

平成23年度  
日本留学試験(第1回)

試験問題

平成23年度（2011年度）日本留学試験

## 理 科

（80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 ～ 20
化学	21 ～ 33
生物	35 ～ 51

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。

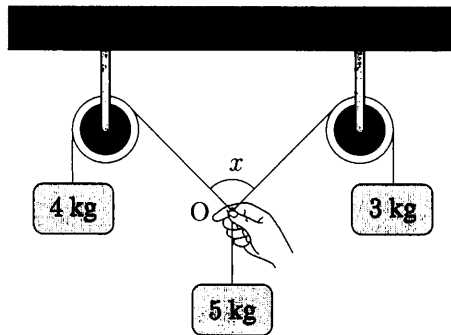
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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), G (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、3つのおもり (質量 3.0 kg, 4.0 kg, 5.0 kg) をロープでつなぎ、なめらかに回転する定滑車 (fixed pulley) に下げた。ロープの角度  $x$  を図のように定めた。点 O を手で支え、 $x = \theta$  となった位置で手を離したところ、3つのおもりはつり合って静止した。ロープの質量は無視できるものとする。

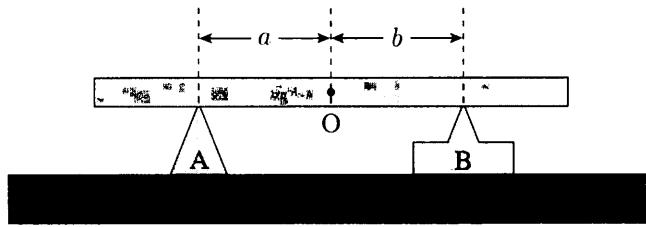


問 1 角度  $\theta$  はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**1**

- ①  $30^\circ$       ②  $45^\circ$       ③  $60^\circ$       ④  $90^\circ$       ⑤  $120^\circ$

**B** 次の図のように、一様な角棒を、2つの支持台A、Bで水平に保っている。Bは床に固定されている。Aを等速で棒の中心Oに近づけていくと、はじめAは棒の下をすべって動き、棒はBに対して静止していた。あるところまでAがくるとBの上を棒がすべりはじめた。A、Bと棒の間の静止摩擦係数（coefficient of static friction）は0.50、動摩擦係数（coefficient of kinetic friction）は0.20である。

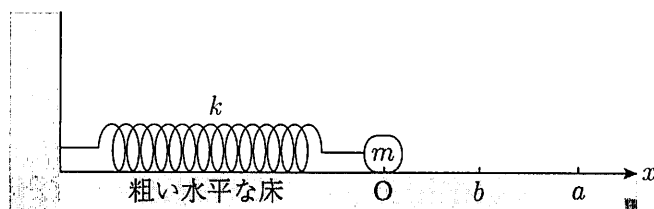


問2 上の図のように、距離  $a$ 、 $b$  を定めると、Bの上を棒がすべりはじめる瞬間の  $\frac{b}{a}$  はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**2**

- ① 0.40      ② 0.50      ③ 1.0      ④ 2.0      ⑤ 2.5

- C 次の図のように、ばね定数  $k$  のばねの一端を壁に、もう一端を粗い水平な床の上に置かれた質量  $m$  の物体に結びつけた。床に沿って  $x$  軸をとる。 $x$  軸の原点は、ばねが自然長のときの物体の位置にとる。物体を  $x = a$  ( $a > 0$ ) の位置まで引いて、静かに手を離した。その後、物体は  $x = b$  の位置で静止した。物体と床との間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を  $\mu'$  とする。



問3  $b$  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。

3

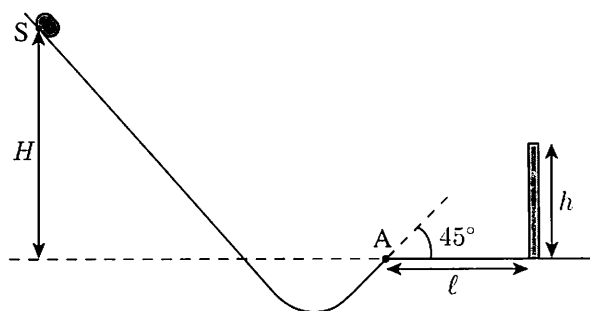
①  $a - \frac{\mu' mg}{k}$

②  $-a + \frac{\mu' mg}{k}$

③  $a - \frac{2\mu' mg}{k}$

④  $-a + \frac{2\mu' mg}{k}$

**D** 次の図のような斜面上の点Sから初速0ですべり下りた小物体が、点Aで水平から測って角度 $45^\circ$ で上方に飛び出した。SはAより $H$ だけ高い位置にある。また、Aから測って水平に距離 $\ell$ の場所に、高さ $h$ の障害物がある。ただし $\ell > h$ とし、斜面と小物体の間の摩擦は無視できるものとする。



問4 小物体がこの障害物を越えるための条件を $\ell$ ,  $h$ ,  $H$ で表すとどうなるか。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  $H > \frac{\ell^2}{2h}$

②  $H > \frac{\ell^2}{4h}$

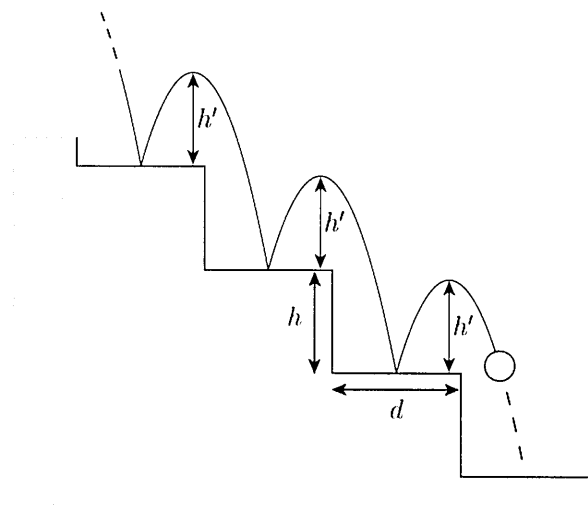
③  $H > \frac{\ell^2}{8h}$

④  $H > \frac{\ell^2}{2(\ell - h)}$

⑤  $H > \frac{\ell^2}{4(\ell - h)}$

⑥  $H > \frac{\ell^2}{8(\ell - h)}$

**E** 次の図のように、なめらかな水平面でできた階段を、質量  $m$  の小球がどの段でも全く同じようにはね返りながら1段ずつ下っている。階段1段分の高さは  $h$  で、幅は  $d$  である。1回のはね返りの後に到達する高さを  $h'$  とする。また、小球と段とのはね返り係数を  $e$  とする。



問5  $\frac{h'}{h}$  として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

①  $\frac{e}{1-e}$

②  $\frac{e}{1-e^2}$

③  $\frac{e}{(1-e)^2}$

④  $\frac{e^2}{1-e}$

⑤  $\frac{e^2}{1-e^2}$

⑥  $\frac{e^2}{(1-e)^2}$



**F** 図1のような単振り子と、図2のようなばね振り子がある。地球上での単振り子の鉛直面（vertical plane）内での振動の周期は  $T_1$ 、ばね振り子の鉛直線（vertical line）上の振動の周期は  $T_2$  である。

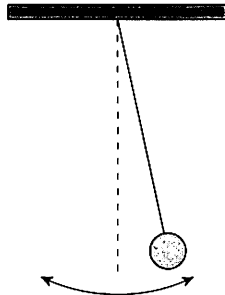


図 1

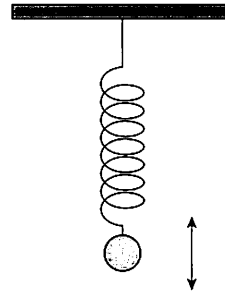


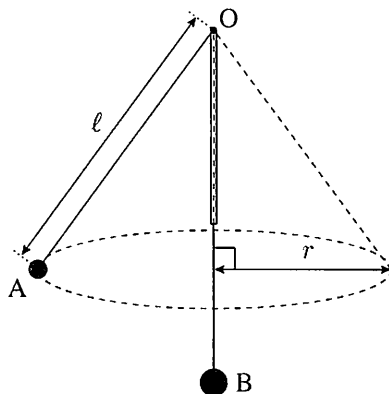
図 2

問 6 この2つの振り子を月面にもっていったとき、単振り子の周期およびばね振り子の周期はどうなるか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、月面での重力加速度の大きさは地球上の重力加速度の大きさの  $\frac{1}{6}$  とする。

6

	単振り子の周期	ばね振り子の周期
①	$\sqrt{6}T_1$	$\sqrt{6}T_2$
②	$\frac{T_1}{\sqrt{6}}$	$T_2$
③	$T_1$	$\frac{T_2}{\sqrt{6}}$
④	$\sqrt{6}T_1$	$T_2$
⑤	$\frac{T_1}{\sqrt{6}}$	$\frac{T_2}{\sqrt{6}}$
⑥	$T_1$	$\sqrt{6}T_2$

- G** 次の図のように、鉛直に（vertically）立てた細い管に軽い糸を通し、その一端に質量  $m$  のボール A を、他端には質量  $M$  ( $> m$ ) のおもり B を、それぞれ取り付け、A を水平面内で半径  $r$  の等速円運動をさせた。このとき、B は静止しており、点 O から A の中心までの長さが  $\ell$  であった。O における摩擦は無視できるものとする。



問7 A の円運動の周期はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7

①  $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

②  $2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$

③  $2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{\ell^2 - r^2}}{g}}$

④  $2\pi\sqrt{\frac{r\sqrt{\ell^2 - r^2}}{g\ell}}$

⑤  $2\pi\sqrt{\frac{r\ell}{g\sqrt{\ell^2 - r^2}}}$

**II**

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

**A** 密閉した容器の中に、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $10\text{ g}$  の水を入れ、 $100^{\circ}\text{C}$  の水蒸気を吹き込んだ。じゅうぶん時間がたった後、氷と水蒸気は、温度  $40^{\circ}\text{C}$  の水になった。ただし、容器の熱容量は無視でき、熱は外部に逃げないものとする。また、氷の融解熱 (heat of fusion) を  $3.3 \times 10^2\text{ J/g}$ 、水の比熱 (specific heat) を  $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、水の蒸発熱 (heat of vaporization) を  $2.3 \times 10^3\text{ J/g}$  とする。

問 1 加えた水蒸気の量は何 g か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**8** g

① 0.66

② 1.3

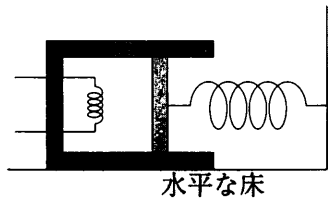
③ 2.0

④ 6.6

⑤ 13

⑥ 20

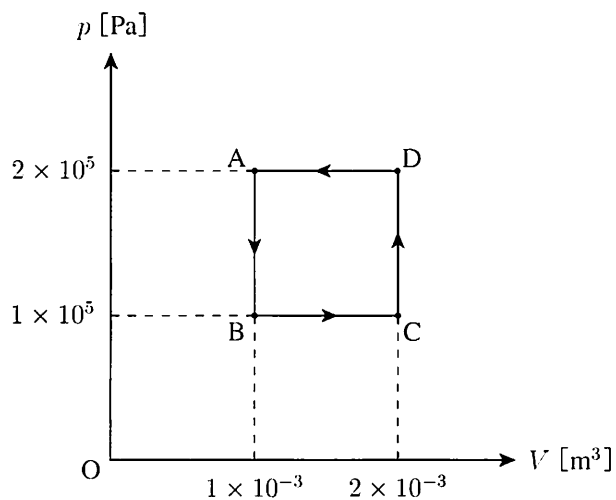
**B** 次の図のように、断熱材でできたシリンダーとピストンからなるヒーターのついた容器に 1 mol の単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) が詰められている。ピストンはなめらかに動き、ばね定数  $k$  のばねの一端が取り付けられている。ばねの他端は壁に固定されている。ピストンの断面積は  $S$  で、質量は無視できるものとする。シリンダーは水平な床に固定されている。気体がつめられた状態で、ばねの長さは自然長であった。外気圧を  $p_0$  とする。



問2 ヒーターで、気体に熱を与えたところ、気体の温度は  $\Delta T$  上がり、ばねは  $\Delta x$  だけ縮んだ。気体の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  と気体がした仕事  $W$  はいくらか。 $\Delta U$  と  $W$  の組み合わせとして正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 9

	内部エネルギーの変化 $\Delta U$	気体がした仕事 $W$
①	$\frac{3}{2} R \Delta T$	$p_0 S \Delta x + \frac{k}{2} (\Delta x)^2$
②	$\frac{3}{2} R \Delta T$	$p_0 S \Delta x + k (\Delta x)^2$
③	$\frac{5}{2} R \Delta T$	$p_0 S \Delta x + \frac{k}{2} (\Delta x)^2$
④	$\frac{5}{2} R \Delta T$	$p_0 S \Delta x + k (\Delta x)^2$

**C** 次の図のように、気体の状態を  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  と変化させた。



問3 気体が外にした仕事として、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、マイナスの符号は、気体が外から仕事をされたことを示す。

**10** J

①  $-4 \times 10^2$

②  $-2 \times 10^2$

③  $-1 \times 10^2$

④  $1 \times 10^2$

⑤  $2 \times 10^2$

⑥  $4 \times 10^2$

## III

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

- A** 一様な深さの水槽の水面上に、周期  $0.20\text{ s}$  の振動子 P を置くと、図 1 のように、円形の波面が広がっていった。同じ水槽上で、図 2 のように P を一定の速さ  $v$  で矢印の方向に動かすと、進行方向の前方の波長は  $0.70\text{ m}$ 、後方の波長は  $0.90\text{ m}$  となった。

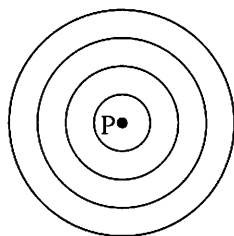


図 1

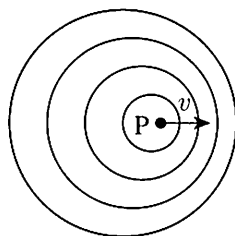
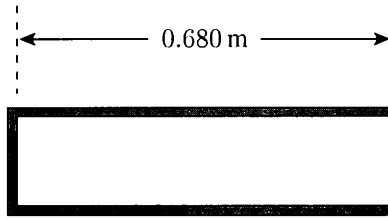


図 2

問 1  $v$  は何  $\text{m/s}$  か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **11**  $\text{m/s}$

①  $0.020$ ②  $0.040$ ③  $0.10$ ④  $0.20$ ⑤  $0.50$ ⑥  $1.0$

**B** 次の図のような、長さが  $0.680\text{ m}$  の閉管がある。音の速さを  $340\text{ m/s}$  とする。

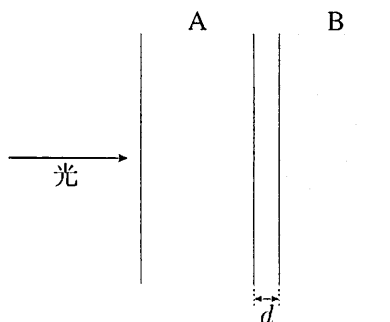


問2 この閉管に共鳴 (resonance) する振動数の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、開口端の補正 (open end correction) は無視できるものとする。

12
----

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| ① 125 Hz, 250 Hz | ② 150 Hz, 450 Hz | ③ 250 Hz, 500 Hz |
| ④ 250 Hz, 625 Hz | ⑤ 375 Hz, 625 Hz | ⑥ 375 Hz, 750 Hz |

- C** 次の図のように、2枚の平面ガラス板 A、B を距離  $d$  だけ離して平行に配置した。A に垂直に波長  $\lambda$  の単色光が入射し、B を透過して出てくる。このとき、直接出てきた光と B と A で反射した後に出てきた光が干渉する。



- 問3 光が強めあうときの  $d$  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。ただし、 $m = 1, 2, \dots$  とする。

13

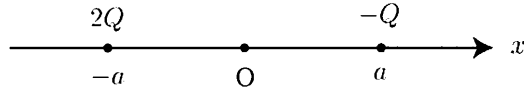
- ①  $\left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2}$       ②  $m \frac{\lambda}{2}$       ③  $\left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda$       ④  $m \lambda$



**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,  $x$  軸上の点  $x = a$  ( $> 0$ ) に電荷  $-Q$  ( $Q > 0$ ) の点電荷を,  $x = -a$  に電荷  $2Q$  の点電荷を置いた。無限遠 (infinite distance) での電位を 0 とする。



問 1  $x$  軸上で, 電位が 0 になる点の  $x$  座標はいくらか。最も適当なものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

**14**

①  $-\frac{1}{2}a, -2a$

②  $-\frac{1}{3}a, -3a$

③ 0

④  $\frac{1}{3}a, 3a$

⑤  $\frac{1}{2}a, 2a$

**B** 極板 A, B の間の距離が  $3d$  のコンデンサーに, A から  $2d$  の距離に同じ面積の薄い極板 P を挿入してある。図 1 のように, A と B にスイッチ  $S_1$  と起電力  $V$  の 2 個の電池を接続し, スイッチ  $S_2$  を使って P を 2 個の電池の間に接続した。はじめ  $S_1$  と  $S_2$  は開いていて A, B, P に電荷はなかった。次に, 図 2 のように,  $S_1$  と  $S_2$  を閉じて AP, PB 間をそれぞれ電位差  $V$  とする。しばらくして  $S_1$  と  $S_2$  を開き, その後, 図 3 のように P を  $d$  だけ A に近づけた。

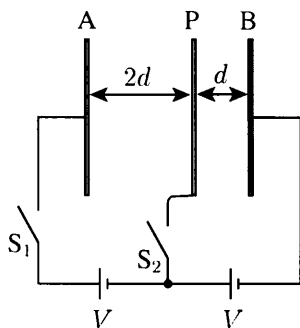


図 1

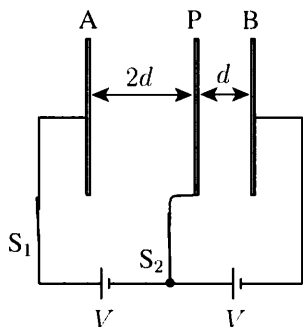


図 2

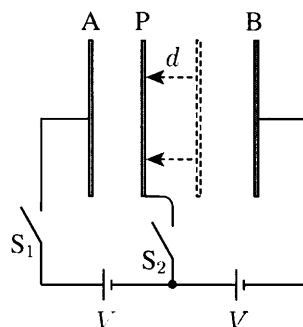


図 3

問 2 図 2 の状態から図 3 の状態にしたとき, コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは何倍になったか。最も適当なものを, 次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**15** 倍

①  $\frac{1}{2}$

②  $\frac{2}{3}$

③  $\frac{3}{4}$

④ 1

⑤  $\frac{4}{3}$

⑥  $\frac{3}{2}$

⑦ 2

C 電圧が変えられる直流電源と、3つの抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ が図1のように接続されている。 $R_1$ の抵抗値は $3.0\ \Omega$ である。直流電源の電圧を変化させたとき、 $R_1$ に流れる電流 $I_1$ および $R_2$ に流れる電流 $I_2$ は、それぞれ図2および図3のように変化した。

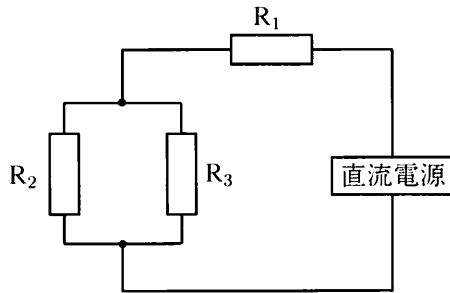


図1

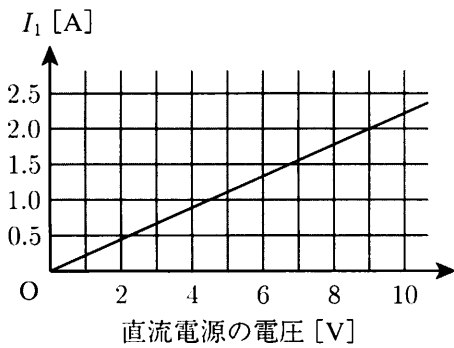


図2

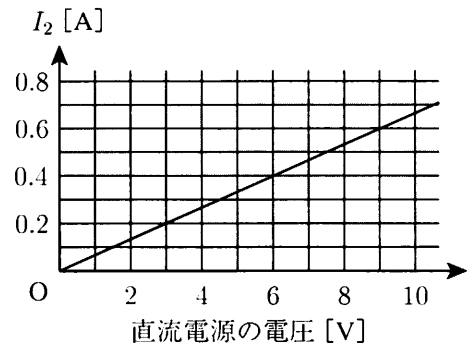


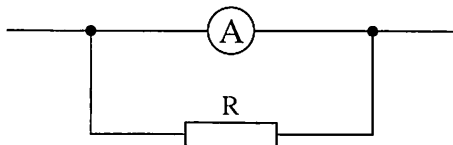
図3

問3  $R_3$ の抵抗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。

**16**  $\Omega$

- ① 1.2      ② 1.6      ③ 2.1      ④ 2.7      ⑤ 3.1      ⑥ 3.8

- D** 最大測定電流値が10 mA、内部抵抗が $0.90\ \Omega$ の電流計がある。次の図のように、この電流計に抵抗 R を接続して、最大測定電流値を100 mA とする。



- 問4 R の抵抗値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。

**17**  $\Omega$

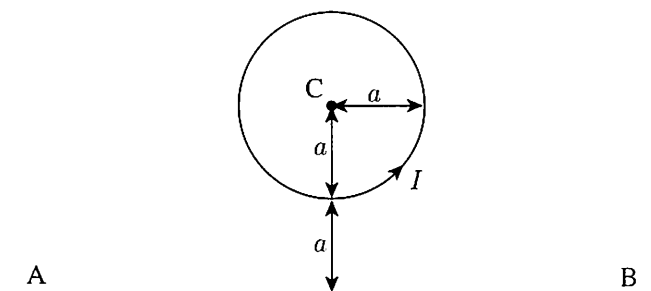
① 0.010

② 0.10

③ 1.0

④ 10

**E** 次の図のように、一本の長い導線 AB と AB から  $2a$  離れた点 C を中心とする半径  $a$  の導線の円がある。この円に電流  $I$  が流れているとき、AB 間に電流を流して、C での磁場を 0 にした。

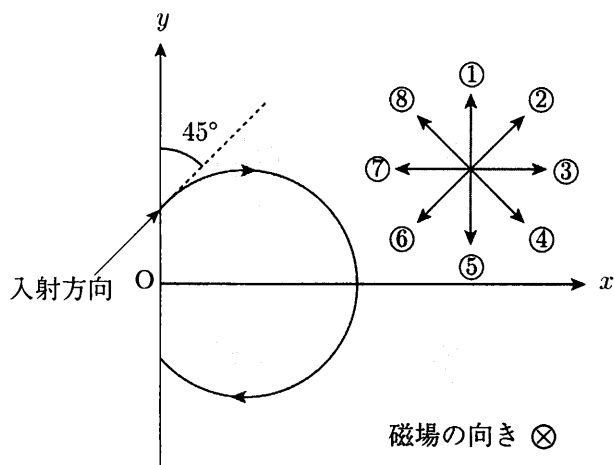


問5 AB 間に流した電流の向きと大きさの組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

	電流の向き	電流の大きさ
①	A → B	$\pi I$
②	A → B	$2\pi I$
③	A → B	$4\pi I$
④	B → A	$\pi I$
⑤	B → A	$2\pi I$
⑥	B → A	$4\pi I$

**F** 次の図で、 $x > 0$  の領域には一様な磁場が、紙面に垂直で表から裏向きにかかっている。荷電粒子（charged particle）を  $y$  軸とのなす角  $45^\circ$  の向きに入射させたところ、図のような円軌道を描いた。次に、この領域に適切な強さの電場をある向きにかけて同じ実験を行ったところ、荷電粒子は入射した向きに一定の速さで直進した。



問6 電場の向きとして最も適当なものを、上の図中の①～⑧の中から一つ選びなさい。

19

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。