 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3) に答えなさい。

A 断熱容器の中に温度 t_1 の液体が入っている。この中に温度 $t_2 (< t_1)$ の金属球を入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、液体と金属球が等しい温度になった。液体の熱容量を C_1 とし、金属球の熱容量を C_2 とする。熱は液体と金属球の間だけを移動するものとする。

問1 液体から金属球に移動した熱量はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 **7**

- | | | |
|----------------------------|--|---|
| ① $(C_1 + C_2)(t_1 - t_2)$ | ② $\frac{(C_1^2 + C_2^2)(t_1 - t_2)}{C_1 + C_2}$ | ③ $\frac{C_1 C_2 (t_1 - t_2)}{C_1 + C_2}$ |
| ④ $(C_1 - C_2)(t_1 - t_2)$ | ⑤ $\frac{(C_1^2 + C_2^2)(t_1 - t_2)}{C_1 - C_2}$ | ⑥ $\frac{C_1 C_2 (t_1 - t_2)}{C_1 - C_2}$ |

B 次の図のように、断面積が S_A の円筒状のシリンダー A と断面積が S_B の円筒状のシリンダー B に、なめらかに動くピストンを使って等しい物質量の理想気体をそれぞれ閉じ込めた。A と B を向かい合わせ、A と B の中心軸が水平になるように固定し、2つのピストン間を棒で接続したところ、A 内のピストンは A の底面から距離 L_A の位置で、B 内のピストンは B の底面から距離 L_B の位置でそれぞれ静止した。このとき、A 中の理想気体の絶対温度は T_A 、圧力は p_A であり、B 中の理想気体の絶対温度は T_B 、圧力は p_B であった。ただし、大気圧の影響は無視する。



問2 $\frac{T_B}{T_A}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

① $\frac{L_B}{L_A}$

② $\frac{S_B L_B}{S_A L_A}$

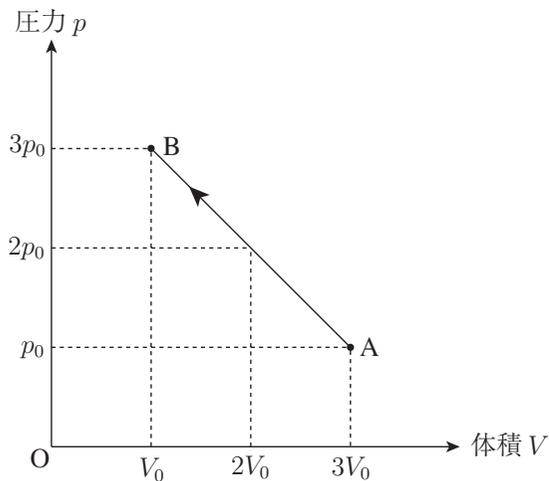
③ $\frac{p_B L_B}{p_A L_A}$

④ $\frac{L_A}{L_B}$

⑤ $\frac{S_A L_A}{S_B L_B}$

⑥ $\frac{p_A L_A}{p_B L_B}$

- C** 一定量の単原子分子理想気体をシリンダーの中に入れ、その状態を次の p - V 図のよ
うに、状態 **A** → 状態 **B** と変化させた。



- 問3** 状態 **A** → 状態 **B** の過程全体で気体が吸収した正味の熱量はどのように表されるか。
正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

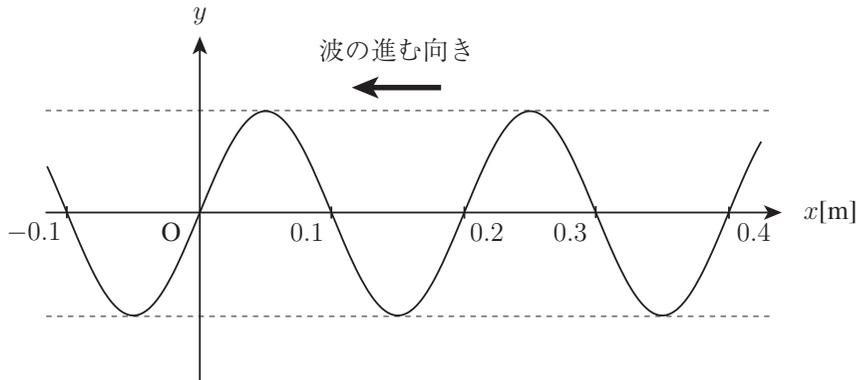
9

- ① $2p_0V_0$ ② $4p_0V_0$ ③ $6p_0V_0$
④ $-2p_0V_0$ ⑤ $-4p_0V_0$ ⑥ $-6p_0V_0$

III

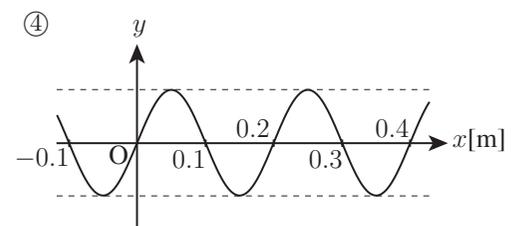
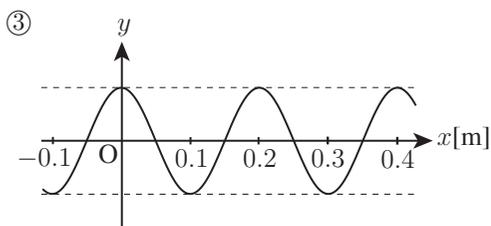
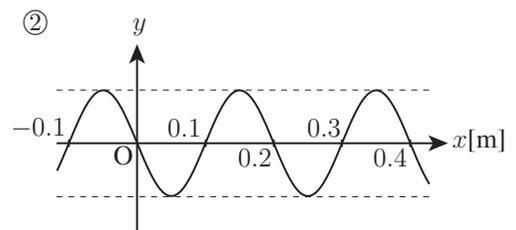
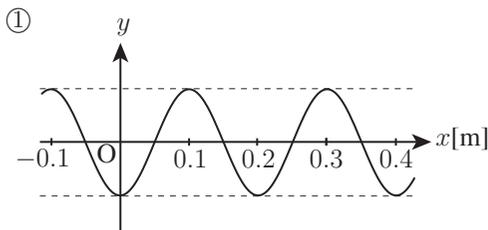
次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3) に答えなさい。

- A** x 軸上を負の向きに進む振動数 0.50 Hz の正弦波がある。次の図は、時刻 $t = 0 \text{ s}$ での媒質の変位 y と位置 x の関係を示したグラフである。

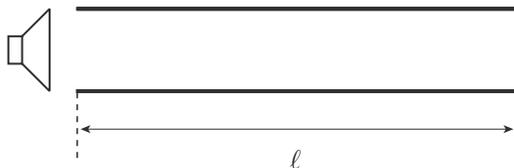


- 問1 時刻 $t = 3.5 \text{ s}$ での y と x の関係を示したグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10



B 次の図のように、長さ l の開管の開口付近にスピーカーを置き振動数 f の音を出したところ、2つの開口端を含めた腹の数が n の定在波が気柱に生じ、共鳴が起きた。音の速さを V とし、開口端補正は無視できるものとする。



問2 f はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

11

① $\frac{(n-1)V}{4l}$

② $\frac{nV}{4l}$

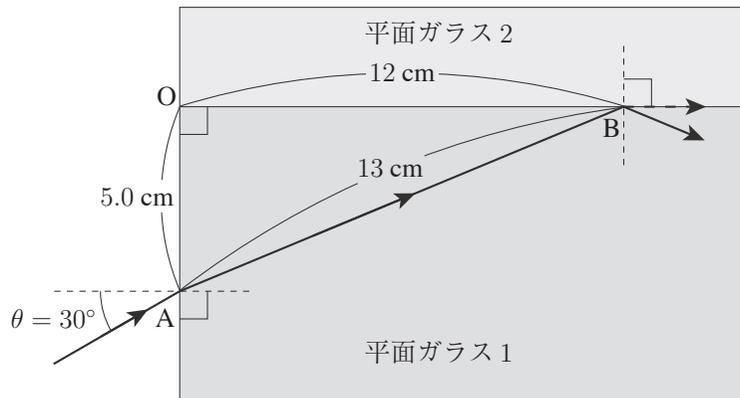
③ $\frac{(n+1)V}{4l}$

④ $\frac{(n-1)V}{2l}$

⑤ $\frac{nV}{2l}$

⑥ $\frac{(n+1)V}{2l}$

C 次の図のように、平面ガラス1の上の面に、絶対屈折率の異なる平面ガラス2を密着させた。平面ガラス1の左の面上の点Aから光を入射させ、その入射角 θ を徐々に小さくしていったところ、 $\theta = 30^\circ$ になったときに、平面ガラス1の中を進んだ光が境界面上の点Bに臨界角で入射した。 θ が 30° より小さくなると、光は境界面で全反射した。平面ガラス1の左の面は上の面に垂直で、左上の頂点をOとするとき、OAは5.0 cm、OBは12 cm、ABは13 cmであった。空気の絶対屈折率を1.0とする。



問3 平面ガラス2の絶対屈折率はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

① 1.1

② 1.2

③ 1.3

④ 1.4

⑤ 1.5

⑥ 1.6

IV 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。

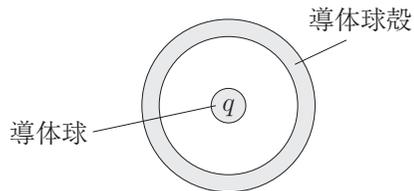
A 次の図のように, x 軸上の原点に電気量 q ($q > 0$) の点電荷を, x 軸上の $x = a$ ($a > 0$) の位置に電気量 $-4q$ の点電荷を固定する。



問1 無限遠を除いて, x 軸上で電場の大きさが0となる点はあるか。あるとしたら, どの範囲にいくつあるか。正しいものを, 次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 **13**

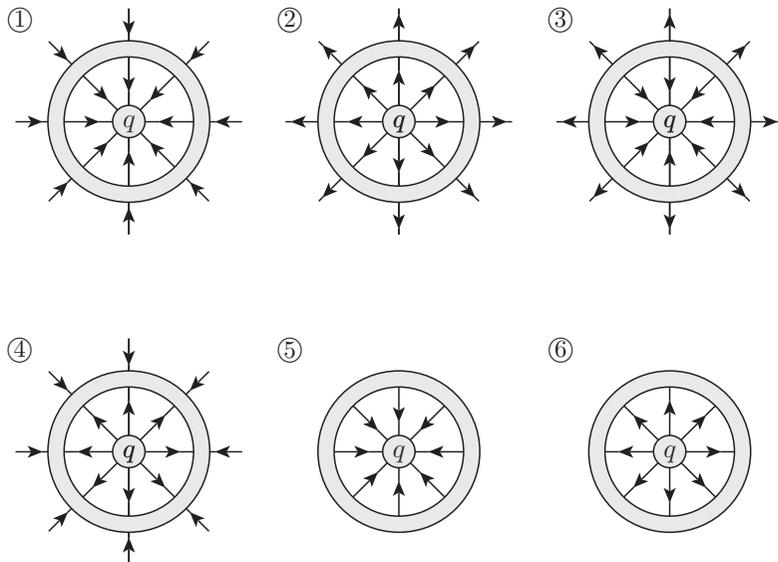
- ① $x < 0$ と $0 < x < a$ と $a < x$ に1つずつある
- ② $0 < x < a$ と $a < x$ に1つずつある ③ $x < 0$ と $0 < x < a$ に1つずつある
- ④ $x < 0$ と $a < x$ に1つずつある ⑤ $a < x$ に1つある
- ⑥ $0 < x < a$ に1つある ⑦ $x < 0$ に1つある
- ⑧ ない

B 帯電していない中空の導体球（導体球殻）の中空部分に、正の電荷 q をもった導体球が、中心が同じになるように配置されている。このとき、静電誘導により導体球殻の内側の表面に $-q$ の電荷が、外側の表面に q の電荷が現れた。次の図は、中心を含む断面を示したものである。

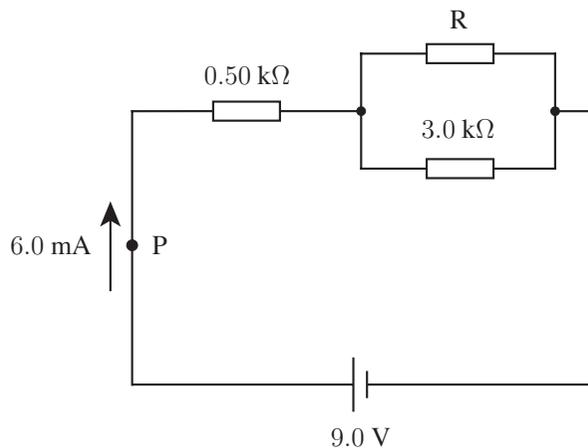


問2 中心を含む断面内での電気力線のようすを表す図として、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14



C 次の図のように、起電力 9.0 V の電池、抵抗値が $0.50\text{ k}\Omega$ と $3.0\text{ k}\Omega$ の2つの抵抗および抵抗値のわからない抵抗 R を接続した。このとき、点 P を流れる電流は 6.0 mA だった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



問3 R で消費される電力は何 mW か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15 mW

① 6.0

② 12

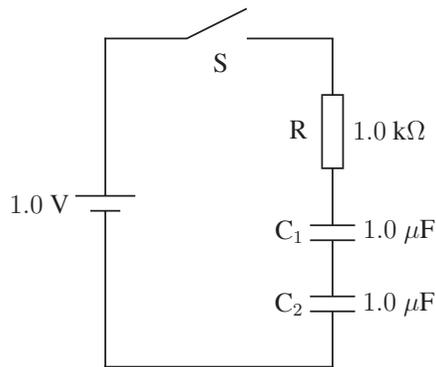
③ 18

④ 24

⑤ 30

⑥ 36

D 次の図のように、起電力 1.0 V の電池、スイッチ S 、抵抗値 $1.0\text{ k}\Omega$ の抵抗 R 、電気容量 $1.0\text{ }\mu\text{F}$ の2つのコンデンサー C_1 、 C_2 を接続した。最初、 S は開いていて、 C_1 、 C_2 に電荷は蓄えられていなかった。次に、 S を閉じて C_1 、 C_2 を充電した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



問4 S を閉じてから C_1 、 C_2 の充電が終了するまでに、 R で発生するジュール熱は何 μJ か。最も適当な値を、次の①~④の中から一つ選びなさい。

16 μJ

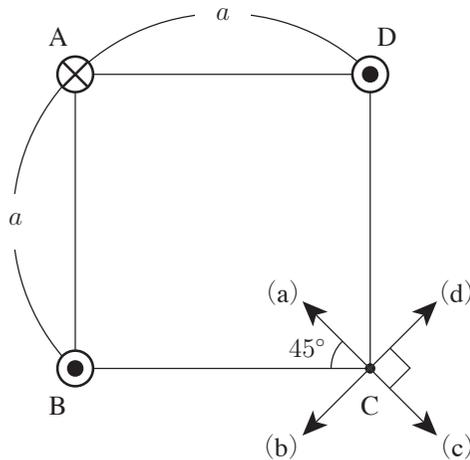
① 0.25

② 0.50

③ 1.0

④ 2.0

E 次の図のように、紙面に垂直なじゅうぶんに長い3本の平行な直線導線が、紙面内の正方形 ABCD (1 辺の長さ a) の頂点 A, B, D を通っている。A を通る導線には紙面の表から裏の向きに、B, D を通る2本の導線には紙面の裏から表の向きに、等しい大きさ I の電流がそれぞれ流れている。



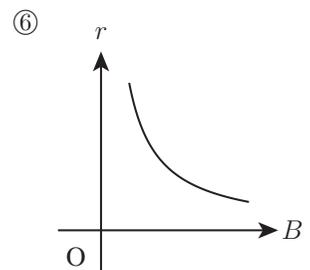
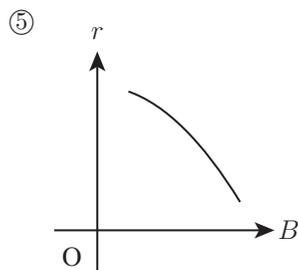
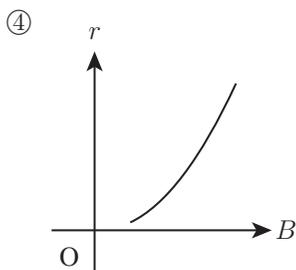
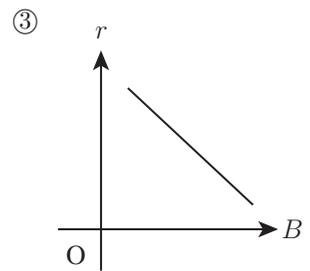
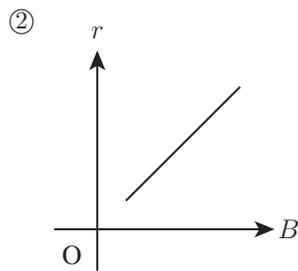
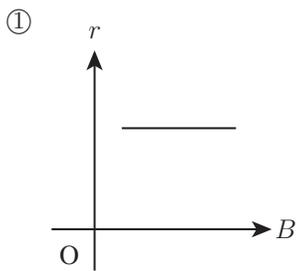
問5 3本の導線に流れる電流がCにつくる磁場の強さ H はどのように表されるか。また、その向きは図中に矢印で示した (a) ~ (d) のどれか。正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
H	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$
向き	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)	(c)	(d)

F 磁束密度の大きさ B の一様な磁場中に、荷電粒子（電気量 q 、質量 m ）を磁場に垂直に速さ v で入射させたところ、荷電粒子は磁場中で半径 r の等速円運動をした。 q 、 m 、 v を変えず、 B を変えて同じ実験を繰り返した。

問6 このとき、 r と B の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18



V 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

A クォーク模型では、陽子や中性子などの物質の構成粒子はさらに基本的な要素であるクォークと呼ばれる粒子から構成される。例えば、陽子は2つのアップクォーク **u** と1つのダウンクォーク **d** で構成され、中性子は1つの **u** と2つの **d** で構成される。それぞれのクォークは決まった量の電荷をもっており、陽子や中性子の電荷はそれぞれを構成するクォークの電荷の和に等しい。電気素量を e とする。

問 1 **d** のもつ電荷はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

19

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

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ~ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

化学

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」, 「化学」, 「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

<解答用紙記入例>

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
○	●	○

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

標準状態 (standard state) : $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ (1 atm)

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) : 22.4 L/mol

気体定数 (gas constant) : $R = 8.31 \times 10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

アボガドロ定数 (Avogadro constant) : $N_A = 6.02 \times 10^{23}\text{ /mol}$

ファラデー定数 (Faraday constant) : $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$

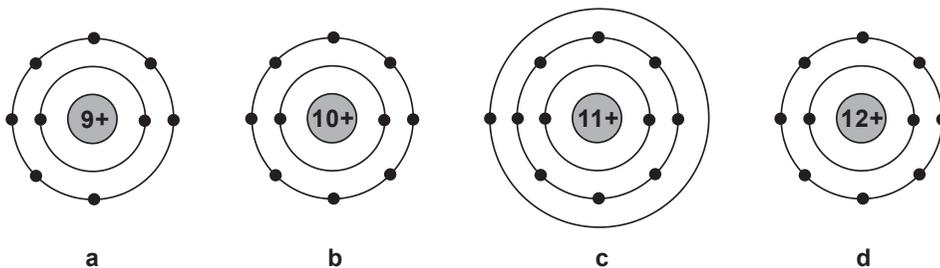
原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ca : 40

この試験における元素 (element) の族 (group) と周期 (period) の関係は下の周期表 (periodic table) の通りである。ただし、H 以外の元素記号は省略してある。

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	
2																		
3																		
4																		
5																		

理科-24

問1 原子 (atom) またはイオン (ion) **a**~**d** は、次の図に示すような電子配置 (electron configuration) をもつ。ただし、内側の円は原子核 (atomic nucleus) を、その中の数字は陽子 (proton) の数を表す。また、外側の同心円 (concentric circle) は電子殻 (electron shell) を、黒丸は電子 (electron) を示す。



a~**d** に関する次の記述①~⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

1

- ① **a** は原子番号 (atomic number) 9 の原子を表す。
- ② 原子 **a** は 1 価 (monovalent) の陰イオン (anion) になりやすい。
- ③ 原子 **b** は原子 **a** よりもイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) が小さい。
- ④ 原子 **c** は 1 価の陽イオン (cation) になりやすい。
- ⑤ **d** は 2 価 (divalent) の陽イオンを表す。

問2 次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

2

- ① 1個の最外殻電子 (outermost shell electron) を取り去るのに必要なエネルギー (energy) をイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) といい、同一周期の中では希ガス (貴ガス: noble gas) のイオン化エネルギーが最も小さい。
- ② イオン化エネルギーの大きい原子 (atom) ほど、陽イオン (cation) になりやすい。
- ③ 原子が電子 (electron) を1個取り込んで1価 (monovalent) の陰イオン (anion) になるのに必要なエネルギーを電子親和力 (electron affinity) という。
- ④ ハロゲン (halogen) の電子親和力は小さく、陰イオンになりやすい。
- ⑤ 1価の陰イオンから電子1個を取り去って原子にするのに必要なエネルギーは、電子親和力に等しい。

問3 次の分子①～⑤のうち、二重結合 (double bond) と非共有電子対 (unshared electron pair) の両方をもつものを一つ選びなさい。

3

- ① C₂H₄ ② CO₂ ③ N₂ ④ NH₃ ⑤ HCN

問4 金属 M の酸化物 (oxide) MO 45 g に硝酸 HNO_3 aq を加えて完全に反応させたところ、110 g の硝酸塩 (nitrate) $M(NO_3)_2$ が得られた。金属 M の原子量に最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① 27 ② 40 ③ 59 ④ 68 ⑤ 89 ⑥ 110

問5 炭酸カルシウム $CaCO_3$ と塩酸 HCl aq の反応で、二酸化炭素 CO_2 が発生する。この反応は次式で表される。ただし、 $a\sim e$ は係数 (coefficient) である。



2.0 mol/L の塩酸 25 mL に炭酸カルシウムを 2.0 g 加えたとき、発生する二酸化炭素の質量 (mass) を X [g] とする。また、同じ量の塩酸に炭酸カルシウムを 3.0 g 加えたとき、発生する二酸化炭素の質量を Y [g] とする。 X と Y の組み合わせとして最も適当なものを、次表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

5

	X	Y
①	0.44	0.44
②	0.44	0.66
③	0.88	0.88
④	0.88	1.1
⑤	0.88	1.3
⑥	1.1	1.1
⑦	1.1	1.3
⑧	1.1	1.7

問6 メタン CH_4 32 g を完全燃焼 (complete combustion) させて、 15°C の水 1000 g を加熱する。発生する熱の 10 %が水の温度上昇に使われたとすると、燃焼後の水の温度は何 $^\circ\text{C}$ か。最も近い値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、メタンの燃焼熱 (heat of combustion) は 890 kJ/mol 、水の比熱容量 (比熱) (specific heat capacity (specific heat)) は $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。 **6** $^\circ\text{C}$

- ① 21 ② 27 ③ 36 ④ 42 ⑤ 57

問7 容積一定の容器に 1.0 mol の N_2O_4 を入れて一定温度に保ったところ、その 60 %が解離 (dissociation) して NO_2 になった。そのとき圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ を示して、次の平衡状態 (equilibrium state) となった。



この温度における圧平衡定数 (pressure equilibrium constant) は何 Pa か。最も近い値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、容器内の物質はすべて理想気体とする。

7 Pa

- ① 1.3×10^5 ② 2.3×10^5 ③ 3.0×10^5 ④ 3.6×10^5 ⑤ 4.8×10^5

問 8 60 °Cにおける硝酸カリウム KNO_3 の飽和水溶液 (saturated aqueous solution) 200 g を加熱し、水 20 g を蒸発させた後、冷却 (cooling) して 20 °Cにした。析出 (deposition) した硝酸カリウムは何 g か。最も近い値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、水 100 g に対する硝酸カリウムの溶解度 (solubility) は、20 °Cで 32, 60 °Cで 109 とする。

8 g

- ① 24 ② 34 ③ 70 ④ 76 ⑤ 80

問 9 酸 (acid) と塩基 (base) に関する次の記述(a)~(c)について、その正誤の組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑧の中から一つ選びなさい。

9

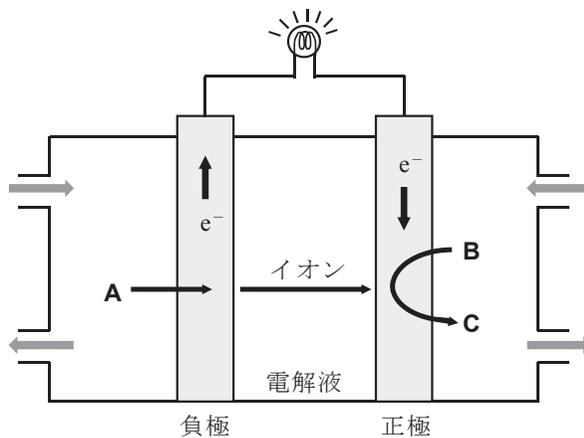
- (a) 0.20 mol/L 塩酸 HCl の pH は、0.10 mol/L 硫酸 H_2SO_4 の pH よりも小さい。
 (b) 10^{-8} mol/L 塩酸の pH は、7.0 よりも大きい。
 (c) 酢酸水溶液 $\text{CH}_3\text{COOH aq}$ の pH は、酢酸の濃度が高いほど大きい。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	誤	正	正
⑤	正	誤	誤
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 10 次の図は水素 H_2 を用いた燃料電池 (fuel cell) の模式図 (schematic diagram) である。

この燃料電池は次のようにはたらく。

- ・ 負極 (anode) で、物質 **A** が酸化 (oxidation) される。
- ・ 正極 (cathode) で、物質 **B** が還元 (reduction) されて物質 **C** が生成する。
- ・ 電解液 (electrolytic solution) 中をイオン (ion) が移動する。



物質 **A**~**C** の組み合わせとして正しいものを、次表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

10

	A	B	C
①	H_2	O_2	H_2O
②	H_2	H_2O	O_2
③	O_2	H_2	H_2O
④	O_2	H_2O	H_2
⑤	H_2O	H_2	O_2
⑥	H_2O	O_2	H_2

問 11 次の 2 族元素のすべてにあてはまるものを、下の記述①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

Mg Ca Sr Ba

- ① 炎色反応 (flame test) を示す。
- ② 常温 (normal temperature) で水と反応する。
- ③ 硫酸塩 (sulfate) は水によく溶ける。
- ④ 酸素 O と 1 : 1 の酸化物 (oxide) をつくり、その水溶液は酸性 (acidic) を示す。
- ⑤ 2 価 (divalent) の陽イオン (cation) の電子配置 (electron configuration) は、それぞれの同じ周期の 18 族元素と同じである。
- ⑥ 2 価の陽イオンは、それぞれの同じ周期の 1 族元素の 1 価 (monovalent) の陽イオンよりもイオン半径 (ionic radius) が小さい。

問 12 リン P とその化合物に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものが二つある。それらの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- (a) 黄リン P_4 は、空气中で自然に発火 (ignition) するので水中に保存する。
- (b) 十酸化四リン P_4O_{10} は、風解性 (efflorescence) を示す。
- (c) 十酸化四リンを水に溶かして加熱すると、リン酸 H_3PO_4 ができる。
- (d) リン酸カリウム K_3PO_4 は、骨や歯の主な成分である。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問 13 次に示す水溶液(a)~(c)に、塩酸 HCl aq, アンモニア水 NH₃ aq, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq をそれぞれ過剰量 (excess amount) 加えたとき、沈殿 (precipitate) を生じないものはどれか。組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑧の中から一つ選びなさい。

13

(a) Ag⁺と Cu²⁺を含む水溶液

(b) Fe³⁺と Pb²⁺を含む水溶液

(c) Zn²⁺と Al³⁺を含む水溶液

	HCl aq	NH ₃ aq	NaOH aq
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	b
④	b	a	c
⑤	b	c	a
⑥	c	a	b
⑦	c	a	c
⑧	c	b	a

問 14 ある粉末状の試薬 (reagent) について、次の実験 1、実験 2 の結果が得られた。下の①～⑤のうち、この試薬として最も適当なものを一つ選びなさい。

14

実験 1 この試薬は水にすみやかに溶けて、その水溶液は酸性 (acidic) であった。

実験 2 実験 1 の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えると、刺激臭 (irritating smell) が確認された。

- ① 塩化アンモニウム NH_4Cl
- ② 塩化カルシウム CaCl_2
- ③ グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- ④ 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3
- ⑤ 硫酸水素ナトリウム NaHSO_4

問 15 次の記述(a)～(e)は、金属 Ag, Cu, Fe, Zn について述べたものである。記述中の A～D にあてはまる金属はどれか。正しい組み合わせを、下表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

- (a) A と B は希硫酸 dil. H_2SO_4 に溶けて水素 H_2 を発生するが、C と D は溶けない。
 (b) C の塩の水溶液に D を浸すと、D の表面に C が析出 (deposition) する。
 (c) A は、硝酸 HNO_3 に溶けて水素を発生する。
 (d) B は希硝酸 dil. HNO_3 に溶けて水素を発生するが、濃硝酸 conc. HNO_3 には不動態 (passive state) となって溶けない。
 (e) C と D はいずれも硝酸に溶けて、窒素酸化物 (nitrogen oxide) を発生する。

	A	B	C	D
①	Ag	Cu	Fe	Zn
②	Ag	Fe	Zn	Cu
③	Cu	Ag	Zn	Fe
④	Cu	Zn	Fe	Ag
⑤	Fe	Zn	Cu	Ag
⑥	Zn	Cu	Ag	Fe
⑦	Zn	Fe	Ag	Cu
⑧	Zn	Fe	Cu	Ag

問 16 エタノール C_2H_5OH と酢酸 CH_3COOH に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

16

- ① エタノールより酢酸の方が融点 (melting point), 沸点 (boiling point) とともに高い。
- ② エタノールはヨウ素 I_2 と水酸化ナトリウム水溶液 $NaOH$ aq を加えると, 黄色の沈殿 (precipitate) を生じるが, 酢酸は生じない。
- ③ 酢酸は十酸化四リン P_4O_{10} で, エタノールは濃硫酸 conc. H_2SO_4 で, それぞれ脱水縮合 (dehydration condensation) をおこす。
- ④ どちらも金属ナトリウム Na と反応して水素 H_2 を発生する。
- ⑤ どちらも炭酸水素ナトリウム水溶液 $NaHCO_3$ aq を加えると, 二酸化炭素 CO_2 を発生する。

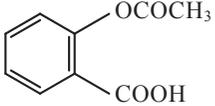
問 17 エタノール C_2H_5OH に関する次の記述①～⑤のうち, 正しいものを一つ選びなさい。

17

- ① 2 個の C 原子と 1 個の O 原子は同一直線上 (on the same straight line) にある。
- ② アセチレン $HC\equiv CH$ に水 H_2O を付加 (addition) してつくられる。
- ③ 異性体 (isomer) の関係にあるジメチルエーテル CH_3OCH_3 より沸点 (boiling point) が高い。
- ④ 金属ナトリウム Na と反応して二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- ⑤ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $K_2Cr_2O_7$ aq で酸化 (oxidation) すると, CH_3CH_2CHO ができる。

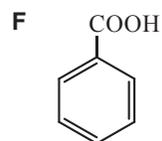
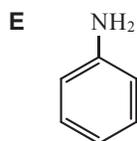
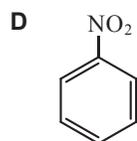
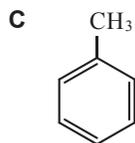
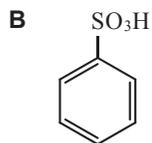
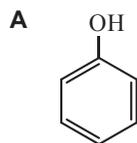
問 18 A 欄に示す化合物を，B 欄に示す操作により実験室で合成したい。次表の a～d のうち，B 欄の記述が正しいものが二つある。それらの組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

	A	B
a	CH ₄	酢酸ナトリウム CH ₃ COONa と水酸化ナトリウム NaOH の混合物を加熱する。
b	CH ₃ COCH ₃	プロパノール CH ₃ (CH ₂) ₂ OH を硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 K ₂ Cr ₂ O ₇ aq で酸化 (oxidation) する。
c	CH ₃ COOC ₂ H ₅	酢酸 CH ₃ COOH とエタノール C ₂ H ₅ OH の混合物に少量の濃硫酸 conc. H ₂ SO ₄ を加えて加熱する。
d		サリチル酸 <i>o</i> -C ₆ H ₄ (OH)COOH とメタノール CH ₃ OH の混合物に少量の濃硫酸を加える。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問 19 次の構造式 (structural formula) **A**~**F** で示される化合物に関する下の記述①~⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

19

- ① **A** の水溶液は、中性 (neutral) である。
- ② **B** の水溶液は、弱酸性 (weakly acidic) を示す。
- ③ **C** は、水にも有機溶媒 (organic solvent) にもよく溶ける。
- ④ **D** は、還元 (reduction) されると **E** になる。
- ⑤ **F** は、さらし粉 (主成分 $\text{CaCl}(\text{ClO})$) の水溶液によって赤紫色 (red-purple) に変化する。

問 20 次の高分子 (polymer) ①～⑤のうち、窒素 N を含まないものを一つ選びなさい。

20

- ① アルブミン (albumin)
- ② デオキシリボ核酸 (DNA) (deoxyribonucleic acid)
- ③ ナイロン 66 (nylon 6,6)
- ④ ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- ⑤ ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

問1 ネンジュモ (*Nostoc*) などのシアノバクテリア (cyanobacteria) の炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① バクテリオクロロフィル (bacteriochlorophyll) と呼ばれる光合成色素 (photosynthetic pigment) を利用している。
- ② 葉緑体 (chloroplast) をもち、陸上の植物と同じタイプの光合成をおこなう。
- ③ アンモニウムイオン (ammonium ion) などの無機物 (inorganic substance) を酸化したときのエネルギーを用いる。
- ④ 硫化水素 (hydrogen sulfide) を取り入れて光合成をおこなう。
- ⑤ 水の分解によって酸素を発生させる。

問2 次の表は、原核細胞 (prokaryotic cell)、および真核細胞 (eukaryotic cell) の動物細胞と植物細胞に含まれる構造の有無をまとめたものである。+は存在する、-は存在しないことを示す。

表中の A~C にあてはまる構造の正しい組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

2

構造	原核細胞	真核細胞	
		動物細胞	植物細胞
核	-	+	+
細胞膜	+	+	+
A	-	+	+
B	-	-	+
C	+	-	+

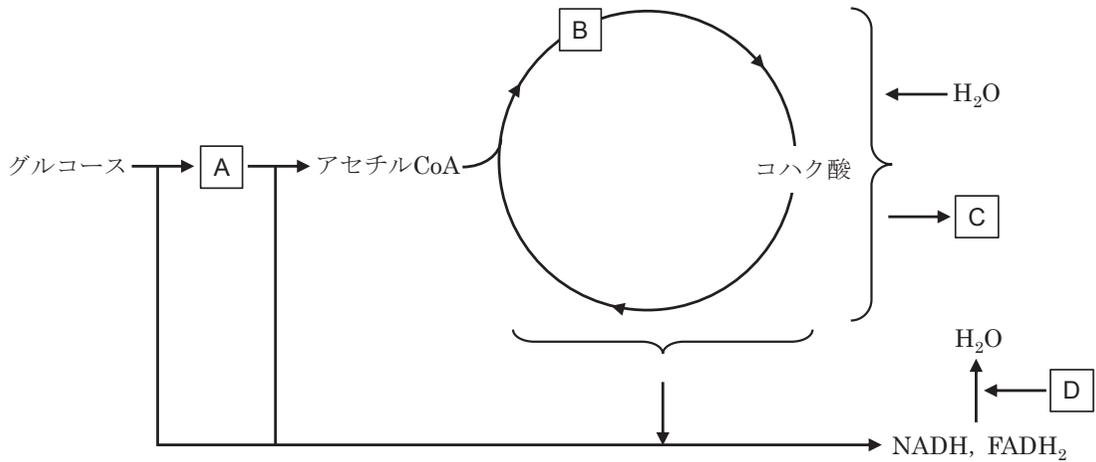
核 (nucleus), 細胞膜 (cell membrane)

	A	B	C
①	ミトコンドリア	細胞壁	葉緑体
②	ミトコンドリア	葉緑体	細胞壁
③	葉緑体	細胞壁	ミトコンドリア
④	葉緑体	ミトコンドリア	細胞壁
⑤	細胞壁	ミトコンドリア	葉緑体
⑥	細胞壁	葉緑体	ミトコンドリア

ミトコンドリア (mitochondria), 細胞壁 (cell wall), 葉緑体 (chloroplast)

問3 次の図は、細胞内でおこなわれる呼吸（respiration）のしくみを模式的に示したものである。図中の空欄 **A** ~ **D** にあてはまる物質の正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

3



グルコース (glucose), アセチル CoA (acetyl CoA), コハク酸 (succinic acid)

	A	B	C	D
①	クエン酸	ピルビン酸	O ₂	CO ₂
②	クエン酸	ピルビン酸	CO ₂	O ₂
③	ピルビン酸	クエン酸	O ₂	CO ₂
④	ピルビン酸	クエン酸	CO ₂	O ₂

クエン酸 (citric acid), ピルビン酸 (pyruvic acid)

問4 次の文は、植物の窒素（nitrogen）の代謝（metabolism）について述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **d** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

4

植物が根から吸収した無機窒素化合物（inorganic nitrogen compound）を用いて有機物（organic matter）を合成する働きを **a** といい、この働きによってつくられる有機物には、タンパク質や **b** などがある。

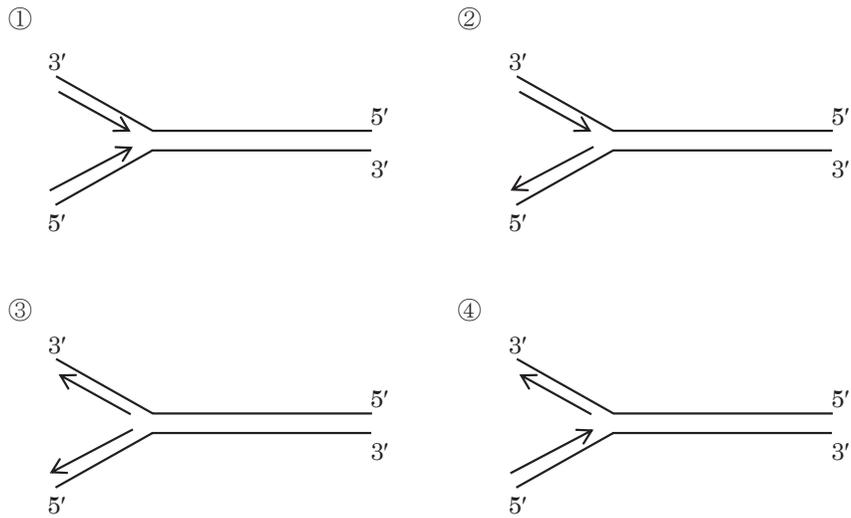
マメ科植物（legume）に共生（symbiosis）する **c** は、空気中の窒素ガス（ N_2 ）をアンモニウムイオン（ammonium ion）に変化させることができる。この働きを **d** という。

	a	b	c	d
①	窒素同化	デンプン	根粒菌	窒素固定
②	窒素同化	デンプン	硝化菌	窒素固定
③	窒素同化	核酸	根粒菌	窒素固定
④	窒素同化	核酸	硝化菌	窒素固定
⑤	窒素固定	デンプン	根粒菌	窒素同化
⑥	窒素固定	デンプン	硝化菌	窒素同化
⑦	窒素固定	核酸	根粒菌	窒素同化
⑧	窒素固定	核酸	硝化菌	窒素同化

窒素同化（nitrogen assimilation）、デンプン（starch）、
根粒菌（leguminous bacteria）、窒素固定（nitrogen fixation）、
硝化菌（nitrifying bacteria）、核酸（nucleic acid）

問 5 次の図は、2本鎖 DNA の一部が最初にほどけて1本鎖 DNA となり、これを鋳型(template)としておこる DNA の複製 (replication) の様子を模式的に示したものである。矢印は、新しく合成される DNA の複製の方向を示している。複製の方向が正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

5



問 6 一定の順序で塩基 (base) が繰り返し配列する人工的に合成した mRNA をタンパク質合成系に入れると、ポリペプチド (polypeptide) が合成される。次の表は、合成した mRNA からポリペプチドをつくると、どのようなアミノ酸配列 (amino acid sequence) のものが得られたかをまとめたものである。この表の結果からわかるシステイン (cysteine) のコドン (codon) を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

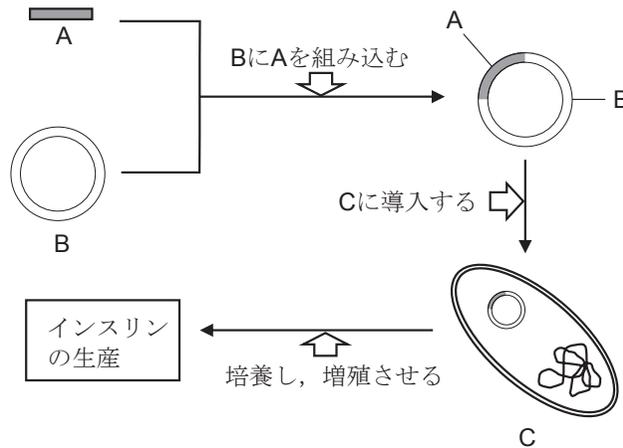
mRNA の塩基配列	得られたポリペプチド
UGUGUG・・・の繰り返し	システインとバリンの繰り返しのみ
UUGUUG・・・の繰り返し	ロイシンのみ, システインのみ, バリンのみからなるポリペプチドの 3 種類
GGUGGU・・・の繰り返し	グリシンのみ, バリンのみ, トリプトファンのみからなるポリペプチドの 3 種類

塩基配列 (base sequence), バリン (valine), ロイシン (leucine), グリシン (glycine), トリプトファン (tryptophan)

- ① UGU ② GUG ③ UUG ④ GUU ⑤ GGU ⑥ UGG

問7 糖尿病 (diabetes) の人に使われるインスリン (insulin) の多くは、現在、遺伝子組換え (genetic recombination) や遺伝子導入 (gene transfer) の技術を用いて生産されている。次の図は、その方法を模式的に表したものである。図の A~C は何を表しているか。正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

7



培養 (culture), 増殖 (proliferation)

	A	B	C
①	プラスミド	ヒトのインスリン遺伝子	アグロバクテリウム
②	プラスミド	ヒトのインスリン遺伝子	大腸菌
③	ヒトのインスリン遺伝子	プラスミド	アグロバクテリウム
④	ヒトのインスリン遺伝子	プラスミド	大腸菌

プラスミド (plasmid), アグロバクテリウム (agrobacterium), 大腸菌 (*Escherichia coli*)

問 8 ある生物の A (a), B (b) の 2 組の対立遺伝子 (allele) について、遺伝子型 (genotype) が $AAbb$ の個体と $aaBB$ の個体を交雑 (cross) し、 F_1 を得た。この F_1 と遺伝子型が $aabb$ の個体を交雑すると、次のような表現型 (phenotype) の個体とその分離比 (segregation ratio) が得られた。ただし、A と B はそれぞれ a と b に対して優性 (dominant) である。また、遺伝子型 $AABB$, $AaBb$ などをもつ個体の表現型は $[AB]$, $AAbb$, $Aabb$ は $[Ab]$ として示すこととする。

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1 : 8 : 8 : 1$$

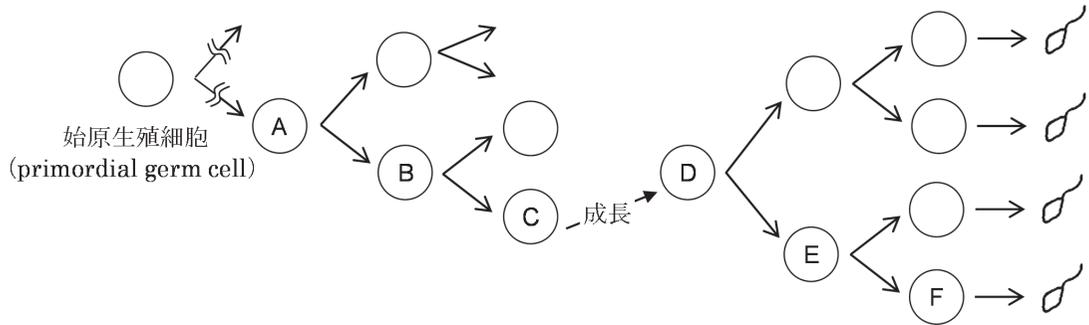
F_1 で生じた全配偶子 (gamete) のうち、組換え (recombination) をおこした配偶子の割合 (%) はいくつか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 0.1 ② 1.1 ③ 11.1 ④ 12.5 ⑤ 25.0

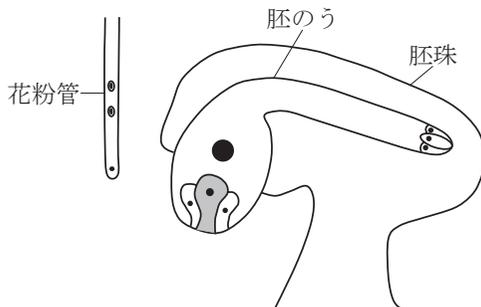
問9 次の図は、ある動物の精子 (sperm) の形成過程について示したものである。図の A~F の中から、核相 (nuclear phase) が単相 (haploid phase) n のものをすべて選び、その組み合わせとして正しいものを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

9



- ① A, B, C, D, E, F ② B, C, D, E, F ③ C, D, E, F
 ④ D, E, F ⑤ E, F ⑥ F

問 10 次の図は、トレニア (*Torenia fournieri*) という植物の胚珠 (ovule) と花粉管 (pollen tube) を模式的に示したものである。



トレニアは、胚のう (embryo sac) の一部が胚珠から露出している。

レーザー (laser) でトレニアの胚のうの中の細胞を破壊し、どの細胞が花粉管の伸長を胚のうへ誘導 (induction) しているかを調べた。次の表は、その実験結果を示している。+はレーザーをあてず、生きたままの細胞を、-はレーザーをあてて、破壊した細胞を示している。この結果から、胚のうへ花粉管の伸長を誘導しているのはどの細胞と考えられるか。最も適当なものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

胚のうの状態	胚のう				誘導の割合 (%)
	卵細胞	中央細胞	助細胞		
破壊なし	+	+	+	+	98%
一つの細胞を破壊	-	+	+	+	94%
	+	-	+	+	100%
	+	+	-	+	71%
二つの細胞を破壊	-	-	+	+	93%
	-	+	-	+	61%
	+	-	-	+	71%
	+	+	-	-	0%

卵細胞 (egg cell), 中央細胞 (central cell), 助細胞 (synergid)

- ① 卵細胞 ② 中央細胞 ③ 助細胞 ④ 卵細胞と中央細胞
- ⑤ 中央細胞と助細胞

問 11 次の表は、健康な人の血しょう（blood plasma）に含まれる三つの成分 a～c の原尿（primitive urine）と尿（urine）における濃度（%）を示している。

	a	b	c
原尿	0%	0.1%	0.30%
尿	0%	0%	0.35%

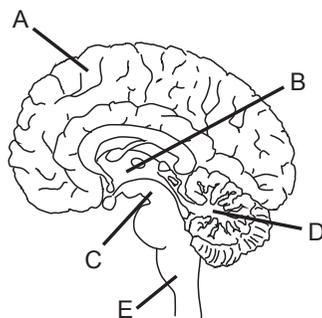
a～c の物質の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

	a	b	c
①	Na ⁺	グルコース (glucose)	タンパク質
②	Na ⁺	タンパク質	グルコース
③	グルコース	Na ⁺	タンパク質
④	グルコース	タンパク質	Na ⁺
⑤	タンパク質	Na ⁺	グルコース
⑥	タンパク質	グルコース	Na ⁺

問 12 次の図は、ヒトの脳の構造を模式的に示したものである。図の A～E のうち、運動を調節し、体の平衡 (balance) を保つ中枢 (center) がある部位はどれか。また、その名称は何か。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

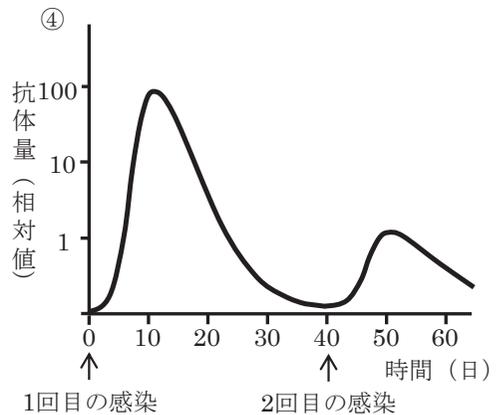
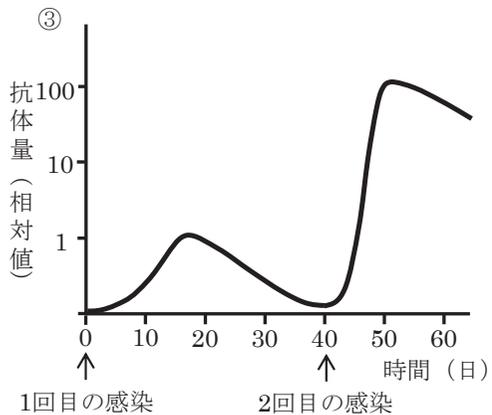
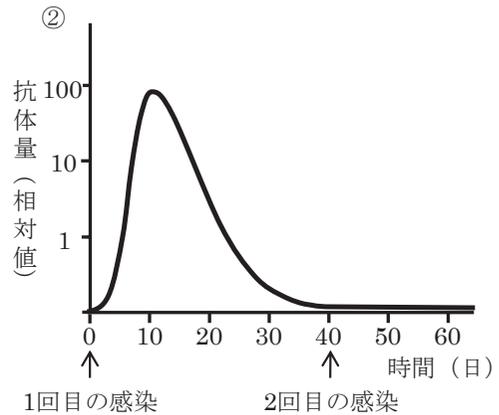
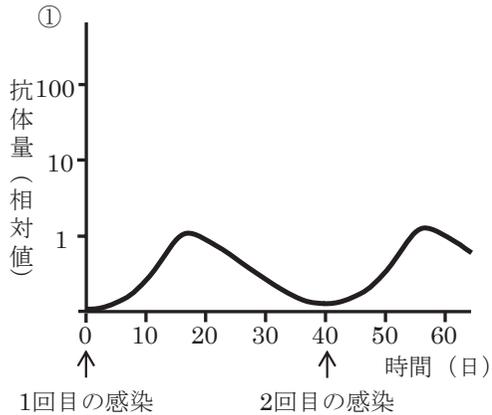
12



	部位	名称
①	A	大脳 (cerebrum)
②	B	中脳 (midbrain)
③	C	間脳 (diencephalon)
④	D	小脳 (cerebellum)
⑤	E	小脳
⑥	E	延髄 (medulla oblongata)

問 13 次の図は、病原体 (pathogen) に感染 (infection) した後の血液中の、その病原体に対する抗体 (antibody) 量を測定したグラフである。1 回目と 2 回目に同じ病原体に感染した後の抗体量を経過日数とともに記録した。1 回目と 2 回目の抗体量を示したグラフとして最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

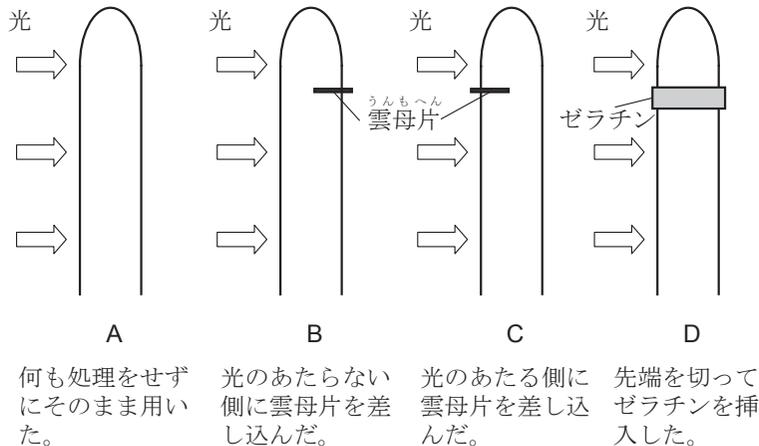


問 14 動物の行動には、生得的行動 (innate behavior) と学習 (learning) による行動がある。
学習による動物の行動の例として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① ヒトは、指先で熱いものに触れると思わず手を引っ込める。
- ② 淡水魚 (freshwater fish) であるイトヨ (three-spined stickleback) の雄は、繁殖期 (breeding season) に、縄張り (territory) の中に入ってくる腹部が赤くなった他の雄を攻撃するが、卵で腹部のふくれた雌には攻撃しない。
- ③ カイコガ (silkmoth) の雄は、フェロモン (pheromone) に引きよせられて雌にたどりつく。
- ④ ミミズ (earthworm) が光から遠ざかる方向へ向かうように、動物は、光や化学物質などの一定の刺激に対して一定の方向に移動することがある。
- ⑤ アメフラシ (sea hare) は、水管 (siphon) に接触刺激を与えると、エラ (gill) を体内に引っ込める。しかし、繰り返し接触刺激を与えると、エラを引っ込めなくなる。

問 15 マカラスムギ (oat) の幼葉鞘 (coleoptile) に、光を一方向からあてて、幼葉鞘の屈曲を観察する次の図のような実験 A~D をおこなった。



雲母 (mica), ゼラチン (gelatin)

A, C, Dでは光のあたる方向への幼葉鞘の屈曲が明確に観察され、Bでは屈曲が観察されなかった。幼葉鞘の先端部でつくられた物質について、これらの実験結果から導かれる考察を述べた次の文 I ~ V のうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

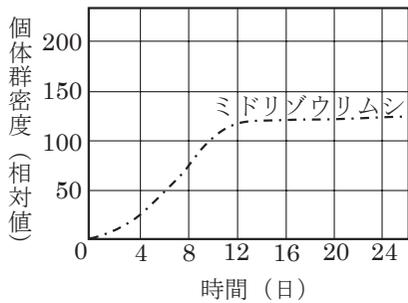
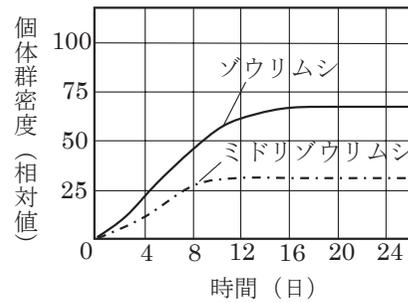
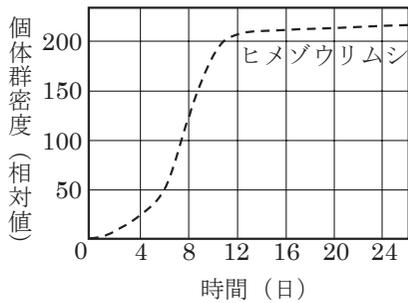
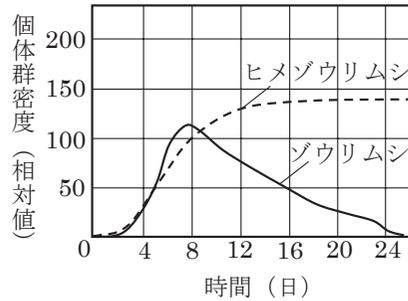
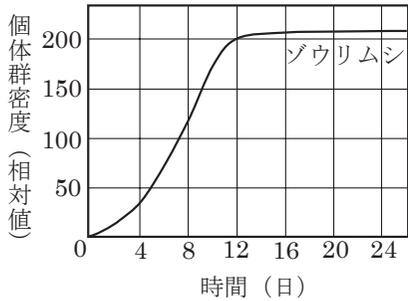
15

- I 幼葉鞘の先端部でつくられた物質は、光刺激による影響を受けずに基部方向に下降する。
- II 幼葉鞘の先端部でつくられた物質は、光刺激によって光のあたらない側により多く移動し、基部方向に下降する。
- III 幼葉鞘の先端部でつくられた物質は、光刺激によって光のあたっている側により多く移動し、基部方向に下降する。
- IV 幼葉鞘の先端部でつくられた物質は、ゼラチンを通過する物質である。
- V 幼葉鞘の先端部でつくられた物質は、雲母片を通過する物質である。

- ① I, IV ② I, V ③ II, IV ④ II, V ⑤ III, IV
- ⑥ III, V

問 16 次の図は、ゾウリムシ (*Paramecium caudatum*), ヒメゾウリムシ (*Paramecium aurelia*), ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) を単独で飼育した場合と, そのうち 2 種類を混合飼育した結果を示したものである。これらの結果について述べた下の文の空欄 **a**, **b** にあてはまる語句の正しい組み合わせを, 次ページの①~④の中から一つ選びなさい。

16



ヒメゾウリムシとミドリゾウリムシを比較すると, ゾウリムシと生態的地位 (ニッチ, niche) の類似性が高いのは, **a** である。ゾウリムシと混合して飼育した場合, 長期にわたって共存できるのは **b** である。

	a	b
①	ヒメゾウリムシ	ヒメゾウリムシ
②	ヒメゾウリムシ	ミドリゾウリムシ
③	ミドリゾウリムシ	ヒメゾウリムシ
④	ミドリゾウリムシ	ミドリゾウリムシ

問17 次の文は、生態系 (ecosystem) におけるエネルギーの流れについて述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

生態系において、生産者 (producer) は太陽の **a** エネルギーを **b** エネルギーに変換して、有機物 (organic matter) に蓄えている。消費者 (consumer) が生産者の合成した有機物を食物として取り込むことで、このエネルギーの一部が有機物と共に移動し、食物連鎖 (food chain) によってさらに上位の消費者へ移動していく。これらの生物に利用されたエネルギーは、最終的に **c** エネルギーとなり大気中に放出され、やがて生態系外へ出ていく。

	a	b	c
①	熱	化学	熱
②	熱	化学	光
③	熱	光	熱
④	熱	光	化学
⑤	光	化学	化学
⑥	光	化学	熱
⑦	光	熱	熱
⑧	光	熱	化学

問 18 次の文は、生物の進化 (evolution) のしくみについて述べたものである。文中の空欄 **a** ~ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。 **18**

ある生物集団の中で、遺伝子頻度 (allele frequency) が、世代を伝わるときに偶然に変化することがある。そのような変化を **a** という。一方、個体間の変異 (variation) で、生存や繁殖 (breeding) に有利な個体が生き残ることを **b** という。生物の進化は、**c** が起こり、それが **a** や **b** によって集団内に広がることによっておこると考えられる。

	a	b	c
①	自然選択	突然変異	遺伝的浮動
②	自然選択	遺伝的浮動	突然変異
③	遺伝的浮動	自然選択	突然変異
④	遺伝的浮動	突然変異	自然選択
⑤	突然変異	自然選択	遺伝的浮動
⑥	突然変異	遺伝的浮動	自然選択

自然選択 (natural selection)、突然変異 (mutation)、遺伝的浮動 (genetic drift)

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ~ **75** はマークしないでください。
 解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。