

平成19年度（2007年度）日本留学試験

## 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 ～ 18
化学	19 ～ 28
生物	29 ～ 41

4. 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

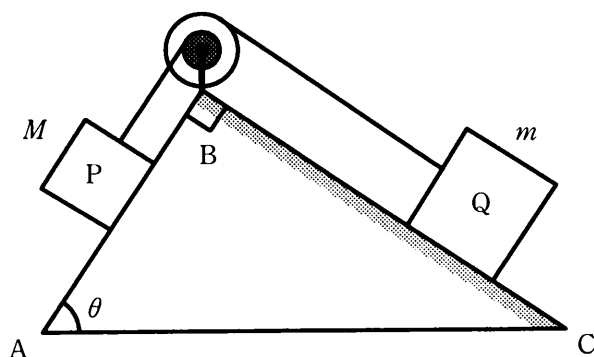
解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「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、4）、D（問5）、E（問6）、F（問7）に答えなさい。ただし、重力加速度（acceleration due to gravity）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、頂点 B に半径の比が 2:1 の大小 2 つの同軸の滑車 (pulley) がついている。 $\angle ABC=90^\circ$ 、 $\angle BAC=\theta$  で、 $\theta$  は可変 (variable) である。2 つの滑車は貼り合わせられ一体となって、なめらかに回転する。小さな滑車には質量  $M$  の物体 P が、大きな滑車には質量  $m$  の物体 Q が伸縮しない糸で結ばれている。斜面 BC と物体 Q の間に摩擦はあるが、斜面 AB と物体 P の間には摩擦はない。また滑車と糸の質量は無視できるものとする。



問 1 最初 P と Q は静止していた。 $\theta$  をだんだん大きくしていくと、 $\theta=\theta_0$  のとき Q は斜面 BC 上をのぼり始めた。このとき Q と BC の間の静止摩擦係数 (coefficient of static friction)  $\mu$  は、どのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選ばさい。

$$\mu = \boxed{1}$$

①  $\frac{2M}{m} - \tan \theta_0$

②  $\frac{M}{m} - \tan \theta_0$

③  $\frac{M}{2m} - \tan \theta_0$

④  $\frac{2M}{m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

⑤  $\frac{M}{m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

⑥  $\frac{M}{2m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

B 液体の入った容器を台秤<sup>だいばかり</sup>にのせた。このときのはかりの表示をゼロに調節し、以後の実験ではこれを質量測定 (mass measurement) のゼロ点とした。図1のように、ある物体をひもでつるし液体の中に入れると、はかりは  $m_1$  の値を示した。図2のように、物体を容器の底に沈めると、はかりは  $m_2$  の値を示した。

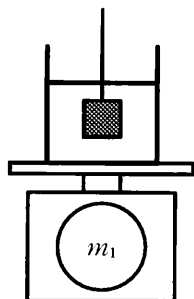


図 1

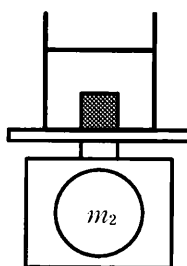
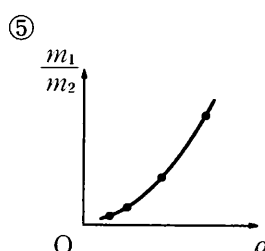
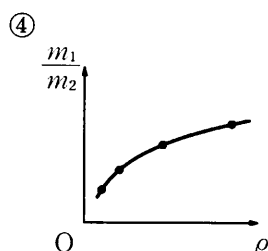
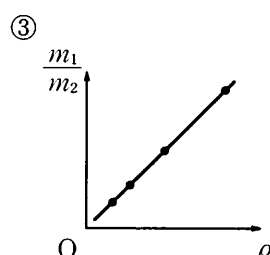
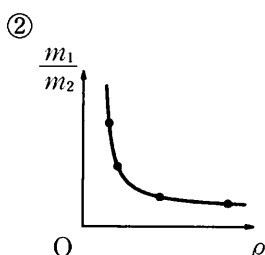
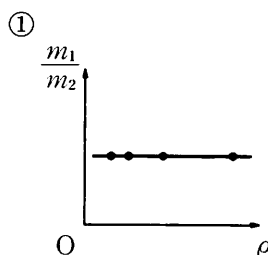


図 2

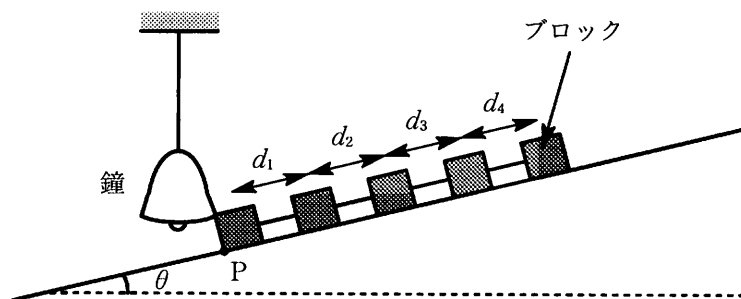
問2 同じ物体に対して、上記の測定を4種類の液体でおこなった。このとき  $\frac{m_1}{m_2}$  と液体の密度 (density)  $\rho$  の関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 $\rho$  は物体の密度より小さいものとする。

2



理科-4

C 次の図のように、傾斜角  $\theta$  の十分長いなめらかな斜面 (slope) 上に、ひもでつないだブロック (block) をのせ、下端のブロックが鐘 (bell) に接触する位置に置き、静かに手を離した。ブロックは滑り出し、点 P に達すると鐘を鳴らす。鐘にあたったとき、ブロックの運動は影響を受けないものとする。ただし、ブロックの質量と形はすべて同じである。



問 3 鐘が一定の時間間隔で鳴るようにするには、ブロックの間隔  $d_1, d_2, d_3, d_4$  をどのように選べばよいか。間隔の比  $d_1 : d_2 : d_3 : d_4$  の値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。

3

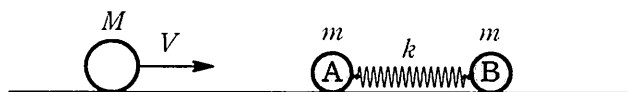
- ①  $1 : 1 : 1 : 1$       ②  $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$       ③  $1 : 2 : 3 : 4$   
 ④  $1 : 3 : 5 : 7$       ⑤  $1 : 4 : 9 : 16$       ⑥  $1 : 9 : 25 : 49$

問 4 鐘が鳴る時間間隔を問 3 の  $\frac{1}{2}$  にするには、 $\theta$  をどのように変化させればよいか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ①  $\sin \theta$  が  $\sqrt{2}$  倍になるようにする。      ②  $\cos \theta$  が  $\sqrt{2}$  倍になるようにする。  
 ③  $\sin \theta$  が 2 倍になるようにする。      ④  $\cos \theta$  が 2 倍になるようにする。  
 ⑤  $\sin \theta$  が 4 倍になるようにする。      ⑥  $\cos \theta$  が 4 倍になるようにする。

**D** ばね定数  $k$  のばねで結ばれた質量  $m$  の2つの小球 A, B がなめらかな水平面上に置かれている。ばねは自然長で A, B は静止している。次に、図のように質量  $M$  の小球を速さ  $V$  で A に衝突させた。



問5 衝突は、弾性衝突 (elastic collision) であった。ばねは自然長から最大どれだけ縮んだか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選ばさい。

5

①  $\sqrt{\frac{2m}{k}} \frac{M}{(M+m)} V$

②  $\sqrt{\frac{2m}{k}} \frac{M}{(M+2m)} V$

③  $\sqrt{\frac{m}{2k}} \frac{(M-m)}{(M+m)} V$

④  $\sqrt{\frac{m}{2k}} \frac{(M-2m)}{(M+2m)} V$

**E** 次の図1のように、長さ  $\ell$  の剛体棒の一端に質量  $m$  の小球をつけ、点  $O$  を中心にして鉛直（vertical）面内で円運動（circular motion）をさせる。円運動をさせるために必要な最下点での速さの最小値を  $V$  とする。ただし、棒の質量は無視でき、中心  $O$  で棒の回転による摩擦も無視できるものとする。

また図2のように、長さ  $\ell$  のひもの一端に質量  $m$  の小球をつけ、点  $O$  を中心にして鉛直面内で円運動をさせる。この運動をさせるために必要な最下点での速さの最小値を  $U$  とする。ただし、ひもの質量は無視でき、ひもは伸び縮みしないものとする。

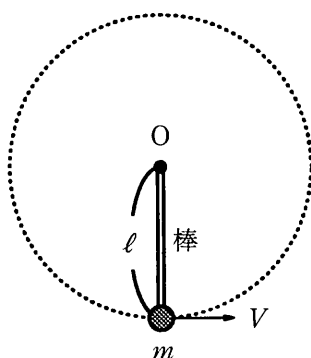


図1

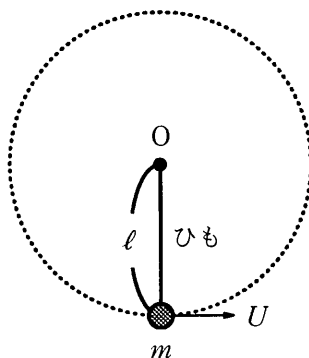


図2

問6 速さの比  $V:U$  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。

6

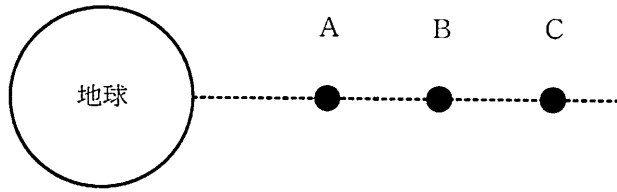
①  $1:1$

②  $2:\sqrt{5}$

③  $\sqrt{2}:\sqrt{5}$

④  $\sqrt{2}:5$

F 次の図のように、3つの位置から、質量が同じ3つの物体A、B、Cが地球の重力だけを受け、同時に初速0で運動をし始めた。



問7 このときBからAとCの運動を観察した。A、Cの運動はどう見えるか。最も適当なものを、次の①～⑤から一つ選びなさい。ただし、A、B、Cが互いに及ぼし合う力と地球の公転の影響は無視できるものとする。

7

- ① AもCも近づいてくる。
- ② AもCも離れていく。
- ③ Aは近づいてくるが、Cは離れていく。
- ④ Aは離れていくが、Cは近づいてくる。
- ⑤ AもCも運動を始めたときと同じ距離を保っている。



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 (thermally insulated container) の中に  $50^{\circ}\text{C}$  の水 200 g と  $-15^{\circ}\text{C}$  の氷 100 g を同時に入れた。水の比熱 (specific heat) を  $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ , 氷の比熱を  $2.1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ , 氷の融解熱 (heat of fusion) を  $334 \text{ J/g}$  とする。容器の熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。

問 1 容器内が熱平衡 (thermal equilibrium) の状態になったときの温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 $^{\circ}\text{C}$

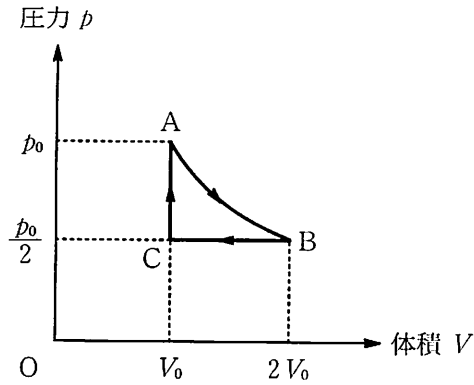
① 4.3

② 9.3

③ 13

④ 28

**B** ピストン (piston) 付の容器に理想気体 (ideal gas) が入っている。この気体を、次の図のように、3つの過程  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow A$  で状態を変化させた。 $A \rightarrow B$  は等温変化 (isothermal change) であった。

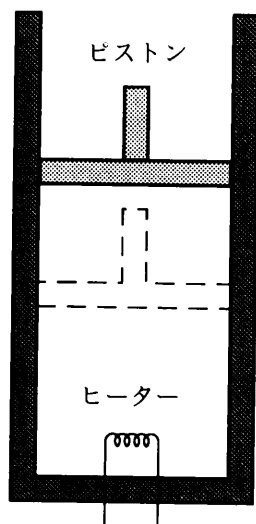


問2 外部から加熱した過程はどれか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

9

- |   |   |   |
|---|---|---|
| ① $A \rightarrow B$                     | ② $B \rightarrow C$                     | ③ $C \rightarrow A$                     |
| ④ $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$ | ⑤ $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow A$ | ⑥ $B \rightarrow C$ と $C \rightarrow A$ |
| ⑦ すべて                                   | ⑧ なし                                    |   |

C 次の図のように，大気中に置かれたピストン (piston) 付の断熱容器 (thermally insulated container) に入っている理想気体 (ideal gas) にヒーターを用いて熱量  $Q$  を加えたところ，気体は膨張 (expansion) し，ピストンを押し上げた。ただし，ピストンはなめらかに動き，ピストンの質量と容器の熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。



問3 このとき，気体がした仕事 (work) と，膨張して増えた体積分の気体がもつ内部エネルギーとの和はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。10

①  $\frac{2}{5}Q$

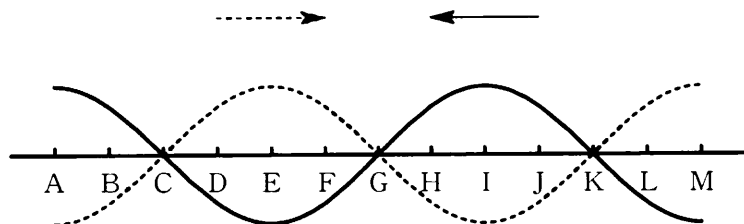
②  $\frac{3}{5}Q$

③  $\frac{4}{5}Q$

④  $Q$

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

A 振幅, 波長, 速さがそれぞれ等しい 2 つの進行波 (traveling wave) が反対方向から進んできた。ある時刻における 2 つの進行波の波形は次の図のようであった。実線で表した波は左方向へ, 破線で表した波は右方向へ進んでいる。



問 1 上の図において, この 2 つの進行波を合成してできる定常波 (standing wave) の腹 (antinode) となる位置を, 横軸の記号 A~M を用いて表すとどうなるか。最も適切な組み合わせを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

11

- ① A, E, I, M      ② B, F, J      ③ C, G, K      ④ D, H, L

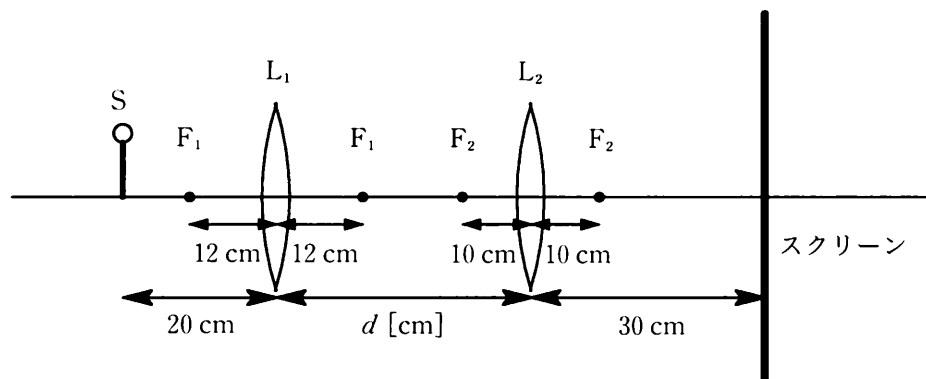
**B** 水とアルコールそれぞれの中で同じ音源 (sound source) を用いて音をだして、振動数、波長、音速を測った。

問2 この結果として、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**12**

- ① アルコール中での波長は水中の  $\frac{4}{5}$  倍で、アルコール中での音速は水中の  $\frac{4}{5}$  倍である。
- ② アルコール中での波長は水中の  $\frac{4}{5}$  倍で、アルコール中での音速は水中の  $\frac{5}{4}$  倍である。
- ③ アルコール中での振動数は水中の  $\frac{4}{5}$  倍で、アルコール中での音速は水中の  $\frac{4}{5}$  倍である。
- ④ アルコール中での振動数は水中の  $\frac{4}{5}$  倍で、アルコール中での音速は水中の  $\frac{5}{4}$  倍である。

C 次の図のように、焦点距離 12 cm の凸レンズ  $L_1$  と、焦点距離 10 cm の凸レンズ  $L_2$  を光軸 (optical axis) を一致させ、間隔  $d$  [cm] 離して置いた。  $L_1$  の前方 20 cm の位置に光源 (light source) S を置き、  $L_2$  の後方 30 cm の位置にスクリーンを置いたところ、鮮明な光源の像が観察された。



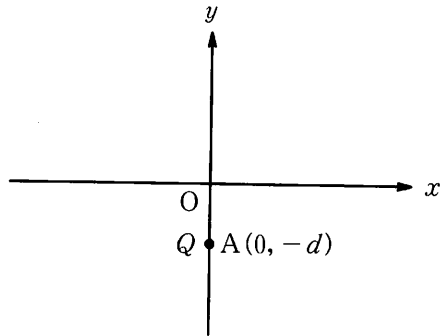
問3 2つのレンズの間隔  $d$  [cm] はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13** cm

- ① 15      ② 23      ③ 30      ④ 38      ⑤ 45      ⑥ 53

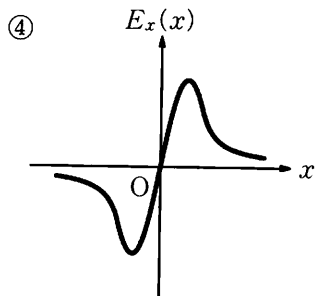
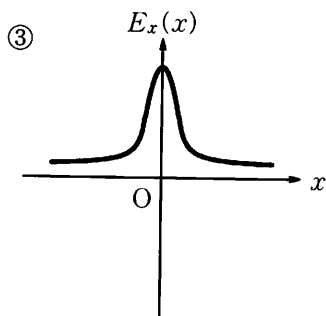
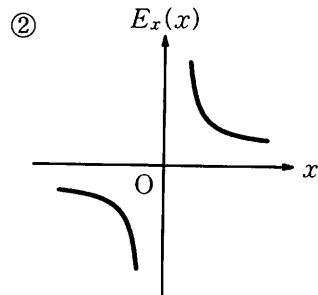
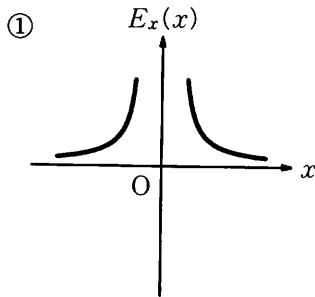
Ⅳ 次の問い A (問 1), B (問 2, 3), C (問 4, 5), D (問 6) に答えなさい。

A 次の図のように  $xy$  平面上で,  $y$  軸上の点 A ( $0, -d$ ) に正 (positive) の点電荷 (point charge)  $Q$  がある。このとき,  $x$  軸上の位置 ( $x, 0$ ) における電場 (electric field) の  $x$  成分を  $E_x(x)$  とする。

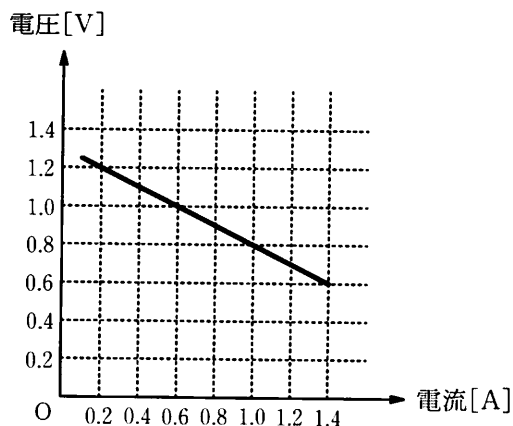


問 1  $E_x(x)$  を表すグラフとして最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

14



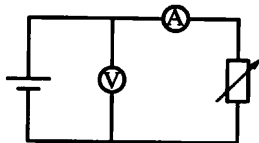
**B** 電池の内部抵抗を測定する目的で、電池、可変抵抗器 (variable resistor), 電流計, 電圧計を用いて回路を作った。この回路を使って、可変抵抗の値を変えながら電圧と電流を測定したところ、次の図のような結果が得られた。電流計の内部抵抗は十分小さく、電圧計の内部抵抗は十分大きいものとする。



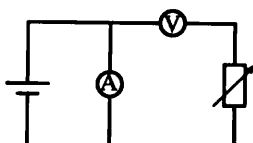
問 2 この回路はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

15

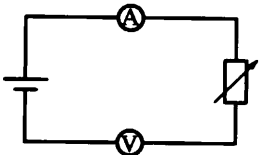
①



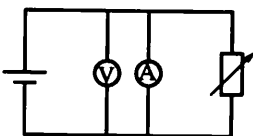
②



③



④



問 3 この電池の内部抵抗はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16  $\Omega$ 

- ① 0.1      ② 0.3      ③ 0.5      ④ 0.7      ⑤ 0.9



C 次の図1と図2において、下側の領域Ⅰには磁場 (magnetic field) がなく、上側の領域Ⅱには一様な磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ  $B$  の磁場が紙面に垂直にかかっている。

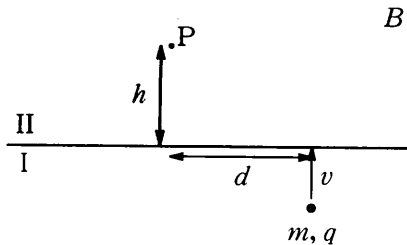


図1

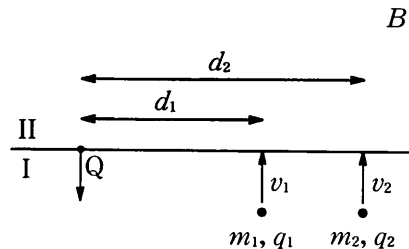


図2

問4 図1のように、質量  $m$ 、電荷 (charge)  $q$  ( $>0$ ) の荷電粒子 (charged particle) を速さ  $v$  で境界に垂直に入射させたところ、点  $P$  を通過した。このとき  $B$  はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

- ①  $\frac{mv\sqrt{h^2+d^2}}{q}$     ②  $\frac{mv}{q\sqrt{h^2+d^2}}$     ③  $\frac{mv(h^2+d^2)}{2qd}$     ④  $\frac{2mvd}{q(h^2+d^2)}$

問5 図2のように、質量  $m_1$ 、電荷  $q_1$  の荷電粒子を速さ  $v_1$  で、質量  $m_2$ 、電荷  $q_2$  の荷電粒子を速さ  $v_2$  で境界に垂直に、同時に入射させたところ、2個の荷電粒子は同時に同一点  $Q$  から領域Ⅰにもどった。このとき  $m_1 \neq m_2$ ,  $q_1 \neq q_2$ ,  $v_1 \neq v_2$  とする。 $\frac{d_1}{d_2}$  はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

- ①  $\frac{m_1}{m_2}$     ②  $\frac{q_2}{q_1}$     ③  $\frac{v_1}{v_2}$     ④  $\frac{m_1 q_2}{m_2 q_1}$     ⑤  $\frac{m_1 v_1}{m_2 v_2}$     ⑥  $\frac{q_2 v_1}{q_1 v_2}$

**D** 次の図 1 のように、十分広い銅板 ABCD に棒磁石 (bar magnet) の N 極を近づけると、銅板に電流が流れた。また図 2 のように、棒磁石の N 極を銅板 ABCD の上で平行に動かすと、銅板に電流が流れた。

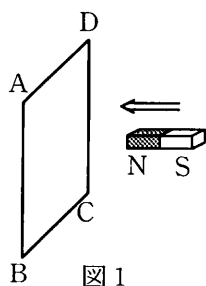


図 1

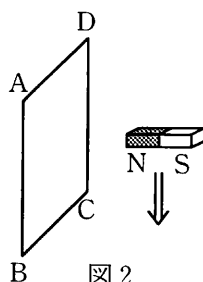
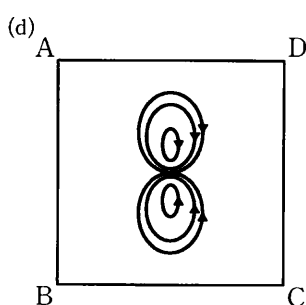
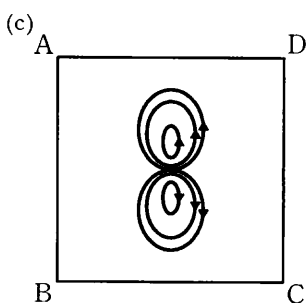
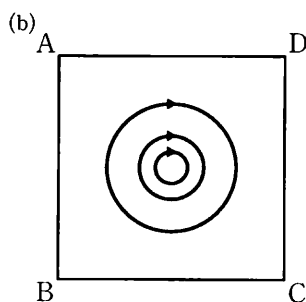
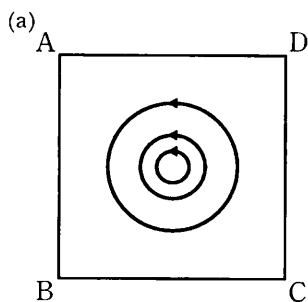


図 2

**問 6** 銅板に流れる電流を次の(a)～(d)で表すと、図 1, 2 のとき電流はそれぞれどのようなか。最も適当な組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

19



	①	②	③	④
図 1	(a)	(a)	(b)	(b)
図 2	(c)	(d)	(c)	(d)

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** には何も書かないでください。

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、解答用紙の左上にある「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。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
○	●	○

計算には次の数値を用いること。ただし、リットル (liter) は L で表す。

気体定数 (gas constant) :  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$   
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数 (Avogadro constant) :  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

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

標準状態 (standard state) :  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.0 \text{ atm}$

原子量 (atomic weight) H : 1.0 N : 14 O : 16 S : 32 Cl : 36 Ca : 40 Mn : 55  
 Cu : 64 Zn : 65 Pb : 207

問1 原子に関する次の記述(a)～(d)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。

1

- (a) すべての原子は、1個の原子核 (nucleus) と1個以上の電子からできている。
- (b) すべての原子核は、陽子 (proton) と中性子 (neutron) からできている。
- (c) 原子核の体積は、原子全体の体積とほぼ等しい。
- (d) 原子核の質量は、原子全体の質量とほぼ等しい。

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

問2 次の原子のもつ電子の数を少ない順に並べたものとして、正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

Al      F      Mg      Na      P

①  $\text{Al} < \text{Na} < \text{P} < \text{Mg} < \text{F}$       ②  $\text{F} < \text{Na} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{P}$

③  $\text{F} < \text{P} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{Na}$       ④  $\text{Mg} < \text{Al} < \text{Na} < \text{F} < \text{P}$

⑤  $\text{Na} < \text{Al} < \text{Mg} < \text{F} < \text{P}$       ⑥  $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{P} < \text{F}$

問3 周期表 (periodic table) で、同じ族 (group) の元素のみの組み合わせとして、正しいものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

① Al, O      ② B, S      ③ C, N      ④ N, P      ⑤ Na, Mg

問4 次の物質とそれについての記述(a)～(d)の組み合わせとして、最も適当なものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

酸化マグネシウム  $\text{MgO}$

ダイヤモンド (diamond)

水

ナフタレン (naphthalene)

(a) 分子間に水素結合 (hydrogen bond) をもつ。

(b) イオン結晶 (ionic crystal) である。

(c) 共有結合 (covalent bond) の結晶である。

(d) 分子結晶 (molecular crystal) である。

	酸化マグネシウム	ダイヤモンド	水	ナフタレン
①	b	a	d	c
②	b	c	a	d
③	c	b	a	d
④	c	d	b	a
⑤	d	c	a	b
⑥	d	a	c	b

問5 固体の塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.054 g とじゅうぶんな量の水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を試験管の中で混合して加熱したところ、塩化アンモニウムはすべて反応してアンモニア  $\text{NH}_3$  が発生した。このとき生じたアンモニアの標準状態における体積に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5** mL

- ① 22.4      ② 44.8      ③ 112      ④ 141      ⑤ 224

問6 ある容器に温度 330 K、圧力  $60 \times 10^3$  Pa で、 $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  がモル比 (molar ratio) 1 : 1 の割合で入っている。この  $\text{H}_2$  を完全に燃焼させた後、容器内の温度を 330 K に戻した。容器内の圧力として最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

ただし、330 K での水の蒸気圧 (vapor pressure) は  $17 \times 10^3$  Pa とする。

**6** kPa

- ① 15      ② 25      ③ 32      ④ 37      ⑤ 45      ⑥ 60

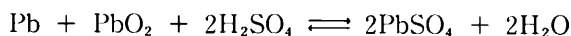
問7 原子の酸化数 (oxidation number) について述べた次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7**

- (a) 原子が電子を受けると、その原子の酸化数は増える。  
 (b) 酸化数の大きい原子を含む物質は、酸化剤 (oxidizing agent) になりやすい。  
 (c) 酸素原子 O の酸化数は +2 である。  
 (d) 酸と塩基 (base) の中和反応で、原子の酸化数は変わらない。

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

問8 鉛蓄電池 (lead storage battery) の中では、次のような反応が起こっている。



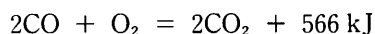
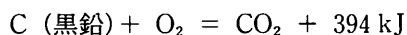
1.00 A の電流を 965 秒間流したときの正極 (anode) の質量の変化として、最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**8**

- ① 0.16 g 減少      ② 0.32 g 減少      ③ 0.48 g 減少  
 ④ 0.16 g 増加      ⑤ 0.32 g 増加      ⑥ 0.48 g 増加

問 9 次の熱化学方程式 (thermochemical equation) から、一酸化炭素 CO の生成熱 (heat of formation) を求め、最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**9** kJ/mol



- ① -222      ② -172      ③ -111      ④ 111      ⑤ 222

問 10 酸塩基平衡 (acid-base equilibrium) に関する次の記述(a)～(d)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。

**10**

- (a) 弱酸の水溶液では、酸の濃度が小さくなると電離度 (degree of electrolytic dissociation) が大きくなり、pH は小さくなる。  
 (b) 10 mol/L 塩酸 HCl aq 中にも、OH<sup>-</sup> が存在する。  
 (c) 塩化アンモニウム NH<sub>4</sub>Cl の水溶液は、塩基性を示す。  
 (d) 酢酸 CH<sub>3</sub>COOH と酢酸ナトリウム CH<sub>3</sub>COONa の混合溶液は、緩衝作用 (buffer action) があり、少量の酸を加えても pH はほぼ一定に保たれる。

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

問 11 次の(a)～(c)で発生する気体とその集め方(A), (B)について, 正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選ばさい。

11

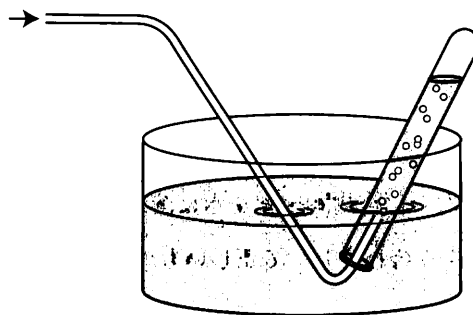
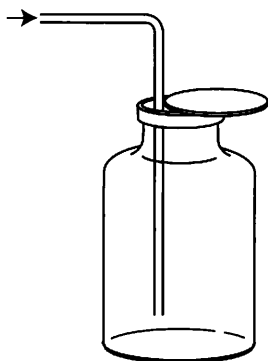
(a) 銅 Cu に濃硫酸 conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  を加えて加熱したときに発生する気体。

(b) 銅に濃硝酸 conc.  $\text{HNO}_3$  を加えたときに発生する気体。

(c) 銅に希硝酸 dil.  $\text{HNO}_3$  を加えたときに発生する気体。

(A) 下方置換 (downward delivery)

(B) 水上置換 (displacement of water)



	a	b	c
①	A	A	A
②	A	B	A
③	A	A	B
④	B	B	A
⑤	B	A	B
⑥	B	B	B



問 12 次の記述(a), (b)に当てはまる金属の組み合わせとして、最も適当なものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

(a) 希塩酸  $\text{dil. HCl}$  には溶解するが、濃硝酸  $\text{conc. HNO}_3$  には溶解しない。

(b) 希硝酸  $\text{dil. HNO}_3$  には溶解するが、水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  には溶解しない。

	a	b
①	Ag	Cu
②	Al	Fe
③	Cu	Mg
④	Fe	Ag
⑤	Zn	Fe

問 13 次の化合物(a)～(e)を水に溶かしたとき、酸性を示すものと塩基性 (basic) を示すもの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。

13

(a)  $\text{HCl}$       (b)  $\text{H}_2\text{S}$       (c)  $\text{NH}_3$       (d)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       (e)  $\text{NaCl}$

	酸性を示すもの	塩基性を示すもの
①	a, b	c, d
②	a, b	c, e
③	a, d	b, c
④	a, d	c, e
⑤	b, d	a, c
⑥	b, d	c, e

問 14 2 価の金属イオンを含む酸性水溶液 A, B それぞれに硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じたとき、溶液 A からは硫化物 (sulfide) が沈殿 (precipitate) し、溶液 B からは硫化物の沈殿はみられなかった。A, B に含まれる金属イオンの組み合わせ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

	A	B
①	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$
②	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Pb}^{2+}$
③	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
④	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$
⑤	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Pb}^{2+}$

問 15 ハロゲン (halogen) F, Cl, Br, I に関する次の記述①～⑤の中から、正しいものを一つ選びなさい。

15

- ①  $\text{I}_2$  が最も酸化力が強い。
- ② ハロゲンの単体 (element) には、常温 (normal temperature) で気体のものも、液体のものも、固体のものもある。
- ③ ハロゲンの単体の中には、無色のものもある。
- ④ ハロゲン原子は、いずれも  $-1$  以外の酸化数 (oxidation number) はとらない。
- ⑤ ハロゲンの単体は、いずれも水とは反応しない。

問 16 次の 4 種類のアルコール(a)~(d)をおだやかな条件 (mild conditions) で酸化したとき、アルデヒド (aldehyde) になるもの、ケトン (ketone) になるもの、酸化されにくいものとして、正しい組み合わせを下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

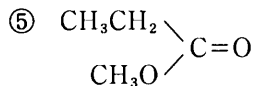
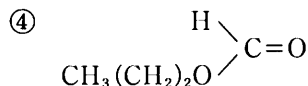
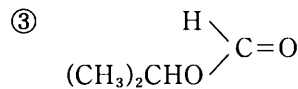
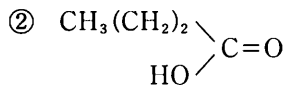
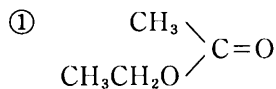
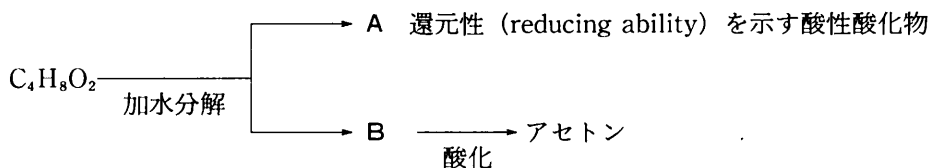
16

- (a)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$     (b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$     (c)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$   
 (d)  $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

	アルデヒドになるもの	ケトンになるもの	酸化されにくいもの
①	c, d	a	b
②	b, d	a	c
③	a, c	b	d
④	c, d	b	a
⑤	a, b	c	d
⑥	a, d	c	b

問 17 分子式  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  のエステル (ester) を加水分解 (hydrolysis) したところ、化合物 A、B が得られた。さらに、B を酸化するとアセトン (acetone) が得られた。このエステルの構造式として正しいものを、下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

17



問 18 官能基 (functional group) としてヒドロキシ基 (hydroxy group) だけをもつ分子が 0.5 mol 溶けているエーテル溶液 (ether solution) に、金属ナトリウム Na を水素  $H_2$  が発生しなくなるまで加えたところ、発生した水素の体積は標準状態で 22.4 L であった。この分子に存在するヒドロキシ基の数として、正しいものを次の①～⑥の中から一つ選ばなさい。

18 個

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

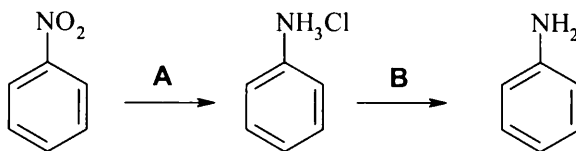
問 19 分子式  $C_7H_8O$  のベンゼン誘導体 (benzene derivative) の構造異性体 (structural isomer) の数として、正しいものを次の①～⑤の中から一つ選ばなさい。

19 個

- ① 2      ② 3      ③ 4      ④ 5      ⑤ 6

問 20 次の反応式に示すように、ニトロベンゼン (nitrobenzene) からアニリン (aniline) を合成するとき、必要な試薬 (reagent) A, B として最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選ばなさい。

20



	A	B
①	HCl	$NH_3$
②	HCl	NaOH
③	$H_2SO_4$	$NH_3$
④	$H_2SO_4$	NaOH
⑤	Sn, HCl	$NH_3$
⑥	Sn, HCl	NaOH

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** は空欄にしてください。

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、解答用紙の左上にある「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。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
○	○	●

問1 植物細胞の原形質流動（protoplasmic streaming）の観察に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① 材料として、ムラサキツユクサ（spiderwort）の雄しべ（stamen）の毛が適している。
- ② 核（nucleus）がよく観察できるように、酢酸オルセイン（acetic orcein）で染色（stain）する。
- ③ 細胞中の顆粒（granule）が、一定方向に流れるように動く。
- ④ 死んでいる細胞では、原形質流動は観察できない。
- ⑤ 液胞（vacuole）内部では、原形質流動は観察できない。

問2 オオカナダモ (*Egeria densa*) の葉を 11 % のスクロース溶液 (sucrose solution) の中にしばらく放置したところ、ほぼ半数の細胞でわずかに原形質分離 (plasmolysis) が観察された。この葉を、5 % のスクロース溶液 (外液と呼ぶ) の中にしばらく放置した場合、葉の細胞の状態と、外液に対する細胞の浸透圧 (osmotic pressure) の大きさはどうなっているか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

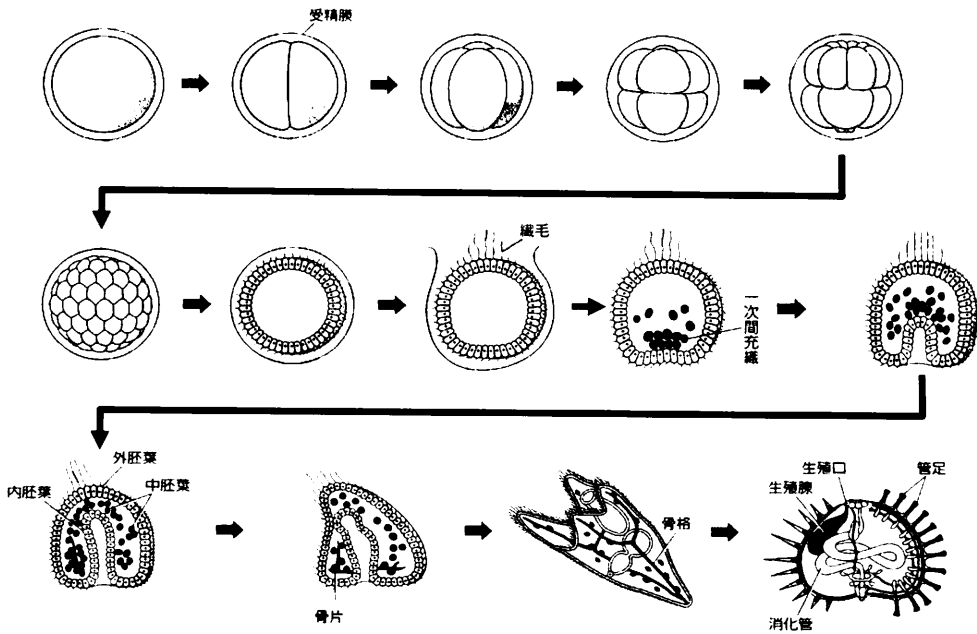
ただし、実験の間温度は一定で、外液の液量は十分に多いものとする。

**2**

	細胞の状態	細胞の浸透圧の大きさ
①	原形質分離を起こす。	外液の浸透圧より小さい。
②	原形質分離を起こす。	外液の浸透圧と等しい。
③	原形質分離を起こす。	外液の浸透圧より大きい。
④	緊張状態になる。	外液の浸透圧より小さい。
⑤	緊張状態になる。	外液の浸透圧と等しい。
⑥	緊張状態になる。	外液の浸透圧より大きい。

問3 次の図はウニ (sea urchin) の発生 (development) 過程を示した図である。これを参考にして、ウニの発生に関する記述として正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。なお、発生過程の各段階を示す名称は省略してある。

3



受精膜 (fertilization membrane) 絨毛 (cilia) 一次間充織 (primary mesenchyme)  
 外胚葉 (ectoderm) 中胚葉 (mesoderm) 内胚葉 (endoderm) 骨片 (spicule)  
 骨格 (skeleton) 生殖腺 (sexual gland) 生殖口 (genital opening) 管足 (ambulacral foot)  
 消化管 (digestive tract)

- ① 第2卵割 (second cleavage) は、赤道面 (equatorial plane) と平行の面で生じる。
- ② 8細胞期 (eight-cell stage) では、割球 (blastomere) の大きさに違いがみられる。
- ③ 胞胚腔 (blastocoel) は、動物極 (animal pole) 側に片寄っている。
- ④ 胞胚期 (blastula stage) に、ふ化 (hatching) する。
- ⑤ 原腸陥入 (gastrulation) は、動物極側から生じる。
- ⑥ 原口 (blastopore) は、将来プルテウス幼生 (pluteus larva) の口になる。



問 4 双子葉植物 (dicots) のからだのつくりについて述べた次の文 a～e の中から正しいものの二つの組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

4

- a 道管 (vessel) は根で吸収された水と無機塩類 (mineral salts) の通路である。
- b 分裂組織 (meristem) は、茎と根の先端以外の部分にも存在する。
- c 基本組織系 (fundamental tissue system) は根・茎・葉に分けられる。
- d 茎では、木部 (xylem) より内側に師部 (phloem) がある。
- e 葉の断面を見ると、海綿状組織 (spongy tissue) は葉の表側に、さく状組織 (palisade tissue) は裏側にある。

- ① a, b      ② a, c      ③ b, c      ④ b, d
- ⑤ c, d      ⑥ c, e      ⑦ d, e

問 5 ビードル (G. W. Beadle) とテータム (E. L. Tatum) はアカパンカビ (*Neurospora crassa*) の野生株 (wild type) に X 線 (X-rays) を照射して、突然変異体 (mutant) を作成した。この突然変異体は最少培地 (minimal medium) にアルギニン (arginine) を加えないと育たないアルギニン要求株 (arginine dependent mutant) であった。さらに詳しく調べると、アルギニン要求株には次の表に示す A～C の 3 つの型があることがわかった。この結果から判断できることとして誤っているものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

ただし、最少培地に含まれる物質から、アルギニンなどの 3 種の物質が順に合成されていくものとする。

5

		培養条件 (culture condition)			
		最少培地のみ	最少培地 + アルギニン	最少培地 + シトルリン	最少培地 + オルニチン
アル ギ ニ ン 要 求 株	A 型	×	○	○	×
	B 型	×	○	○	○
	C 型	×	○	×	×
野生株		○	○	○	○

アルギニン (arginine), シトルリン (citrulline), オルニチン (ornithine)

\* ○は生育できること, ×は生育できないことを示す。

- ① A 型には、オルニチンからシトルリンを合成する酵素 (enzyme) がない。
- ② B 型には、最少培地に含まれる物質からオルニチンを合成する酵素がない。
- ③ C 型には、シトルリンからアルギニンを合成する酵素がない。
- ④ 野生株には、最少培地に含まれる物質→シトルリン→オルニチンを経て、アルギニンを合成する酵素がある。

問 6 ある植物の 2 組の対立形質 (allelomorph) に注目し、遺伝子型 (genotype) が AAbb のものと aaBB のものを交雑 (cross) したところ、 $F_1$  の表現型 (phenotype) はすべて [AB] となった。この  $F_1$  を自家受精 (self-fertilization) して得られた  $F_2$  の表現型の割合は、

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 33 : 15 : 15 : 1$$

となった。 $F_1$  がつくった配偶子 (gamete) の遺伝子型の割合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。なお、A は a に対して、B は b に対してそれぞれ優性 (dominant) であるとする。 注：[ ] は表現型をあらわす。

6

- ①  $AB : Ab : aB : ab = 0 : 3 : 1 : 0$
- ②  $AB : Ab : aB : ab = 1 : 3 : 3 : 1$
- ③  $AB : Ab : aB : ab = 6 : 3 : 3 : 1$
- ④  $AB : Ab : aB : ab = 9 : 3 : 3 : 1$
- ⑤  $AB : Ab : aB : ab = 1 : 5 : 5 : 1$
- ⑥  $AB : Ab : aB : ab = 5 : 1 : 1 : 5$

問 7 ヒトの耳に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7

- ① からだの傾きの感覚は、前庭 (vestibule) にある有毛細胞 (hair cell) 上の平衡石 (statolith) の位置がずれることによって生じる。
- ② からだの回転の方向やその速さは、半規管 (semicircular canal) が受容している。
- ③ 中耳 (middle ear) にある耳小骨 (auditory ossicle) は、外耳 (outer ear) からの振動を増幅して内耳 (inner ear) に伝える。
- ④ 聴覚 (auditory sense) は、コルチ器官 (Corti's organ) の聴細胞がおおい膜 (tectorial membrane) と接触して生じた興奮が脳 (cerebrum) へ伝わることによって成立する。
- ⑤ 音が低音の場合は、うずまき管 (cochlea) の入り口に近い部分の基底膜 (basilar membrane) が振動し、高音の場合はより奥の方にある基底膜が振動する。

問 8 ヒトの神経系 (nervous system) に関して、次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1) 脳 (brain) と脊髄 (medulla spinalis) 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。

8

- ① 神経細胞 (nerve cell) の細胞体は、大脳 (cerebrum) の白質 (white matter) 部分に多く存在する。
- ② 脳は骨に囲まれているが、脊髄は骨に囲まれていない。
- ③ 神経細胞の軸索 (axon) 部分は、脳でも脊髄でも表面近くに多く存在する。
- ④ 運動神経 (motor nerve) で分泌される神経伝達物質 (neuron transmitter) は、アセチルコリン (acetylcholine) である。
- ⑤ 反射は大脳を経由しないので、刺激に対して無意識に起こるが、行動に移るまでの時間は長い。

- (2) 右肩にものが触れたとき、活動が盛んになる脳の領域はどこか。正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

- ① 大脳の右半球      ② 大脳の左半球      ③ 大脳の両半球
- ④ 小脳の右半球      ⑤ 小脳の左半球      ⑥ 小脳の両半球

小脳 (cerebellum), 半球 (hemisphere)

問 9 動物の効果器 (effector) に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① 横紋筋 (striated muscle) と平滑筋 (smooth muscle) は、一つの細胞中に多数の核 (nucleus) をもつ。
- ② 筋肉の単収縮 (twitch) が終わらないうちに次の刺激を与えても、収縮 (contraction) の大きさは変わらない。
- ③ 外分泌腺 (exocrine gland) は、ホルモン (hormone) などを血液中に分泌する腺で、導管 (excretory duct) をもつ。
- ④ ゾウリムシ (paramecium) は体表面にべん毛 (flagellum) を持ち、波打つように動かして運動する。
- ⑤ シビレエイ (electric ray) やデンキウナギ (electric eel) は、発電器官 (electric organ) をもち、電流を体外に流してエサをとったり、外敵から身を守ったりする。

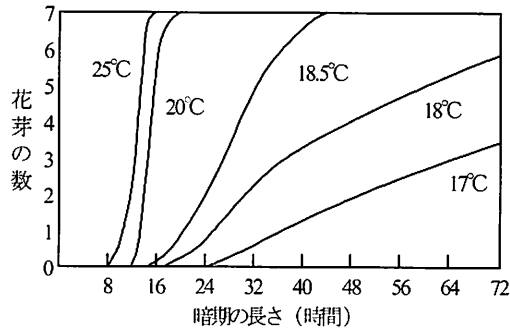
問 10 植物における水の吸収と上昇に関係する文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11

- ① 根毛 (root hair) の細胞内液の方が、土壌中の水溶液より浸透圧 (osmotic pressure) が高い場合、根毛は土壌中から吸水することができない。
- ② 水には分子どうして引き合う性質があるので、道管 (vessel) 中の水は途切れることなく引き上げられる。
- ③ 植物体内の水が、水蒸気として空気中に放出される現象を蒸散 (transpiration) という。
- ④ 陸上植物は、その体表面にクチクラ (cuticle) を発達させ、余分な水の蒸発を防いでいる。
- ⑤ 気孔 (stoma) は2つの孔辺細胞 (guard cell) のすき間であり、孔辺細胞の膨圧 (turgor pressure) の変化で開閉が調節される。

問 11 アサガオ (morning glory) は、一定時間の連続した暗期があると花芽 (flower bud) を形成する。次の図は、アサガオの花芽形成と暗期の長さの関係が、温度条件によってどのように変わるかを示したものである。図の下のア～エについて、この図から読み取れることとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

12



- a 野外では、気温 17°C 以下で花芽を付けることはない。
- b アサガオは短日植物 (short-day plant) だが、生育時の温度が下がるにつれて長日植物 (long-day plant) になる。
- c アサガオは、生育温度が下がっても短日植物である。
- d アサガオは長日植物だが、生育時の温度が下がるにつれて短日植物になる。
- e アサガオは、生育温度が下がっても長日植物である。

- ① a, b      ② b      ③ a, c      ④ c
- ⑤ a, d      ⑥ d      ⑦ a, e      ⑧ e

問 12 幼植物の根の屈性 (tropism) について調べるために、図 1 のように、根に A～C の印をつけて暗室内に水平に置いた。翌日、根は下方に屈曲して、A～C の印の位置も図 2 のように変化していた。この現象について、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

図 1

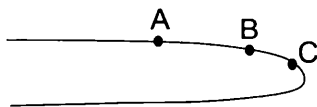
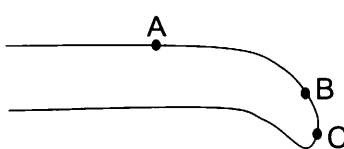


図 2



(1) 屈曲が起こる原因について述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

- ① 図の A～B での上側の細胞の伸長が下側よりも大きい。
- ② 図の A～B での下側の細胞の伸長が上側よりも大きい。
- ③ 図の A～B での上側の細胞分裂 (cell division) が下側よりも盛んである。
- ④ 図の A～B での下側の細胞分裂が上側よりも盛んである。

(2) 屈曲におけるオーキシシン (auxin) の働きについて述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

- ① オーキシシンが重力の方向と反対側に蓄積し、その部分の成長を促進する。
- ② オーキシシンが重力の方向と反対側に蓄積し、その部分の成長を抑制する。
- ③ オーキシシンが重力の方向に蓄積し、その部分の成長を促進する。
- ④ オーキシシンが重力の方向に蓄積し、その部分の成長を抑制する。

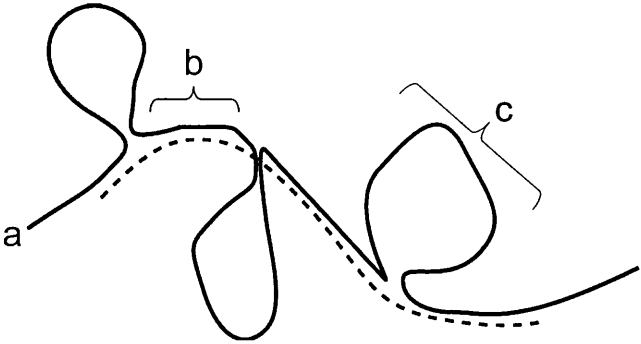




問 14 次の図は、真核生物 (eukaryote) のリボソーム (ribosome) に結合する直前の mRNA を取り出し、その鋳型 (template) となった DNA と相補的に結合させたときの電子顕微鏡 (electron microscope) 写真を模式的に示したものである。

図の a, b, c はそれぞれ何を表しているか。正しい組み合わせを下の①～④の中から一つ選びなさい。

17



	a	b	c
①	mRNA	イントロン (intron)	エキソン (exon)
②	mRNA	エキソン	イントロン
③	DNA	イントロン	エキソン
④	DNA	エキソン	イントロン

問 15 植物細胞の細胞壁 (cell wall) を分解する処理をすると、細胞壁をもたないプロトプラスト (protoplast) と呼ばれる細胞が得られる。異なる植物から得られたこの細胞を混合し、適切な濃度のポリエチレングリコール (polyethylene glycol) を作用させると、細胞どうしを融合 (fusion) することができる。

これについて述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **18**

- ① 細胞壁を分解する処理には、塩酸 (hydrochloric acid) を使用する。
- ② 細胞内と等張な (isotonic) 溶液中で、細胞壁を失った植物細胞は球形になる。
- ③ 2 種類の異なる細胞を混合した場合には、同じ種類の細胞どうしのみで融合する。
- ④ ポリエチレングリコールは、細胞壁の合成を促進して細胞融合を促す。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** には何も書かないでください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

# <理 科>

## 物 理

問	Ⅰ							Ⅱ			Ⅲ		
	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 1	問 2	問 3	問 1	問 2	問 3
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
正解	6	3	4	5	1	2	2	1	5	4	3	1	5

問	Ⅳ					
	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6
解答欄	14	15	16	17	18	19
正解	4	1	3	4	3	2

## 化 学

問	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8	問 9	問10	問11	問12	問13	問14	問15	問16
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
正解	3	2	4	2	1	3	5	5	4	5	3	2	1	1	2	3

問	問17	問18	問19	問20
解答欄	17	18	19	20
正解	3	4	4	6

## 生 物

問	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8	問 9	問10	問11	問12	問13
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
正解	2	6	4	1	4	2	5	4	2	5	1	3	1

問	問14	問15
解答欄	17	18
正解	4	2