

平成26年度  
日本留学試験(第1回)

試験問題

The Examination

平成26年度（2014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 ～ 21
化学	23 ～ 33
生物	35 ～ 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。

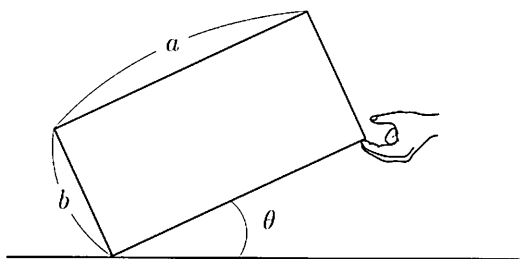
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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), **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、密度が一様な直方体の1辺を粗い床に接触させたまま、指で支えて傾ける。傾けた角度  $\theta$  をゆっくりと大きくしていくと、 $\theta$  が  $\theta_0$  より大きくなったとき、直方体は指を離れて回転した。ただし、図中に示したように、直方体の2辺の長さを  $a$ ,  $b$  とする。また、床に接した1辺は、滑らないものとする。



問1  $\tan \theta_0$  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。

**1**

①  $\frac{b}{a}$

②  $\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

③  $\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

④  $\frac{a}{b}$

⑤  $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$

⑥  $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b}$

**B** 小球を初速  $v_0$  で地面から鉛直に投げ上げたところ、小球の達した最高点の地面からの高さは  $h$  であった。次に、この最高点の位置（地面からの高さが  $h$  の位置）から、この小球を同じ初速  $v_0$  で水平方向に投げ出したところ、投げ出した位置から水平距離  $d$  だけ離れた位置で地面に達した。

問2  $\frac{d}{h}$  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  $\frac{1}{4}$

②  $\frac{1}{2}$

③ 1

④ 2

⑤ 4

**C** 金属小球を、油の中で鉛直に落下させる。このとき、小球には速さ  $v$  に比例する抵抗  $kv$  が働く。ここで、 $k$  は比例定数である。小球が落下を始めて、じゅうぶん時間が経過したときの小球の速さは  $1.0 \text{ m/s}$  で一定であった。油の密度は  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、小球の質量は  $1.4 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 、小球の体積は  $4.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  である。 $g = 1.0 \times 10^1 \text{ m/s}^2$  とする。

問3  $k$  はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 3  $\text{kg/s}$

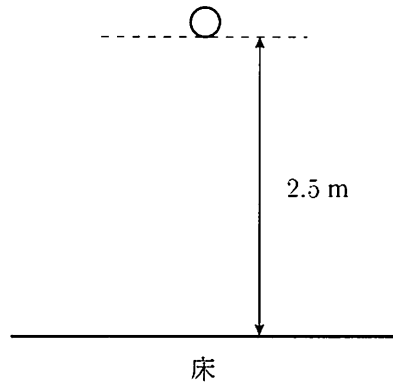
① 0.10

② 0.20

③ 0.30

④ 0.40

- D** 次の図のように、質量  $0.20 \text{ kg}$  の小球を、床からの高さが  $2.5 \text{ m}$  の位置から初速度  $0$  で落としたところ、小球は床に衝突し鉛直上方にはね返った。小球と床の間のはね返り係数は  $0.50$  であった。 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

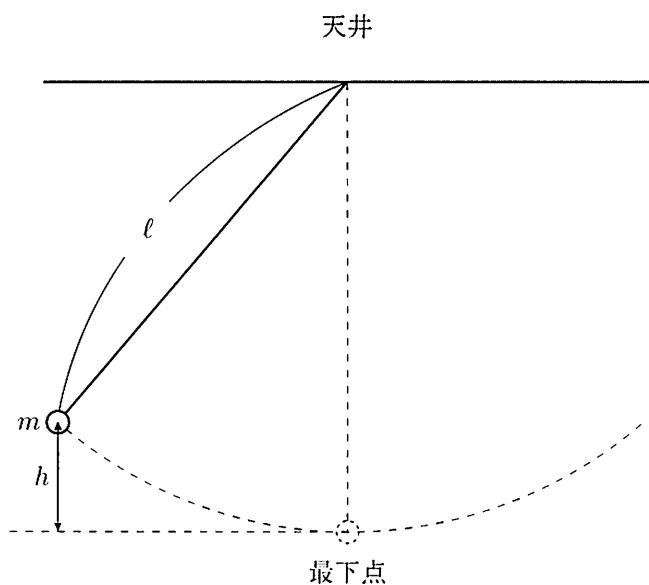


- 問4 小球が床に衝突する直前から直後の間に、小球が床から受けた力積の大きさはいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

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

- ①  $0.70$                       ②  $1.4$                       ③  $2.1$                       ④  $2.8$

**E** 次の図のように、長さ $\ell$ の軽くて伸び縮みしない糸で、質量 $m$ の小球を天井からつるす。糸がたるまないようにして、最下点からの高さが $h$ の位置に小球を持ち上げ、静かに手を離す。



問5 最下点での糸の張力が $2mg$ となるような $h$ 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。

5

①  $\frac{1}{4}\ell$

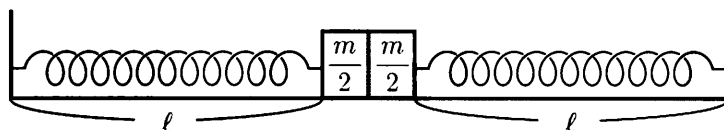
②  $\frac{1}{2}\ell$

③  $\frac{3}{4}\ell$

④  $\ell$



**F** 自然長  $\ell$ 、ばね定数  $k$  の軽いばねの一端に質量  $\frac{m}{2}$  の物体を付けたものを 2 組用意する。次の図のように、2 つの物体を一体となるように接着し、なめらかな水平面に置き、2 つのばねの端をばねの長さが自然長となるように固定した。一体となった 2 つの物体を右へずらして静かに手を離したところ、2 つの物体は一体となったまま単振動した。



問6 この単振動の周期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。

6

①  $2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$

②  $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

③  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

④  $2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

⑤  $2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$

**G** 図1のように、ばねの一端に台を付け、なめらかな水平面上に置き、ばねの他端を固定した。台の上には人が立っている。台を左向きに押し、ばねを自然長から縮め、静かに手を離したところ、台は周期 $T$ の単振動をした。このとき、図1中の矢印の向き（右向き）を正の向きとして、ばねが自然長のときの位置からの台の変位 $x$ は時間 $t$ とともに、図2のグラフのように変化していた。

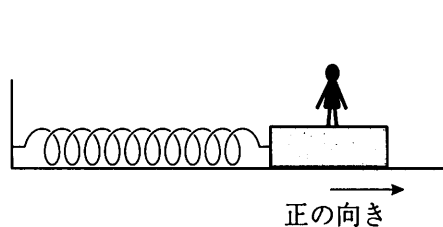


図1

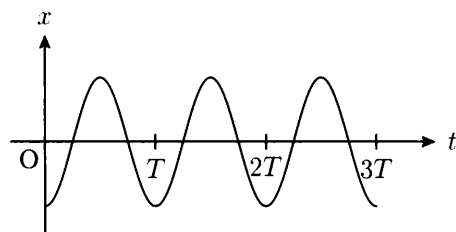
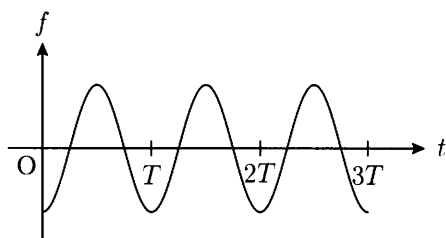


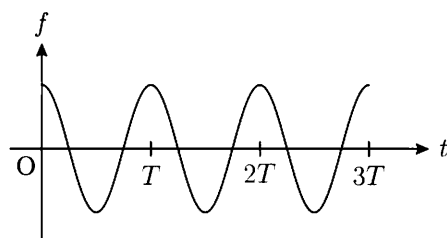
図2

問7 台の上に滑らずに立っている人が受ける慣性力 $f$ は、 $t$ とともにどのように変化するか。ただし、図1中の矢印の向き（右向き）を $f$ の正の向きとする。変化のようす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。 7

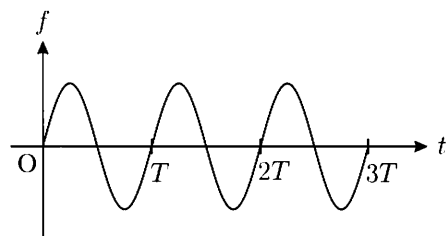
①



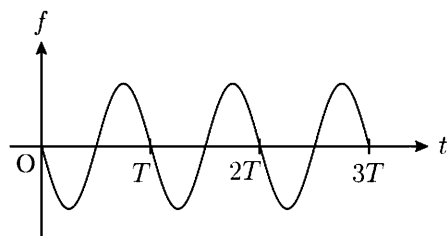
②



③



④



**II**

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

**A**  $10^{\circ}\text{C}$  の水  $2.4 \times 10^2 \text{ g}$  に, ある熱量を与えたところ  $15^{\circ}\text{C}$  になった。ある体積の  $10^{\circ}\text{C}$  の空気に, 体積を保ったまま同じ熱量を与えたところ, やはり  $15^{\circ}\text{C}$  になった。水の比熱を  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , 空気の定積比熱を  $0.72 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , 空気の密度を  $1.2 \times 10^{-3} \text{ g}/\text{cm}^3$  とする。

問 1 この空気の体積はいくらか。最も適当な値を, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

**8**  $\text{cm}^3$

① 1.7

②  $1.4 \times 10^3$

③  $1.2 \times 10^6$

④  $1.0 \times 10^9$

**B** 図1のように、なめらかに動くことのできる断面積  $S$  のピストンを使って、理想気体を水平に置いたシリンダー内に閉じ込めた。最初、シリンダーの底面からピストンまでの距離は  $\ell$  であり、理想気体の圧力は大気圧  $p_0$  と等しかった。ピストンに外から力を加え、ピストンを極めてゆっくりと押し込んでいった。この間、理想気体の温度は一定に保たれていた。図2のように、ピストンが最初の位置から  $d$  だけ内側の位置にきたとき、加えている力の大きさは  $F$  であった。

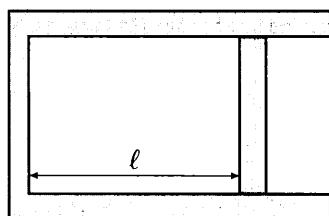


図1

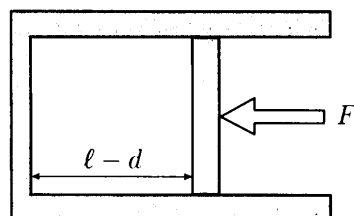


図2

問2  $F$  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。

9

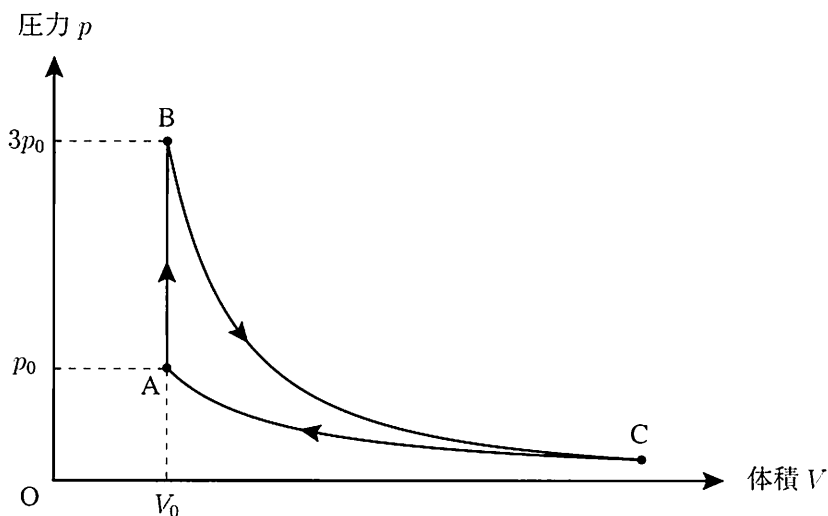
①  $\frac{p_0 S d}{\ell}$

②  $\frac{p_0 S d}{\ell - d}$

③  $\frac{p_0 S (\ell - d)}{\ell}$

④  $\frac{p_0 S \ell}{\ell - d}$

**C** 一定量の単原子分子理想気体の状態を、次の  $p$ - $V$  図のように  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  と変化させた。ここで  $A \rightarrow B$  は定積変化、 $B \rightarrow C$  は断熱変化、 $C \rightarrow A$  は等温変化である。状態  $A$  での圧力は  $p_0$ 、体積は  $V_0$  であり、状態  $B$  での圧力は  $3p_0$ 、体積は  $V_0$  である。



問3 過程  $B \rightarrow C$  で気体がされた仕事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。

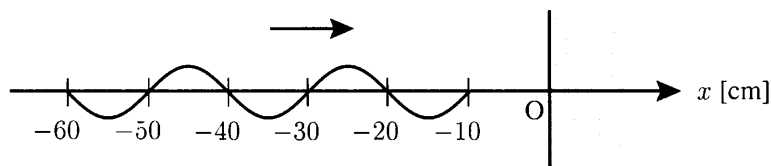
10

- |                        |                        |              |              |
|------------------------|------------------------|--------------|--------------|
| ① $\frac{3}{2}p_0V_0$  | ② $\frac{5}{2}p_0V_0$  | ③ $3p_0V_0$  | ④ $5p_0V_0$  |
| ⑤ $-\frac{3}{2}p_0V_0$ | ⑥ $-\frac{5}{2}p_0V_0$ | ⑦ $-3p_0V_0$ | ⑧ $-5p_0V_0$ |

## III

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

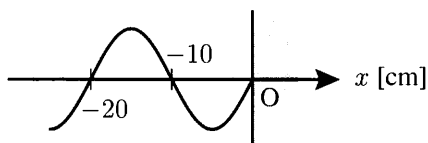
- A** 次の図は、速さ  $10 \text{ cm/s}$  で  $x$  軸上を正の向きに進んでいる、波長  $20 \text{ cm}$  の正弦波のある瞬間における波形を表している。波は  $x = 0 \text{ cm}$  の位置にある壁で自由端反射をする。



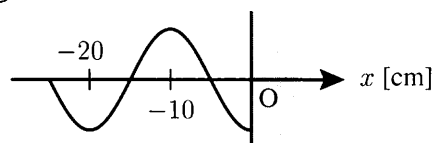
- 問 1 この瞬間から  $3.5 \text{ s}$  後の入射波と反射波の合成波の波形はどうなるか。最も適切なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11

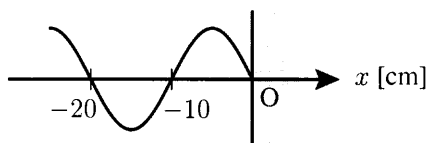
①



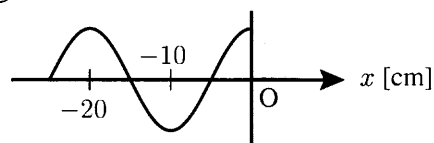
②



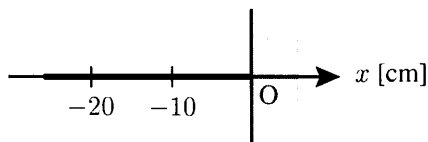
③



④



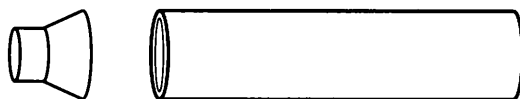
⑤



**B** 空气中を伝わる音の速さは、気温が高くなるほど大きくなる。1 気圧、気温  $t^{\circ}\text{C}$  のときの音の速さ  $V \text{ m/s}$  は、 $V = 331.5 + 0.6t$  と表される。次の図のように、一端が閉じられている管の開いている口に向けてスピーカーを置き、スピーカーから発生する音の振動数を 0 から徐々に上げていったところ、振動数がある値  $f$  になったとき、最初の共鳴が起きた。そのときの音の波長は  $\lambda$  であった。管の熱膨張と開口端補正は無視できるものとする。

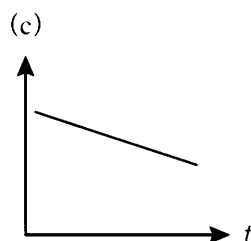
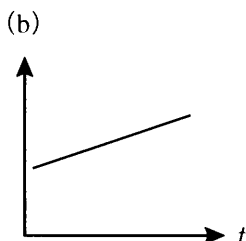
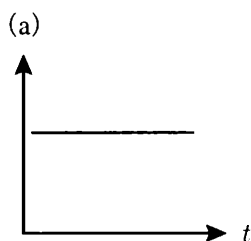
スピーカー

管



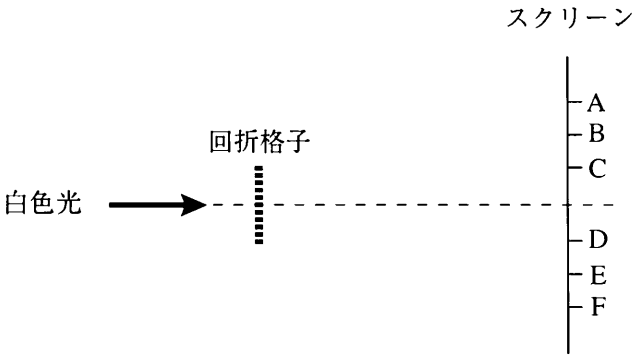
問2  $f$  は気温  $t$  とともにどのように変化するか。また、 $\lambda$  は気温  $t$  とともにどのように変化するか。変化のようすを表すグラフは次の (a) ~ (c) のどれか。最も適当な組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12



	$f$ と $t$ との関係	$\lambda$ と $t$ との関係
①	(a)	(b)
②	(a)	(c)
③	(b)	(a)
④	(b)	(c)
⑤	(c)	(a)
⑥	(c)	(b)

C 次の図のように、回折格子の面に垂直に白色光を当てたところ、回折格子から離れたスクリーン上の中心付近の位置 A～C の部分および位置 D～F の部分に、連続的に変化する色の帯が観測された。



問3 位置 A～F で観測される色の組み合わせとして、最も適当な組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

13

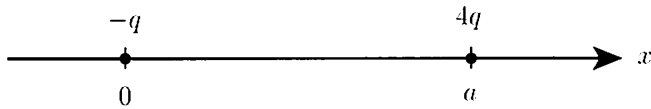
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
A	赤	赤	緑	青	赤	赤	緑	青
B	青	緑	青	緑	青	緑	青	緑
C	緑	青	赤	赤	緑	青	赤	赤
D	赤	赤	緑	青	緑	青	赤	赤
E	青	緑	青	緑	青	緑	青	緑
F	緑	青	赤	赤	赤	赤	緑	青



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 ( $x = 0$ ) に電気量  $-q$  ( $q > 0$ ) の点電荷を,  $x = a$  に電気量  $4q$  の点電荷を置いた。無限遠での電位を 0 とする。



問 1  $x$  軸上の  $0 < x < a$  の範囲で, 電位が 0 になる点の  $x$  座標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。

14

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

**B** 図1のように、電池とスイッチおよび真空中に置かれた平行板コンデンサーからなる回路がある。最初、スイッチを閉じ（図1）、じゅうぶん時間がたってからスイッチを開いた（図2）。この状態で、コンデンサーの極板の間を誘電率 $\varepsilon$ の誘電体で満たしたところ、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは $U_1$ となった（図3）。その後、極板間を誘電体で満たしたまま再びスイッチを閉じ、じゅうぶん時間がたった後、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは $U_2$ となった（図4）。真空の誘電率を $\varepsilon_0$ とする。

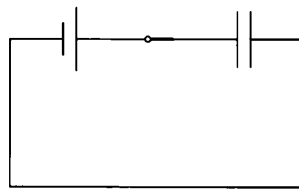


図1

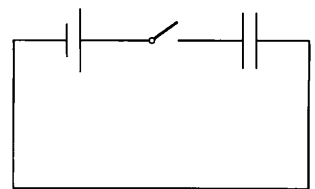


図2

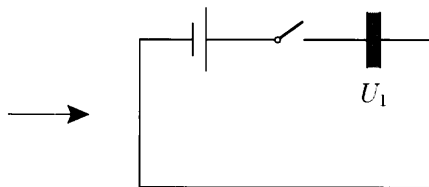


図3

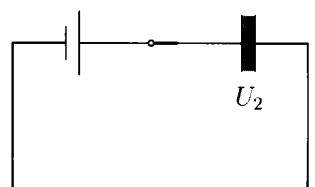


図4

問2  $\frac{U_1}{U_2}$  はどのように表されるか。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 1

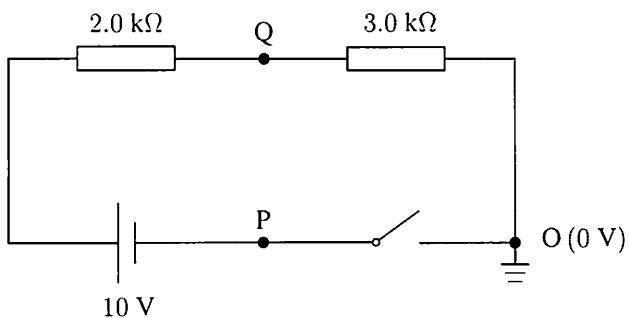
②  $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}$

③  $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$

④  $\left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\right)^2$

⑤  $\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)^2$

- C 次の図のように、スイッチ、起電力  $10\text{ V}$  の電池、抵抗値  $2.0\text{ k}\Omega$ 、 $3.0\text{ k}\Omega$  の2つの抵抗を接続した。図中の点Oを電位の基準点とする。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

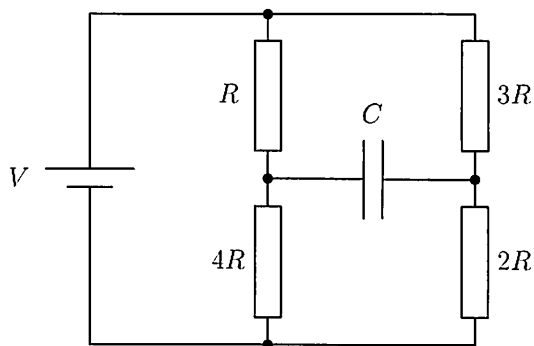


- 問3 スイッチを開いた状態での点Pの電位  $V_P$  と、スイッチを閉じた状態での点Qの電位  $V_Q$  の値はそれぞれいくらか。最も適当な値の組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選ばさい。

16

	$V_P$	$V_Q$
①	$0\text{ V}$	$4.0\text{ V}$
②	$0\text{ V}$	$5.0\text{ V}$
③	$0\text{ V}$	$6.0\text{ V}$
④	$-10\text{ V}$	$4.0\text{ V}$
⑤	$-10\text{ V}$	$5.0\text{ V}$
⑥	$-10\text{ V}$	$6.0\text{ V}$

- D** 次の図のように，起電力  $V$  の電池，抵抗値  $R$ ， $2R$ ， $3R$ ， $4R$  の4つの抵抗，電気容量  $C$  のコンデンサーを接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問4    じゅうぶん時間がたった後，コンデンサーに蓄えられた電荷はどのように表されるか。最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

① 0

②  $\frac{1}{5}CV$

③  $\frac{2}{5}CV$

④  $\frac{3}{5}CV$

⑤  $\frac{4}{5}CV$

⑥  $CV$

**E** 図1のように、方位磁針の真上で方位磁針からの距離が $d$ の位置を通るように、長い直線導線が水平に張られている。導線に電流を流さない状態で、導線の方向と方位磁針の示す向きは平行であった。導線に電流を流したところ、方位磁針のN極が東へ $60^\circ$ 振れて静止した。次に、図2のように、電流を保ったまま、導線を鉛直上方に移動させ方位磁針との距離を $D$ にしたところ、方位磁針のN極が東へ $45^\circ$ 振れて静止した。

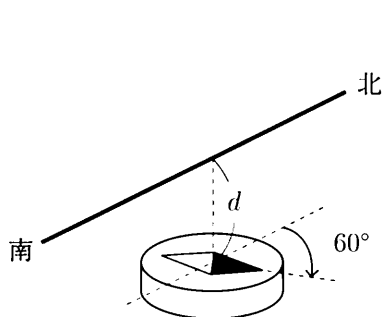


図1

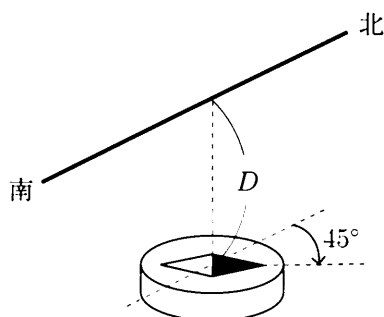


図2

問5  $\frac{D}{d}$  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。 18

①  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

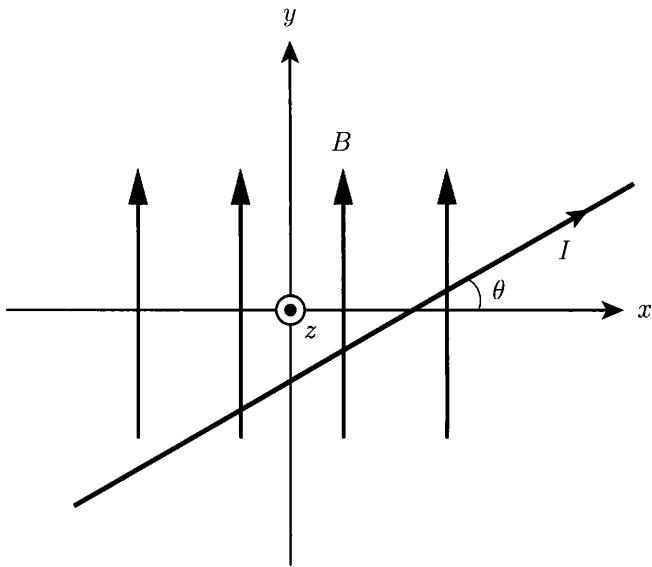
②  $\frac{\sqrt{6}}{2}$

③  $\sqrt{2}$

④  $\sqrt{3}$

⑤  $\sqrt{6}$

**F** 磁束密度の大きさ  $B$  の一様な磁場が加わった領域内で、長い直線導線に大きさ  $I$  の電流を流す。次の図のように、導線を含み磁場に平行な平面内で、磁場の向きが  $y$  軸の正の向きとなるように  $x$  軸と  $y$  軸をとる。 $z$  軸の正の向きは、紙面に垂直で紙面の裏から表に向かう向きである。電流の向きと  $x$  軸の正の向きとのなす角は  $\theta$   $\left(0 < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$  である。



問 6 導線の長さ  $\ell$  の部分を流れる電流が磁場から受ける力の大きさと向きはどうなるか。  
正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

	大きさ	向き
①	$IB\ell$	$z$ 軸の正の向き
②	$IB\ell$	$z$ 軸の負の向き
③	$IB\ell \sin \theta$	$z$ 軸の正の向き
④	$IB\ell \sin \theta$	$z$ 軸の負の向き
⑤	$IB\ell \cos \theta$	$z$ 軸の正の向き
⑥	$IB\ell \cos \theta$	$z$ 軸の負の向き

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。