

平成29年度  
日本留学試験(第2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 ～ 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。

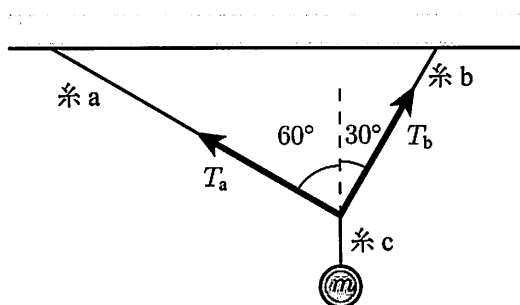
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

### < 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) 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、3 本の軽い糸 a, b, c をつなぎ、質量  $m$  の小球を天井からつるした。a が鉛直方向となす角は  $60^\circ$ 、b が鉛直方向となす角は  $30^\circ$  である。a の張力を  $T_a$ 、b の張力を  $T_b$  とする。

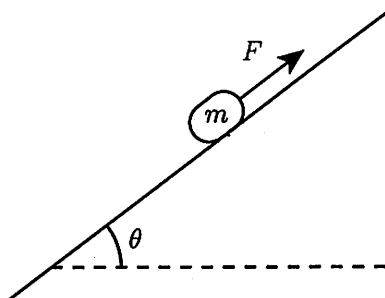


問 1  $T_a$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**1**

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

**B** 次の図のように、水平面とのなす角が $\theta$ の粗い斜面上に質量 $m$ の小物体を置き、斜面上に沿って上向きに大きさ $F$ の力を小物体に加えたところ、小物体は静止した。次に、力の大きさ $F$ を小さくしていったところ、 $F$ がある力の大きさ $F_0$ より小さくなったとき、小物体は斜面上を滑り始めた。小物体と斜面の間の静止摩擦係数を $\mu$ とする。



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**

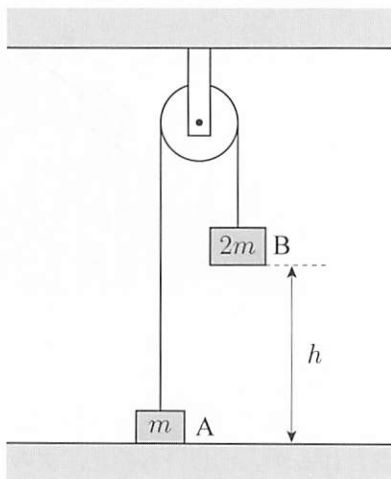
①  $mg(\cos \theta - \mu \sin \theta)$

②  $mg(\sin \theta - \mu \cos \theta)$

③  $mg \left( \frac{1}{\mu} \cos \theta - \sin \theta \right)$

④  $mg \left( \frac{1}{\mu} \sin \theta - \cos \theta \right)$

- C** 次の図のように、伸び縮みしない軽い糸の両端に質量  $m$  の小物体 A と質量  $2m$  の小物体 B をつけ、定滑車にかけた。A を床の上に置き、糸が鉛直でたるまないように B を支えた。このとき、B は床より  $h$  だけ高い位置にあった。次に、B を静かにはなしたところ、B は鉛直下向きに動き出した。B が床に衝突する直前の速さは  $v$  であった。滑車は摩擦なく回転し、その質量は無視できるものとする。



問3  $h$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

3

①  $\frac{v^2}{3g}$

②  $\frac{v^2}{2g}$

③  $\frac{2v^2}{3g}$

④  $\frac{v^2}{g}$

⑤  $\frac{3v^2}{2g}$

⑥  $\frac{2v^2}{g}$

⑦  $\frac{3v^2}{g}$

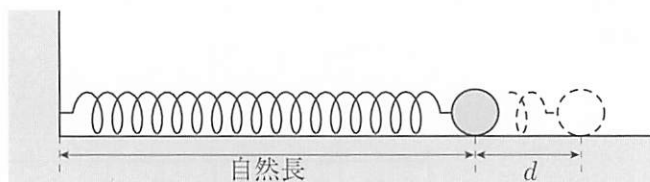
**D** 静止している物体が、反対方向に運動する2つの物体A、Bに分裂した。Aの質量を $m_A$ 、速さを $v_A$ 、運動エネルギーを $K_A$ とし、Bの質量を $m_B$ 、速さを $v_B$ 、運動エネルギーを $K_B$ とする。

問4  $\frac{v_A}{v_B}$  と  $\frac{K_A}{K_B}$  はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

	①	②	③	④
$\frac{v_A}{v_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$	$\frac{m_B}{m_A}$
$\frac{K_A}{K_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$

- E** 次の図のように、なめらかな水平面上に軽いばねを置き、一端に小球をつけ、他端を壁に固定する。小球をばねが自然長となる位置から距離  $d$  だけ引いて静かにはなしたところ、小球は自然長の位置を中心とする振幅  $d$  の単振動をした。小球が自然長の位置を通過する時、小球の速さは  $v_0$  であった。小球の速さが  $\frac{v_0}{2}$  の時、小球は自然長の位置から距離  $x$  だけ離れていた。



問5  $x$  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。

5

①  $\frac{d}{4}$

②  $\frac{d}{2}$

③  $\frac{\sqrt{6}d}{4}$

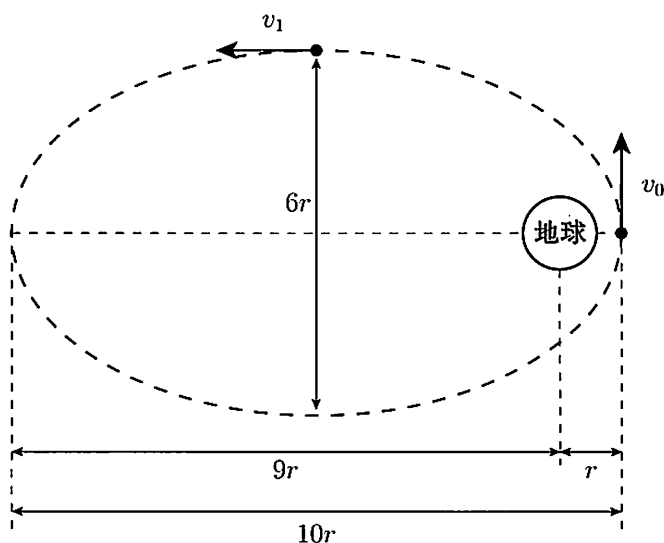
④  $\frac{\sqrt{2}d}{2}$

⑤  $\frac{3d}{4}$

⑥  $\frac{\sqrt{3}d}{2}$



- F** 次の図のように、地球を焦点の一つとする楕円軌道を周回する人工衛星がある。人工衛星が地球に最も近づいたときの人工衛星と地球の中心との距離を  $r$  とすると、楕円軌道の長軸の長さは  $10r$ 、短軸の長さは  $6r$  である。人工衛星が地球に最も近づいたときの人工衛星の速さを  $v_0$ 、人工衛星が楕円軌道の短軸上の位置を通過したときの人工衛星の速さを  $v_1$  とする。



問6  $\frac{v_1}{v_0}$  の値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 6

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

Ⅱ

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

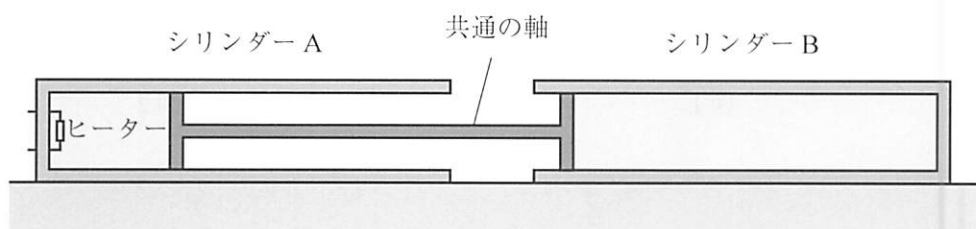
- A** 断熱容器に入った  $30^{\circ}\text{C}$  の水  $1000\text{ g}$  に,  $0^{\circ}\text{C}$  の氷  $200\text{ g}$  を入れる。ただし, 氷の融解熱を  $330\text{ J/g}$ , 水の比熱を  $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$  とし, 断熱容器の熱容量は無視できるものとする。

問 1    じゅうぶん時間が経過した後, 容器内の温度はいくらになるか。最も適当な値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7**  $^{\circ}\text{C}$

- ① 10            ② 12            ③ 14            ④ 16            ⑤ 18            ⑥ 20

- B** 次の図のように、2つの同じシリンダー A と B が、互いに向かい合った状態で、水平な床に固定されている。なめらかに動く、断面積の等しい2つのピストンが共通の軸でつながれている。これらの2つのピストンによって、A 内には 0.20 mol、B 内には 0.60 mol の理想気体が閉じ込められている。A 内の気体はヒーターで加熱することができる。初め、A、B 内の気体は同じ温度、同じ圧力であった。ヒーターで A 内の気体を一定時間加熱したところ、A 内の気体の体積が初めの 1.5 倍になった。この時の A 内の気体の温度を  $T_A$ 、B 内の気体の温度を  $T_B$  とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、その熱容量は無視できるものとする。



問2  $\frac{T_A}{T_B}$  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。

8

- ① 0.50      ② 0.80      ③ 1.0      ④ 1.3      ⑤ 1.8      ⑥ 2.0

- C** 一定量の理想気体の圧力を  $p$ 、体積を  $V$ 、絶対温度を  $T$  とする。この理想気体の状態を、図1の  $V$ - $T$  図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  と変化させた。

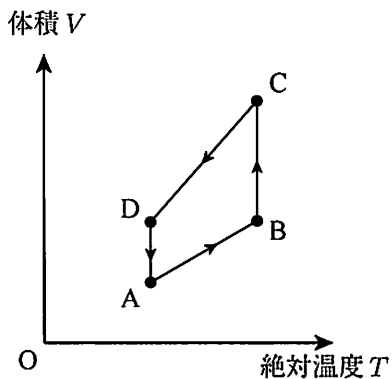


図1

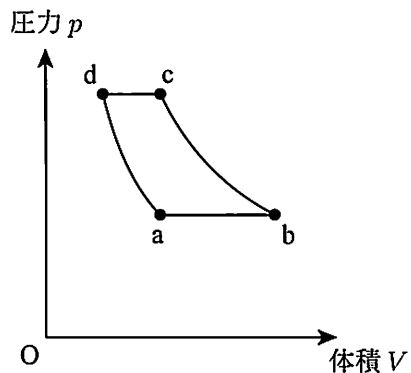


図2

- 問3 この状態変化は、図2の  $p$ - $V$  図ではどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

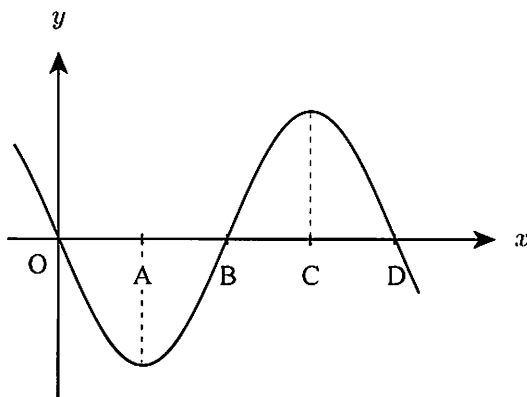
9

- |                                                               |                                                               |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ① $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ | ② $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ |
| ③ $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow b$ | ④ $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b$ |
| ⑤ $c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c$ | ⑥ $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c$ |
| ⑦ $d \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ | ⑧ $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ |

## 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,  $x$  軸の正の向きに伝わる横波の, ある時刻における媒質の変位  $y$  と位置  $x$  との関係を表したグラフである。



問 1 図中の位置 O, A, B, C, D のうち, 媒質の速度が  $y$  軸の負の向きに最大である位置をすべて挙げるとどうなるか。正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ A, C                      ⑤ O, D

**B** 移動する物体に向けて超音波を発し、物体から反射して戻ってくる超音波の振動数を測定することにより、移動する物体の速さを求める装置がある。静止した装置に向かって速さ  $v$  で近づいてくる物体がある。装置がこの物体に向けて振動数  $f_0$  の超音波を発し、物体から反射して戻ってきた超音波の振動数を測定したところ、その振動数は  $f$  であった。超音波の速さを  $V$  とする。

問2  $v$  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  $\frac{f - f_0}{f} V$

②  $\frac{f_0 - f}{f} V$

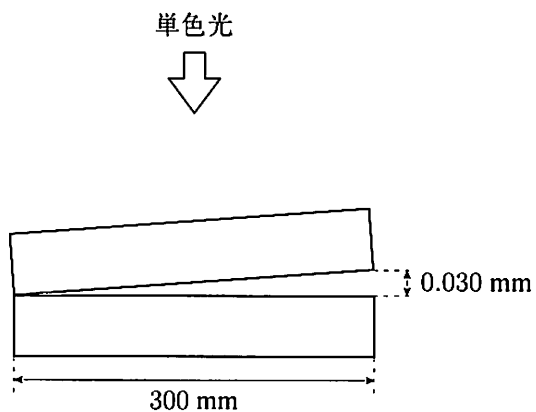
③  $\frac{f - f_0}{f_0} V$

④  $\frac{f_0 - f}{f_0} V$

⑤  $\frac{f - f_0}{f + f_0} V$

⑥  $\frac{f_0 - f}{f + f_0} V$

- C 次の図のように、空気中で、一辺が300 mm の平面ガラス2枚を重ね、片側に0.030 mm のすきまを開け、波長600 nm ( $6.0 \times 10^{-7}$  m) の単色光を真上から当てたところ、真上から見たときに明線と暗線の縞模様が見えた。空気の屈折率を1.0とする。



問3 暗線の間隔は何 mm になるか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12** mm

① 1.0

② 2.0

③ 3.0

④ 4.0

⑤ 5.0

⑥ 6.0

**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** 同じ長さの軽い絶縁性の糸 2 本の端を、水平方向に  $3a$  だけ離して天井に固定し、他端に同じ質量の小球 A と B をつけてつり下げた。図 1 のように、A に電気量  $q$  ( $> 0$ ) の電荷を与え、B に電気量  $-q$  の電荷を与えたところ、A と B は間隔  $a$  だけ離れた位置で静止した。次に、図 2 のように、A に電気量  $Q$  ( $> 0$ ) の電荷を与え、B にも電気量  $Q$  の電荷を与えたところ、A と B は間隔  $5a$  だけ離れた位置で静止した。

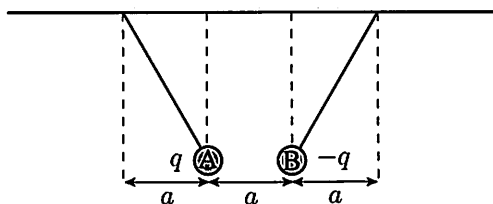


図 1

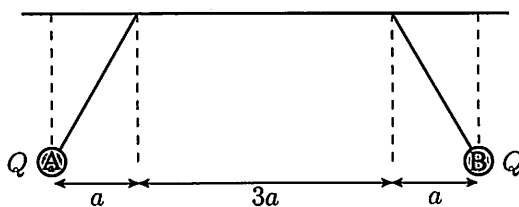


図 2

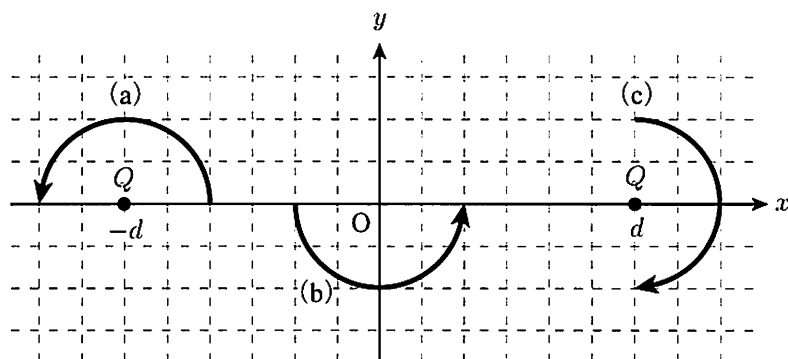
問 1  $\frac{Q}{q}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

- ①  $\sqrt{3}$       ②  $\sqrt{5}$       ③ 3      ④ 5      ⑤ 9      ⑥ 25



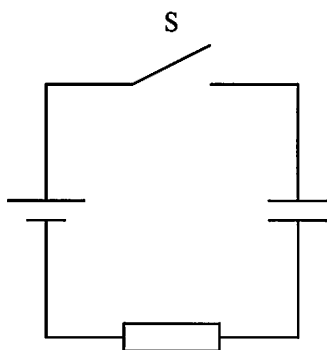
- B** 次の図に示すように、 $xy$  平面上の原点  $O$  を中心として対称な位置の 2 点  $(-d, 0)$ 、 $(d, 0)$  に、電気量  $Q (> 0)$  の点電荷がそれぞれ固定されている。この面内で電気量  $q (> 0)$  の点電荷  $P$  を、図中の経路 (a)、(b)、(c) に沿って矢印の向きに始点から終点まで移動させる。



- 問2 始点から終点までの移動で、 $P$  にはたらく静電気力がする仕事が 0 となる移動をすべて挙げるとどうなるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 **14**

- ① (a)                                      ② (b)                                      ③ (c)
- ④ (a) , (b)                                      ⑤ (a) , (c)                                      ⑥ (b) , (c)
- ⑦ (a) , (b) , (c)

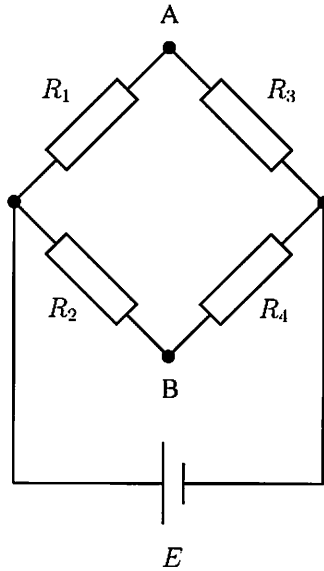
- C** 次の図のように、平行板コンデンサー、電池、抵抗、スイッチ  $S$  を接続した。最初、 $S$  を閉じ、コンデンサーを充電する。次に、 $S$  を開いた後、コンデンサーの極板の間隔を 2 倍にする。この状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを  $U_1$  とする。次に、極板の間隔を 2 倍に保ったまま、 $S$  を閉じ、コンデンサーを充電する。この状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを  $U_2$  とする。



- 問 3  $\frac{U_2}{U_1}$  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。 **15**

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

- D** 次の図のように，抵抗値  $R_1$ ， $R_2$ ， $R_3$ ， $R_4$  の4つの抵抗と起電力  $E$  の電池を接続した。図中の端子 B を基準とした端子 A の電位を  $V$  とする。ただし，電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問 4  $\frac{V}{E}$  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。

16

①  $\frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$

②  $\frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$

③  $\frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$

④  $\frac{R_2 R_3 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$

**E** 図1のように、じゅうぶんに長い3本の直線導線が紙面内の $xy$ 平面上の点 $A(a, 0)$ ,  $B(0, a)$ ,  $C(-2a, 0)$ を紙面に垂直に通っている( $a > 0$ )。最初、図2のように、 $A$ を通る導線だけに紙面の裏から表に向かう向きに大きさ $I$ の電流を流したところ、原点 $O$ での磁場の大きさは $H_0$ であった。次に、図3のように、3本の導線すべてに紙面の裏から表に向かう向きに大きさ $I$ の電流を流したところ、 $O$ での磁場の大きさは $H_1$ であった。

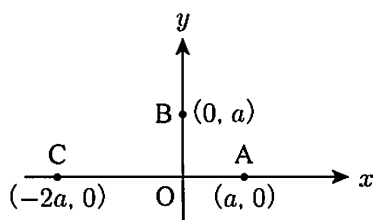


図1

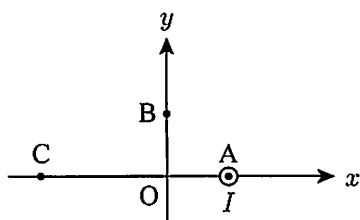


図2

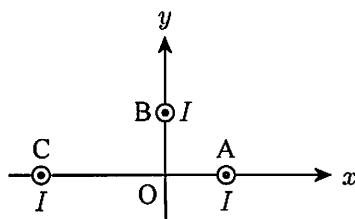


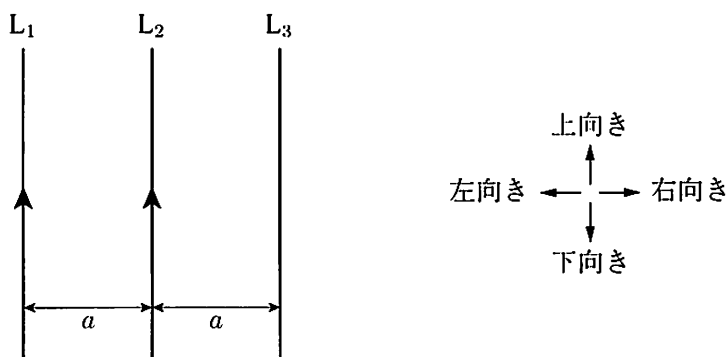
図3

問5  $\frac{H_1}{H_0}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

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

**F** 次の図のように、じゅうぶんに長い3本の直線導線  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  が同一平面内に等しい間隔  $a$  で平行に置かれている。 $L_1$ ,  $L_2$  には上向きと同じ大きさの電流が流れている。 $L_3$  にもある向きにある大きさの電流が流れている。このとき、 $L_1$  には単位長さあたり大きさ  $F$  の力が右向きにはたらき、 $L_2$  には単位長さあたり大きさ  $2F$  の力が左向きにはたっていた。ここで、上向き、下向き、右向き、左向きは、図中の4つの矢印でそれぞれ示した向きである。



問6  $L_3$  に流れる電流の向き、 $L_3$  にはたらく力の向き、 $L_3$  にはたらく単位長さあたりの力の大きさはどうか。正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

18

	電流の向き	力の向き	単位長さあたりの力の大きさ
①	上向き	右向き	$F$
②	上向き	右向き	$3F$
③	上向き	左向き	$F$
④	上向き	左向き	$3F$
⑤	下向き	右向き	$F$
⑥	下向き	右向き	$3F$
⑦	下向き	左向き	$F$
⑧	下向き	左向き	$3F$

**V** 次の問い A (問 1) に答えなさい。

**A** 質量数  $A$ ，原子番号  $Z$  の原子核  $X$  を  ${}^A_ZX$  と表す。不安定な原子核  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  が， $\alpha$  崩壊を  $a$  回， $\beta$  崩壊を  $b$  回起こして，安定な原子核  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  になった。

問 1  $a$  と  $b$  の値の組  $(a, b)$  として正しいものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**19**

①  $(5, 3)$

②  $(5, 4)$

③  $(5, 5)$

④  $(6, 3)$

⑤  $(6, 4)$

⑥  $(6, 5)$

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。