

平成28年度  
日本留学試験(第1回)

試験問題

The Examination

# 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 ～ 35
生物	37 ～ 52

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** 図1のように、糸の一端におもりを付け、他端を手で持ってつるし、糸がたるまないようにしておもりを鉛直方向に運動させた。図2は、おもりの床からの高さ  $h$  が時刻  $t$  とともにどのように変化したかを示したグラフである。

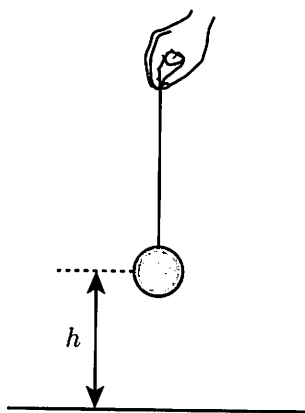


図1

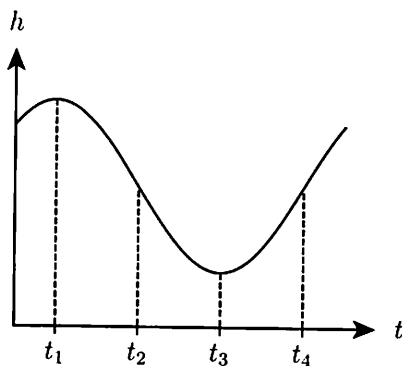


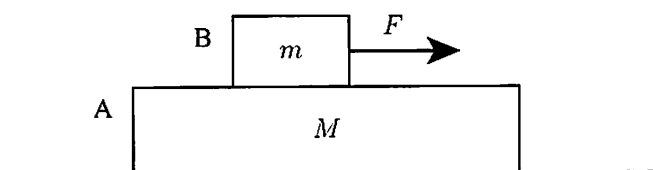
図2

**問1** 図2のグラフ中の時刻  $t_1 \sim t_4$  のうち、糸の張力が最も大きくなる時刻はどれか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

①  $t_1$ ②  $t_2$ ③  $t_3$ ④  $t_4$

- B** 次の図のように、水平な床の上に質量  $M$  の直方体の物体 A が静止していて、その上面に質量  $m$  の物体 B が静止している。床と A の間には摩擦がない。A と B の間には摩擦があり、その静止摩擦係数を  $\mu$  とする。B に水平方向右向きの力を加え、その力の大きさ  $F$  を 0 から徐々に大きくする。  $F$  が小さいときは A と B は一体となって運動したが、  $F$  がある値  $F_0$  より大きくなると、B は A の上を滑りだした。



問2  $F_0$  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。

2

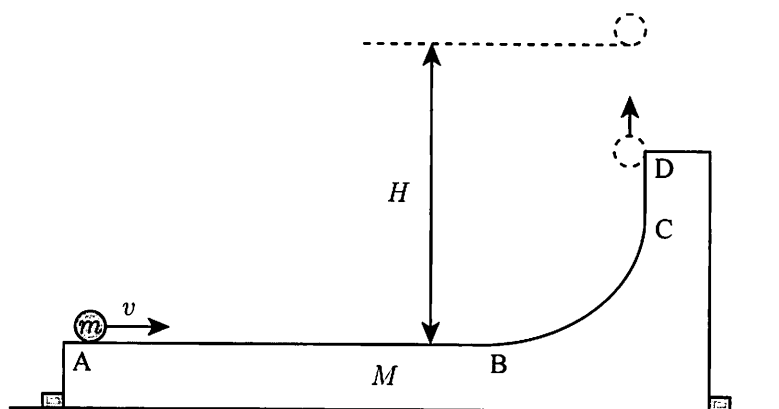
①  $\mu mg$

②  $\mu(M + m)g$

③  $\frac{\mu(M + m)mg}{M}$

④  $\frac{\mu(M + m)Mg}{m}$

- C** 次の図のように、質量  $M$  の台があり、その上面  $AB$  は水平で、鉛直な面  $CD$  となめらかにつながっている。はじめ、この台を水平な床に置き固定する。台の水平面  $AB$  上に質量  $m$  の小物体をのせ、水平方向に初速  $v$  を与えると、小物体は  $CD$  を経て、台から真上に飛び出し、水平面  $AB$  からの高さ  $H$  まで上がった。小物体と台の間に摩擦はない。次に、台を固定しないで床の上に置き、静止させる。前と同じく質量  $m$  の小物体を水平面  $AB$  上のにせて初速  $v$  を与えると、小物体は  $CD$  を経て台を飛び出し、水平面  $AB$  からの高さ  $h$  まで上がった。台と床の間に摩擦はない。

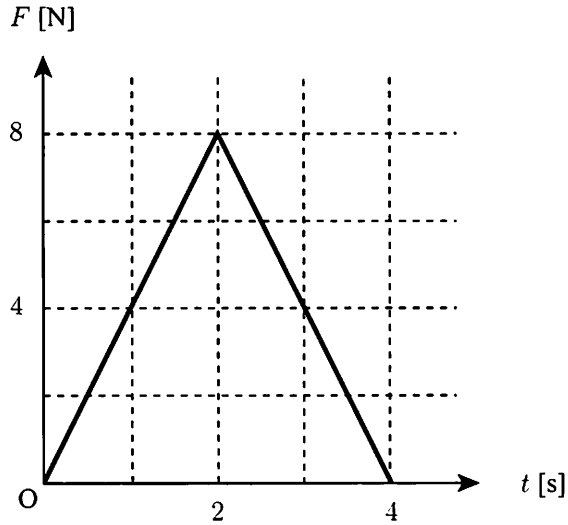


- 問3  $\frac{h}{H}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ①  $\frac{M}{M+m}$       ②  $\frac{m}{M+m}$       ③  $\sqrt{\frac{M}{M+m}}$       ④  $\sqrt{\frac{m}{M+m}}$

- D** なめらかな水平面上を速さ  $3.0 \text{ m/s}$  で等速直線運動している質量  $4.0 \text{ kg}$  の物体に、ある時刻から  $4.0 \text{ s}$  後まで力を加えた。力の向きは物体の速度と同じ向きである。次の図は、力の大きさ  $F \text{ [N]}$  と時間  $t \text{ [s]}$  の関係を示したグラフである。



- 問4 力を加えた後の物体の運動量はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$

- ① 0      ② 12      ③ 16      ④ 28      ⑤ 32      ⑥ 44

- E** 図1のように、1つのばねにおもりを付けて天井からつるし、おもりをつり合いの位置から下に引き、静かに手をはなし鉛直方向に単振動させるときの周期を  $T_1$  とする。図1のばねと同じばねを2つ、質量の無視できる棒で図2のように接続して、図1と同じおもりを付けて単振動させるときの周期を  $T_2$  とする。

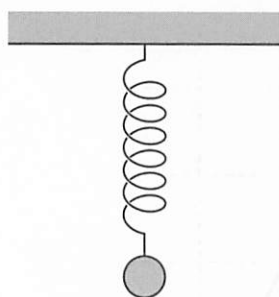


図1

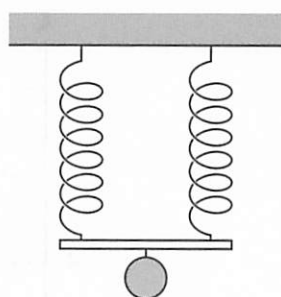


図2

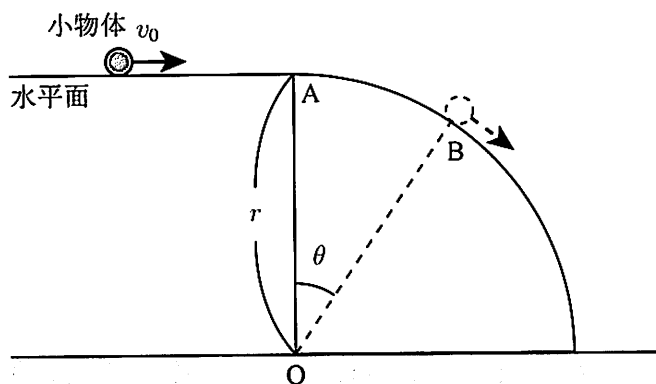
- 問5  $\frac{T_2}{T_1}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選ばさい。

5

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



- F** 次の図のように、中心がOで半径 $r$ の $\frac{1}{4}$ 円柱が水平な床に固定され、上端Aに水平面が接続している。水平面上で小物体を速さ $v_0$ で運動させたところ、小物体は点Bの位置で円柱の表面から離れた。 $\angle AOB = \theta$ とする。小物体と水平面の間、小物体と円柱の表面の間に摩擦はない。



問6  $v_0$  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。

6

- |  |  |
|--|--|
| ① $\sqrt{(3 \sin \theta - 2)gr}$               | ② $\sqrt{(3 \cos \theta - 2)gr}$               |
| ③ $\sqrt{(2 \sin \theta + \cos \theta - 2)gr}$ | ④ $\sqrt{(\sin \theta + 2 \cos \theta - 2)gr}$ |

## II

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

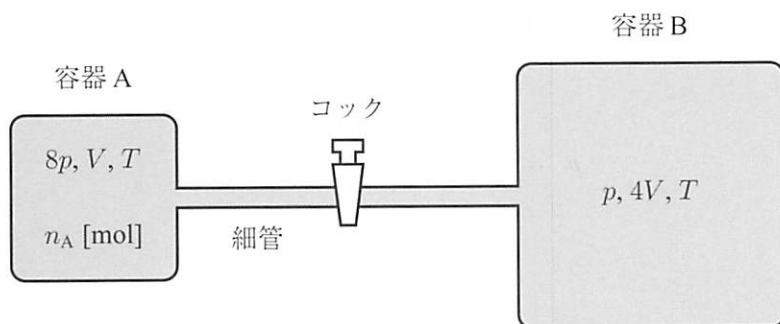
- A** 温度  $-20^{\circ}\text{C}$  の容器に、質量  $1.0\text{ kg}$ 、温度  $-20^{\circ}\text{C}$  の氷を入れ、単位時間あたり一定の熱量を与え続けながら容器中の温度変化を測定した。1 分間に  $1.0 \times 10^1\text{ K}$  の速さで温度が上がり、 $0^{\circ}\text{C}$  になったところで、ある時間は温度が変化せず、その後再び温度が上昇し始めた。容器の熱容量を  $1.0 \times 10^3\text{ J/K}$ 、氷の比熱を  $2.0 \times 10^3\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ 、氷の融解熱を  $3.3 \times 10^5\text{ J/kg}$  とする。容器と容器中の温度は常に同じであるとする。

問 1  $0^{\circ}\text{C}$  のまま温度が変化しなかった時間は何分か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7** 分

- ① 1.1      ② 2.2      ③ 3.3      ④ 11      ⑤ 22      ⑥ 33

- B** 次の図のように、理想気体の入った体積  $V$  の容器 A と、同じ理想気体の入った体積  $4V$  の容器 B が、体積の無視できる細管でつながれている。細管にはコックがあり、最初コックは閉じられていた。A 内の気体の圧力は  $8p$ 、絶対温度は  $T$  であり、B 内の気体の圧力は  $p$ 、絶対温度は  $T$  であった。A 内の気体の物質量を  $n_A$  [mol] とする。コックを開いて 2 つの容器に入っている気体を混合させた。混合後の A 内の気体の物質量を  $n'_A$  [mol] とする。容器、細管、コックは断熱材でできている。

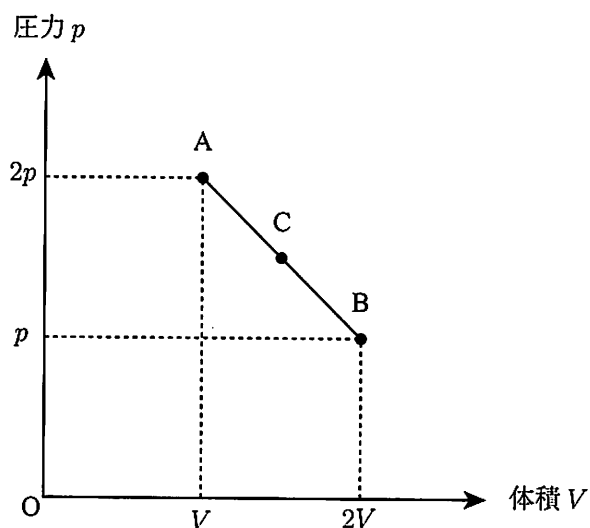


問2  $\frac{n'_A}{n_A}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ①  $\frac{3}{10}$       ②  $\frac{1}{2}$       ③  $\frac{3}{5}$       ④  $\frac{3}{4}$       ⑤  $\frac{12}{5}$

- C** 次の図のように、一定量の理想気体の状態を  $A \rightarrow B$  と変化させた。図中の  $A$  と  $B$  の中点が表す状態を  $C$  とする。 $A$ ,  $B$ ,  $C$  における理想気体の絶対温度を、それぞれ  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  とする。



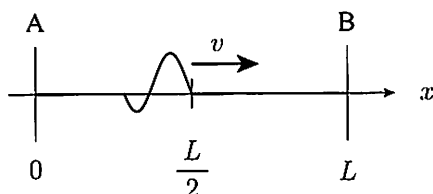
- 問3  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  の間の関係として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9

- ①  $T_A = T_B = T_C$       ②  $T_A = T_B < T_C$       ③  $T_C < T_A = T_B$   
 ④  $T_A < T_C < T_B$       ⑤  $T_B < T_C < T_A$

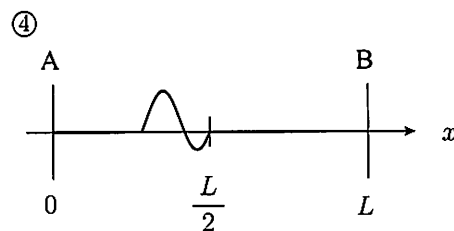
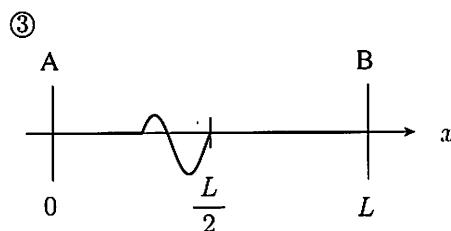
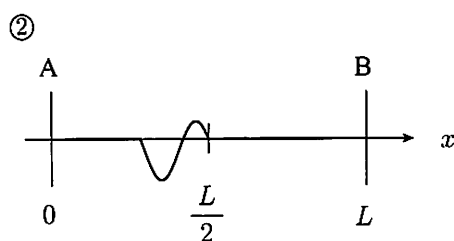
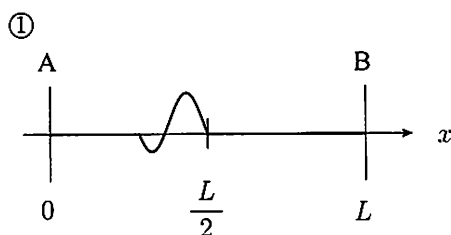
Ⅲ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 次の図は、 $x$  軸上を速さ  $v$  で進む波の、時刻  $t = 0$  での波形を示している。この波は、 $x = 0$  の位置 A で固定端による反射をし、 $x = L$  の位置 B で自由端による反射をする。

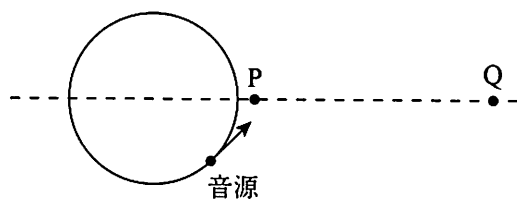


問 1 この波の時刻  $t = \frac{2L}{v}$  での波形はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

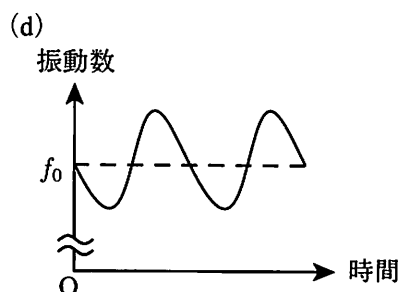
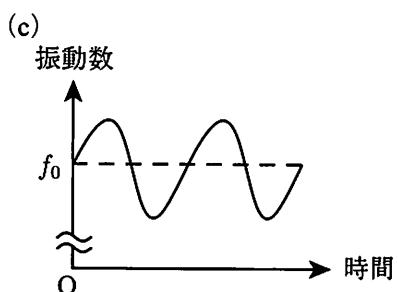
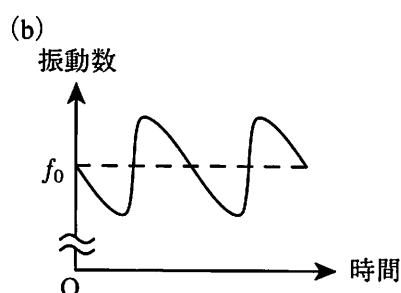
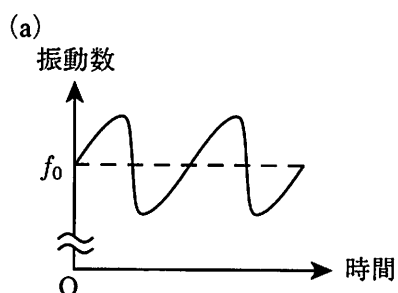


- B** 次の図のように、一定の振動数  $f_0$  の音を出している音源が、円周上を反時計回りに等速円運動している。図に示す地点 P、Q で、音源からの音の振動数を測定した。



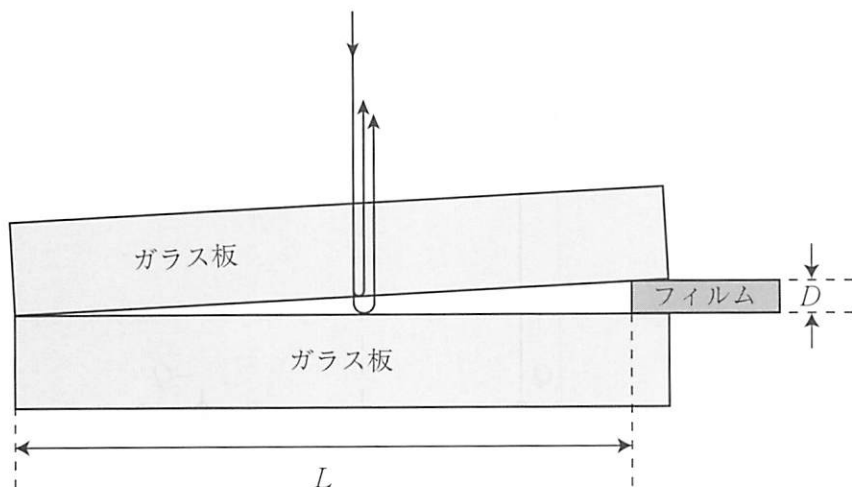
- 問2 P と Q において測定した振動数の時間変化は、それぞれ次の (a) ~ (d) のどれか。最も適当な組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

11



	P	Q
①	(a)	(c)
②	(b)	(d)
③	(c)	(a)
④	(d)	(b)

- C** 次の図のように、2枚の平面ガラス板の一端を密着し、そこから距離  $L$  離れたところに厚さ  $D$  のフィルムを挟んで、くさび形の空気層をつくった。真上から波長  $\lambda$  の単色光を当て、真上から見たところ、暗線の間隔が  $\Delta x$  の明暗のしまが見られた。これは、上のガラス板の下面で反射した光と、下のガラス板の上面で反射した光の干渉によるものである。 $L = 10 \text{ cm}$ ,  $\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ ,  $\Delta x = 0.50 \text{ mm}$  である。

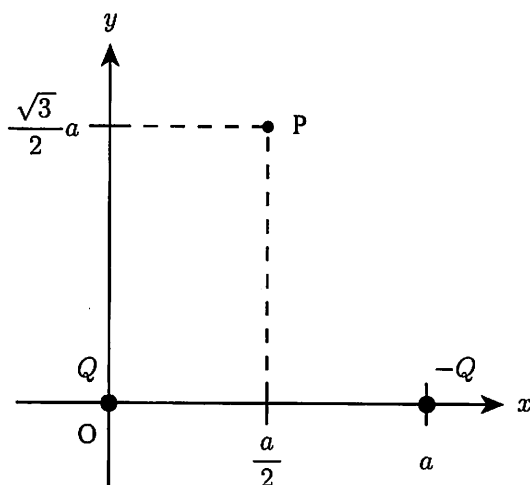


問3  $D$  は何 mm か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 12 mm

- ① 0.010                      ② 0.050                      ③ 0.10                      ④ 0.50

**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,  $xy$  平面上の原点  $O$  に電気量  $Q$  の点電荷が, 点  $(a, 0)$  に電気量  $-Q$  の点電荷が固定されている。クーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。



問 1 これらの電荷が, 点  $P\left(\frac{a}{2}, \frac{\sqrt{3}a}{2}\right)$  につくる電場の強さはどう表されるか。正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

**13**

- ①  $\frac{kQ}{2a^2}$       ②  $\frac{\sqrt{3}kQ}{2a^2}$       ③  $\frac{kQ}{a^2}$       ④  $\frac{\sqrt{3}kQ}{a^2}$       ⑤  $\frac{2kQ}{a^2}$



**B** 図1のように、一様な電場中の破線の位置に円柱状の金属を置く。図2は、金属を置く前の等電位線を示している。

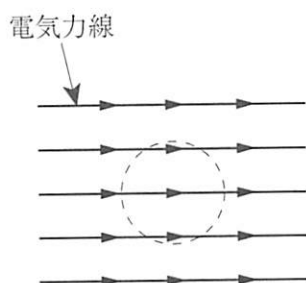


図1

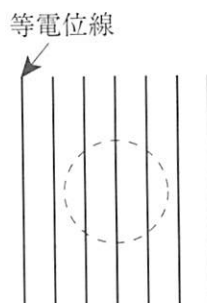
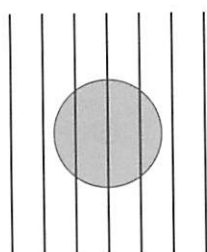


図2

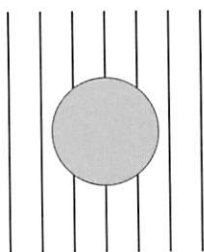
問2 金属を置いた後、この金属の外部および内部の等電位線はどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

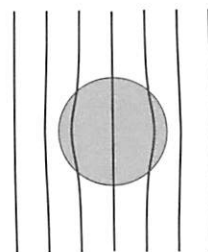
①



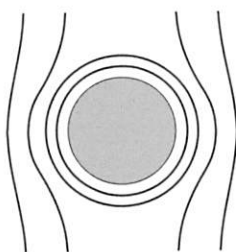
②



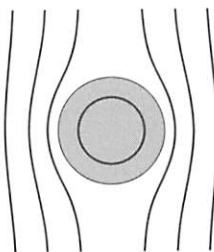
③



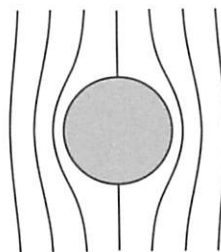
④



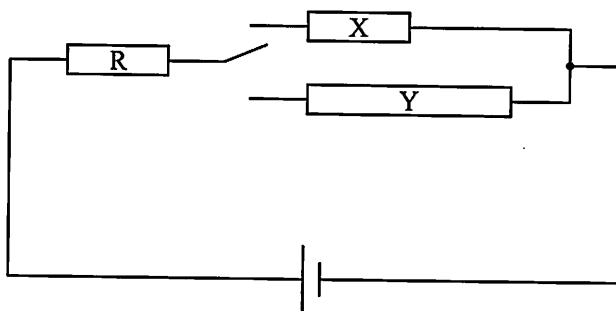
⑤



⑥



- C** 次の図のように、3つの抵抗  $X$ 、 $Y$ 、 $R$ 、電池、スイッチを接続した。 $X$ と $Y$ の材質は同じで、それらの断面積は等しく、 $Y$ の長さは $X$ の長さの2倍である。最初にスイッチを $X$ の方に入れたところ、 $X$ での消費電力は抵抗 $R$ での消費電力と等しく、その値は $P_X$ であった。次にスイッチを $Y$ の方に入れたところ、 $Y$ での消費電力は $P_Y$ であった。



問3  $\frac{P_Y}{P_X}$  はいくらか。正しい値を、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

①  $\frac{2}{9}$

②  $\frac{1}{2}$

③  $\frac{2}{3}$

④  $\frac{8}{9}$

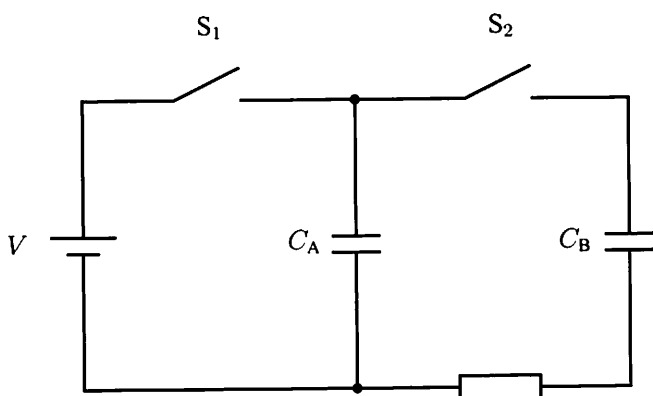
⑤  $\frac{9}{8}$

⑥  $\frac{3}{2}$

⑦ 2

⑧  $\frac{9}{2}$

**D** 次の図のように、起電力  $V$  の電池、電気容量が  $C_A$  と  $C_B$  の2つのコンデンサー、2つのスイッチ  $S_1$  と  $S_2$  および抵抗を接続した。最初、 $S_1$  と  $S_2$  は開いていて、2つのコンデンサーには電荷が蓄えられていなかった。次に、 $S_1$  を閉じ、じゅうぶん時間が経過した後、 $S_1$  を開いた。その後、 $S_1$  を開いたままで  $S_2$  を閉じたところ、抵抗に電流が流れ始めた。じゅうぶん時間が経過した後、抵抗に電流が流れなくなった。



問4  $S_2$  を閉じてから抵抗に電流が流れなくなるまでに、抵抗で発生するジュール熱はどう表されるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

16

- ①  $\frac{1}{2}C_B V^2$       ②  $\frac{1}{2}(C_A + C_B)V^2$       ③  $\frac{1}{2}\frac{C_A^2}{C_B}V^2$
- ④  $\frac{1}{2}\frac{C_A(C_A + C_B)}{C_B}V^2$       ⑤  $\frac{1}{2}\frac{C_A^2}{C_A + C_B}V^2$       ⑥  $\frac{1}{2}\frac{C_A C_B}{C_A + C_B}V^2$
- ⑦  $\frac{1}{2}\frac{C_B^2}{C_A + C_B}V^2$

**E** 図1のように、水平面（紙面）内の点Oを鉛直で十分に長い直線導線が貫いている。同じ水平面内で、Oから見て北向きから東へ $30^\circ$ の方向にある点Pに方位磁針を置く。導線に電流を流さないとき、方位磁針は北向きを指していた。次に、導線に電流を流したところ、図2のように、方位磁針は $\overrightarrow{OP}$ の向きを指した。OP間の距離を $r$ とする。地磁気は北向きで、その磁場の強さを $H_0$ とする。

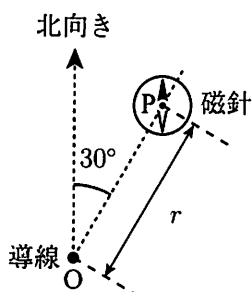


図1

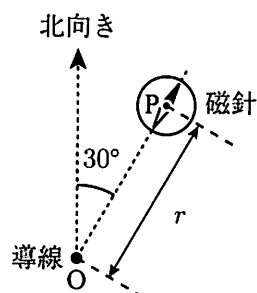


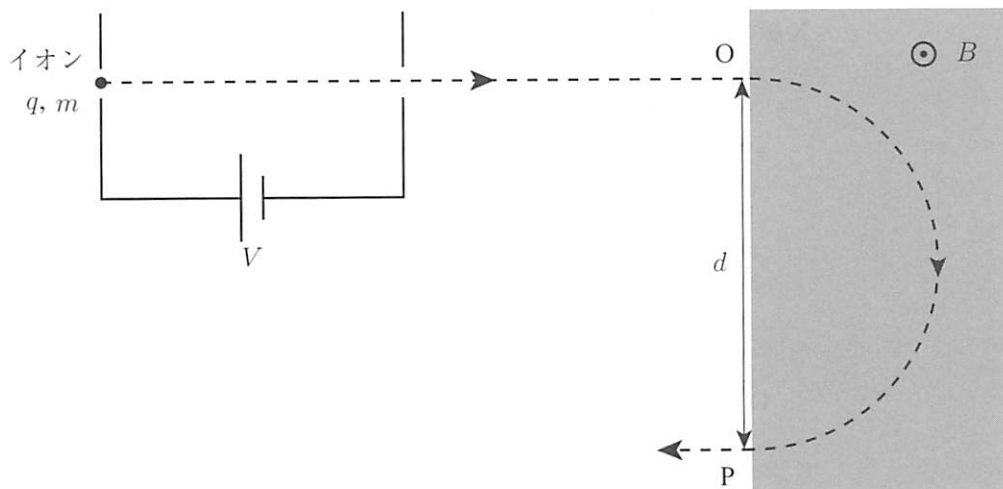
図2

問5 流した電流の向きと大きさはどうか。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

	向き	大きさ
①	紙面裏から表の向き	$rH_0$
②	紙面裏から表の向き	$\sqrt{3}rH_0$
③	紙面裏から表の向き	$\pi rH_0$
④	紙面裏から表の向き	$\sqrt{3}\pi rH_0$
⑤	紙面表から裏の向き	$rH_0$
⑥	紙面表から裏の向き	$\sqrt{3}rH_0$
⑦	紙面表から裏の向き	$\pi rH_0$
⑧	紙面表から裏の向き	$\sqrt{3}\pi rH_0$

**F** 次の図のように、磁束密度の大きさ  $B$  の一様な磁場が加わった領域がある。電荷  $q$ 、質量  $m$  のイオンを、初速度 0 から電位差  $V$  で加速し、この領域に磁場に垂直に点  $O$  から入射させた。イオンは領域中で半円の軌道を描き点  $P$  から飛び出した。 $OP$  間の距離は  $d$  であった。次に、電荷  $q$ 、質量  $m'$  の別のイオンに対して同様の実験を行ったところ、別の点  $P'$  から飛び出した。 $OP'$  間の距離は  $4d$  であった。



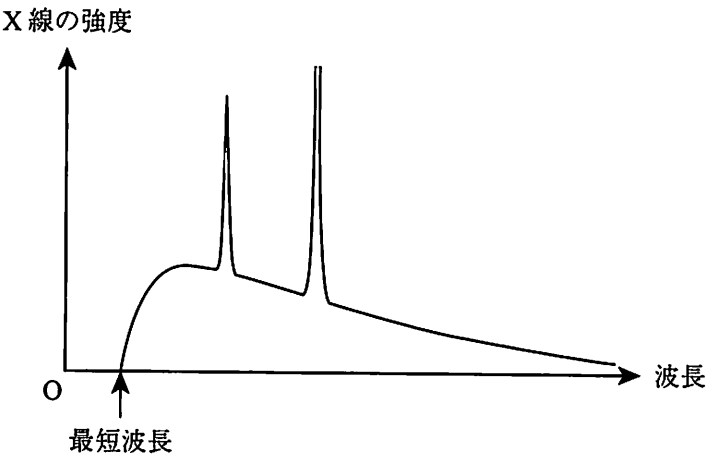
問6  $\frac{m'}{m}$  はいくらか。正しい値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

- ①  $\frac{1}{16}$       ②  $\frac{1}{4}$       ③  $\frac{1}{2}$       ④ 2      ⑤ 4      ⑥ 16

**V** 次の問い A（問 1）に答えなさい。

**A** 真空中において、高電圧で加速した電子をある金属に衝突させた。次の図は、このときに発生した X 線の波長と強度の関係を示したグラフである。グラフには鋭いピークが 2 つある。また、発生した X 線の最も短い波長（最短波長）を示す矢印がグラフに描かれている。



問 1 加速する電圧を大きくして、電子の運動エネルギーを大きくすると、鋭いピークの波長と最短波長はどうか。正しい組み合わせを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**19**

	鋭いピークの波長	最短波長
①	短くなる	短くなる
②	短くなる	変わらない
③	長くなる	長くなる
④	長くなる	変わらない
⑤	変わらない	変わらない
⑥	変わらない	短くなる
⑦	変わらない	長くなる

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。