

平成24年度  
日本留学試験(第1回)

試験問題

平成24年度（2012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 ～ 34
生物	35 ～ 48

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。

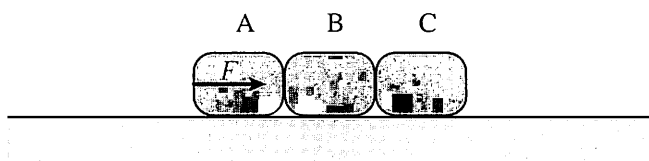
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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、なめらかな水平面上に物体 A, B, C が置かれている。A, B, C の質量はすべて等しい。A を水平方向右向きに大きさ  $F$  の力で押し続けたところ、これら 3 つの物体は接したまま右に動き続けた。



問 1 C が B を左向きに押す力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**1**

①  $\frac{1}{3}F$

②  $\frac{1}{2}F$

③  $\frac{2}{3}F$

④  $F$

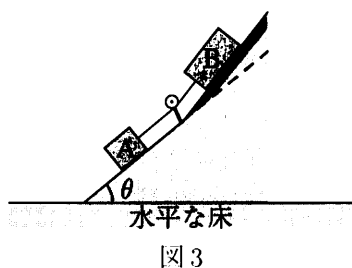
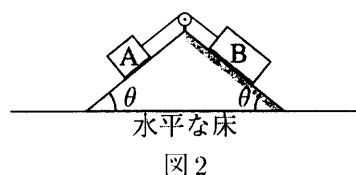
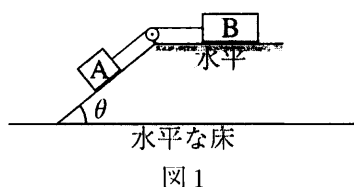
**B** ある惑星の表面での、重力加速度の大きさは  $\frac{g}{2}$ （地球の  $\frac{1}{2}$ ）であった。この惑星の表面上から、物体をある角度、ある速さで斜めに投げ上げ、放物運動をさせた。

問2 この惑星表面上での、投げ上げた点から落下点までの水平距離は、地球で同じ物体を同じ角度、同じ速さで投げ上げたときと比べて何倍になるか。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 物体A（質量  $m$ ）と物体B（質量  $\frac{5}{2}m$ ）を軽く伸びない糸の両端につけた。次の図のように、糸をなめらかに回転する滑車（pulley）にかけ、AとBをそれぞれ異なる平面上に置いた。Aを置いた平面とAとの間には摩擦がなく、Bを置いた平面とBとの間には摩擦がある。図1、図2、図3の3つの場合に対し、糸はたるむことなくそれぞれの平面に平行な状態で、AとBは静止していた。



- 問3 図1、図2、図3の場合において、Bにはたらく摩擦力（frictional force）の大きさをそれぞれ、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ とする。 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ の大小関係はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- ①  $F_1 < F_2 < F_3$       ②  $F_1 < F_3 < F_2$       ③  $F_2 < F_1 < F_3$
- ④  $F_2 < F_3 < F_1$       ⑤  $F_3 < F_1 < F_2$       ⑥  $F_3 < F_2 < F_1$

**D** 次の図1のように、物体A（質量  $M$ ）がなめらかで水平な床の上に置かれ、さらにAの上側のなめらかで水平な面上に物体B（質量  $m$ ）が置かれている（ $M > m$ ）。Bは、この面上を動き、Aの両端にある壁と弾性衝突（elastic collision）を繰り返している。BのAとの相対速度の大きさ  $v$  は運動の間一定であった。Aは、時間  $\frac{T}{2}$  ごとに、「距離  $L$  の移動」と「静止」を繰り返している。図2はAの移動距離の時間変化を示すグラフである。

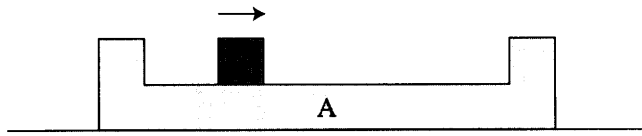


図1

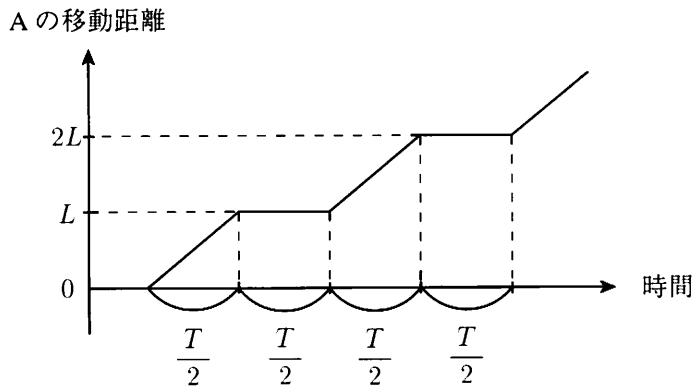


図2

問4  $v$  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。

4

①  $\frac{2L}{T}$

②  $\frac{4M}{M+m} \cdot \frac{L}{T}$

③  $\frac{4m}{M+m} \cdot \frac{L}{T}$

④  $\frac{M+m}{M} \cdot \frac{L}{T}$

⑤  $\frac{M+m}{m} \cdot \frac{L}{T}$

**E** 図1のように、一端を壁に固定したばねの他端に小球をつけ、なめらかで水平な床の上で小球を単振動させる。ばねに沿って  $x$  軸をとり、ばねが自然長になっているときの小球の位置を原点  $O$  とする。図2は、小球の位置  $x$  の時間変化を示すグラフである。

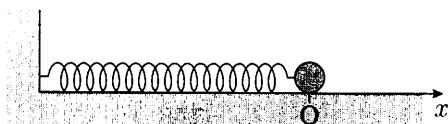


図1

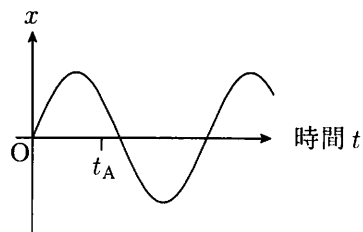


図2

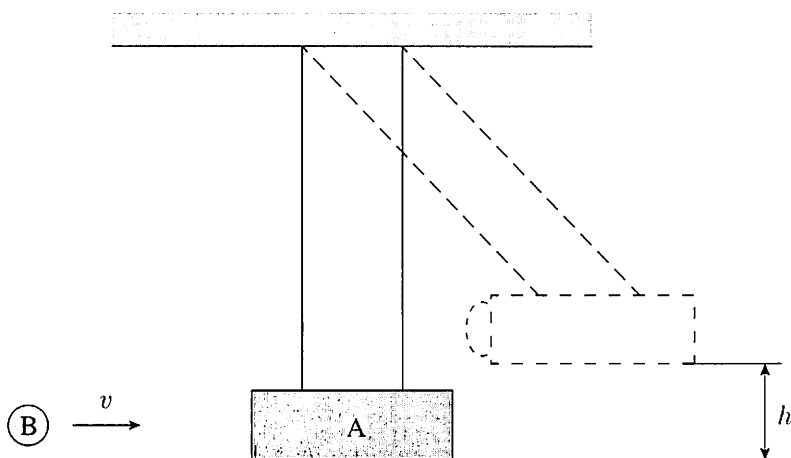
問5 図2の時間  $t_A$  の時の小球の速度の向きは、 $x$  軸の正の向き、負の向きのどちらか。また、時間  $t_A$  の時にばねが壁に及ぼす力の向きは、 $x$  軸の正の向き、負の向きのどちらか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

	小球の速度の向き	ばねが壁に及ぼす力の向き
①	$x$ 軸の正の向き	$x$ 軸の正の向き
②	$x$ 軸の正の向き	$x$ 軸の負の向き
③	$x$ 軸の負の向き	$x$ 軸の正の向き
④	$x$ 軸の負の向き	$x$ 軸の負の向き



**F** 次の図のように、質量  $M$  の物体 A が等しい長さの 2 本の糸で天井からつり下げられて、静止している。質量  $m$  の粘土の小球 B が左から水平方向に速さ  $v$  で飛んできて、A に瞬間的にはりついた。その後、A と B は一体となって運動をはじめた。A の達した最高点は初めの位置から高さ  $h$  であった。

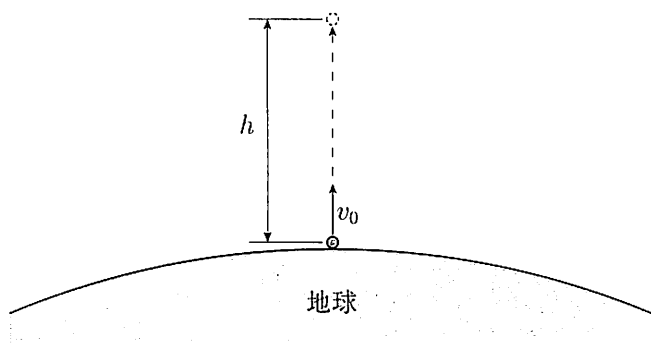


問6  $h$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ①  $\frac{m}{2(M+m)g}v^2$       ②  $\frac{m^2}{2(M+m)^2g}v^2$       ③  $\frac{v^2}{2g}$
- ④  $\frac{M}{2(M+m)g}v^2$       ⑤  $\frac{M^2}{2(M+m)^2g}v^2$

- G** 次の図のように、地上から速さ  $v_0$  で物体を鉛直上方に打ち上げたところ、地表からの高さが  $h$  まで到達してから落下した。地球の半径を  $R$  とし、地表での重力加速度の大きさを  $g$  とする。地球の自転 (rotation of the earth) の影響は無視できるものとする。



問7  $h$  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。

7

①  $\frac{v_0^2 R}{gR + v_0^2}$

②  $\frac{v_0^2 R}{gR - v_0^2}$

③  $\frac{v_0^2 R}{2gR + v_0^2}$

④  $\frac{v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$

⑤  $\frac{2v_0^2 R}{2gR + v_0^2}$

⑥  $\frac{2v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$

## II

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

**A** 5つの物質の比熱 (specific heat) が次の表で与えられている。これら5つの物質のいずれかでつくられた質量 150 g の容器がある。最初、温度  $10^{\circ}\text{C}$  であった容器の中に  $75^{\circ}\text{C}$  の水を 100 g 入れて、じゅうぶん時間がたった後、容器と水の温度はともに  $60^{\circ}\text{C}$  となった。水の比熱を  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とし、外部との熱の出入りはないものとする。

物質	銀	銅	鉄	ガラス	アルミニウム
比熱 ( $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ )	0.24	0.39	0.45	0.84	0.90

問 1 容器はどの物質でつくられているか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 銀      ② 銅      ③ 鉄      ④ ガラス      ⑤ アルミニウム

- B** 酸素分子が、体積 400 L、圧力  $7.0 \times 10^5$  Pa、温度  $27^\circ\text{C}$  の状態で容器に入っている。  
酸素分子 1.0 mol は、温度  $0.0^\circ\text{C}$ 、圧力  $1.0 \times 10^5$  Pa のとき 22.4 L の体積を占める。酸素分子 1.0 mol の質量は 32 g である。

問2 この容器に入っている酸素分子の全質量は何 kg か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9
---

 kg

① 0.11

② 0.36

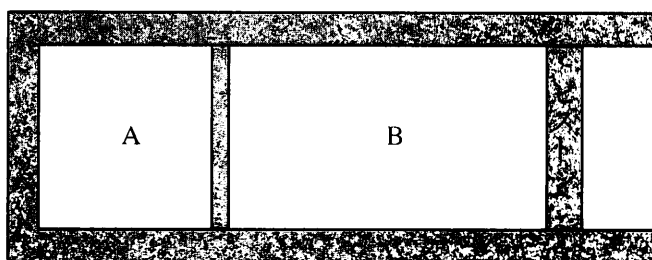
③ 1.1

④ 3.6

⑤ 11

⑥ 36

- C** 次の図のように、断熱材でできたシリンダーと断熱材でできたピストンからなる容器に単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) が入っている。シリンダー内には気体を通さない固定されたしきり板があり、体積の変わらない空間 A とピストンで体積が変化する空間 B に分けられている。ピストンはなめらかに動き、B 内の圧力は常に大気圧に保たれている。B には A の 3 倍のモル数の単原子分子理想気体が入っている。最初 A 内の気体の絶対温度は  $2T_0$ 、B 内の気体の絶対温度は  $T_0$  であった。その後、じゅうぶんに時間がたった後、A 内の気体と B 内の気体の絶対温度はともに  $T_1$  となった。しきり板は熱をよく通し、その熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。



問3  $T_1$  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。

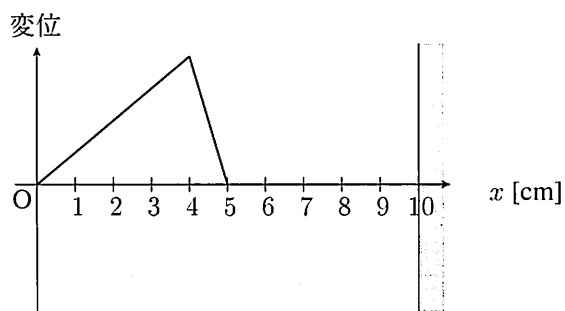
10

- ①  $\frac{5}{4}T_0$       ②  $\frac{7}{6}T_0$       ③  $\frac{11}{8}T_0$       ④  $\frac{7}{2}T_0$

## III

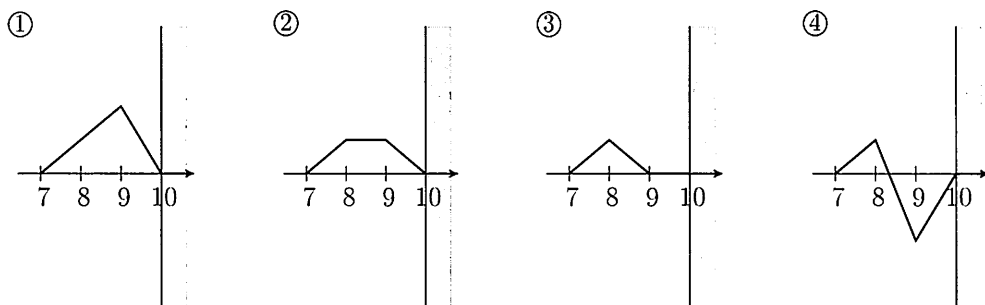
次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

- A** 次の図は,  $x$  軸上を正の向きに速さ  $10 \text{ cm/s}$  で進む波の時刻  $t = 0 \text{ s}$  における形を示している。 $x = 10 \text{ cm}$  の位置には壁があり, 波は固定端反射される。



- 問 1  $t = 0.70 \text{ s}$  における波の形を図で示すとどうなるか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

11



**B**  $x$  軸上を  $x$  軸の負の領域から正の領域に向かって一定の速さで移動する音源 (sound source) がある。この音源からの音波を原点で測定した。図 1, 図 2 は空気の圧力変化  $\Delta p$  が時間  $t$  とともにどのように変化したかをグラフで示したものである (ここで, 図中の  $t$  の単位 ms は  $10^{-3}$  s である)。図 1 は音源が原点に近づくとき, 図 2 は音源が原点から遠ざかるときの結果を示している。

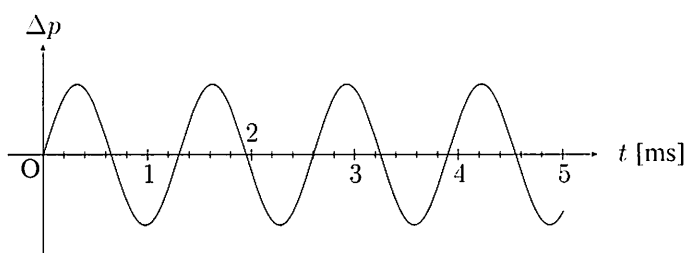


図 1

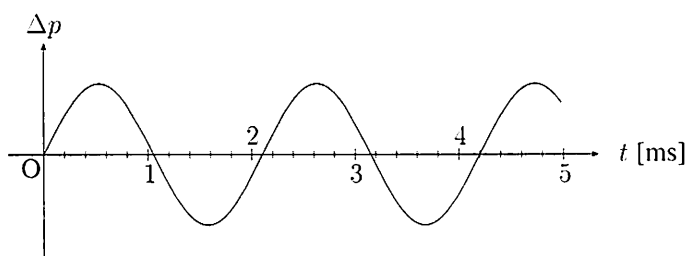


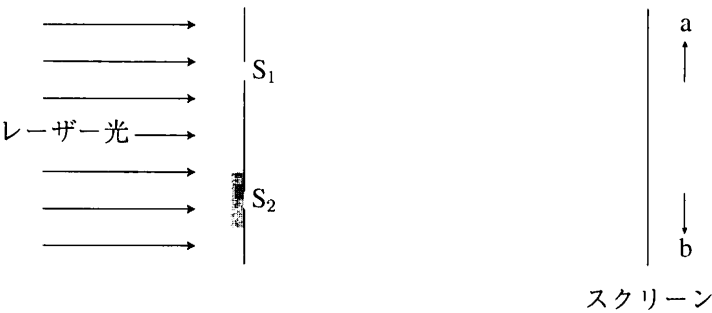
図 2

問 2 音源の振動数はいくらか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

**12** Hz

- ① 290                      ② 590                      ③ 620                      ④ 1200

C 次の図のように、レーザー光源から出た単色光の平行光線が2つのスリット  $S_1$ ,  $S_2$  を通り、十分遠方のスクリーンに干渉縞をつくる。スリット  $S_2$  の前には屈折率 (refractive index) を変えることのできる薄い透明な板が置かれている。



問3 板の屈折率を大きくしていくと、スクリーンの中心近くの暗線は図中の a, b どちらの方向に移動するか。また、隣り合う暗線の間隔はどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

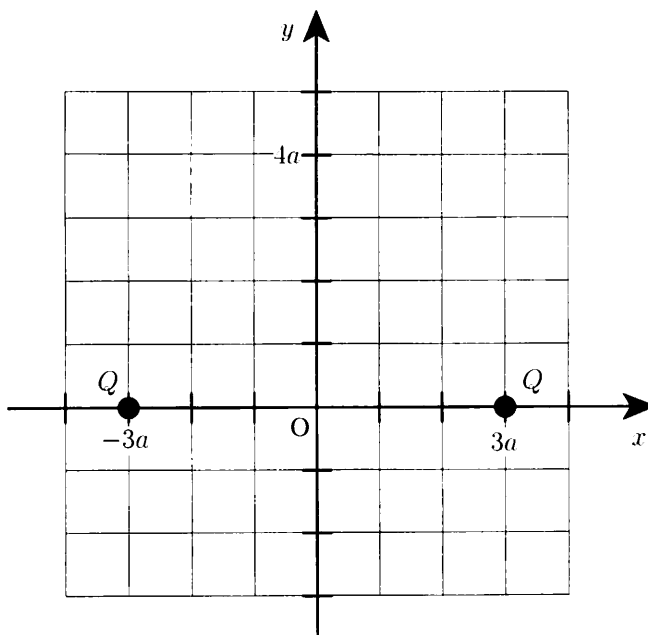
	①	②	③	④	⑤	⑥
移動方向	a	a	a	b	b	b
暗線の間隔	広くなる	同じ	狭くなる	広くなる	同じ	狭くなる



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,  $xy$  平面上の点  $(3a, 0)$  と点  $(-3a, 0)$  に, それぞれ電気量  $Q (> 0)$  をもった小球が固定されている。ただし,  $a > 0$  とする。



問 1 点  $(0, 4a)$  から原点  $(0, 0)$  まで, 電気量  $Q$  をもった別の小球をゆっくり移動させる。このときに必要な外力のする仕事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, クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を  $k$  とする。 14

①  $\frac{kQ^2}{12a}$

②  $\frac{2kQ^2}{15a}$

③  $\frac{kQ^2}{6a}$

④  $\frac{kQ^2}{4a}$

⑤  $\frac{4kQ^2}{15a}$

⑥  $\frac{kQ^2}{2a}$

**B** 次の図1のように、極板間の距離が $d$ の平行平板コンデンサー (parallel plate capacitor) を、起電力 $V$ の電池につないで充電した。充電が終わった後、コンデンサーから電池を取り外し、図2のように極板間の距離を $2d$ まで広げ、極板間全体に比誘電率 (relative permittivity)  $\varepsilon_r$  で厚さ $2d$ の誘電体を挿入した。

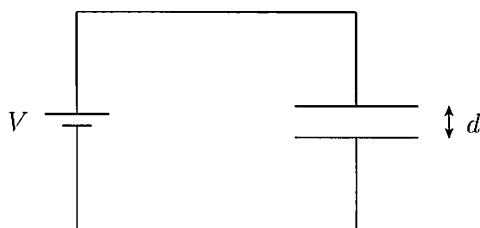


図1

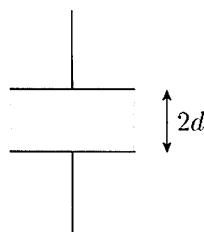


図2

問2 図2の場合のコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは、図1の場合の何倍か。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

①  $\frac{\varepsilon_r}{2}$

②  $\varepsilon_r$

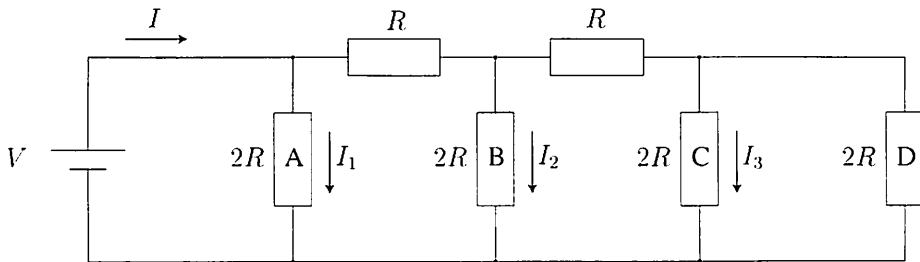
③  $2\varepsilon_r$

④  $\frac{1}{2\varepsilon_r}$

⑤  $\frac{1}{\varepsilon_r}$

⑥  $\frac{2}{\varepsilon_r}$

- C** 抵抗値が  $R$  の抵抗を 2 個,  $2R$  の抵抗を 4 個, および起電力  $V$  の電池をつないで, 次の図のような回路をつくった。抵抗値  $2R$  の抵抗に, 図のように, A, B, C, D と名前を付けた。電池を流れる電流を  $I$  とし, A, B, C に流れる電流をそれぞれ  $I_1, I_2, I_3$  とする。

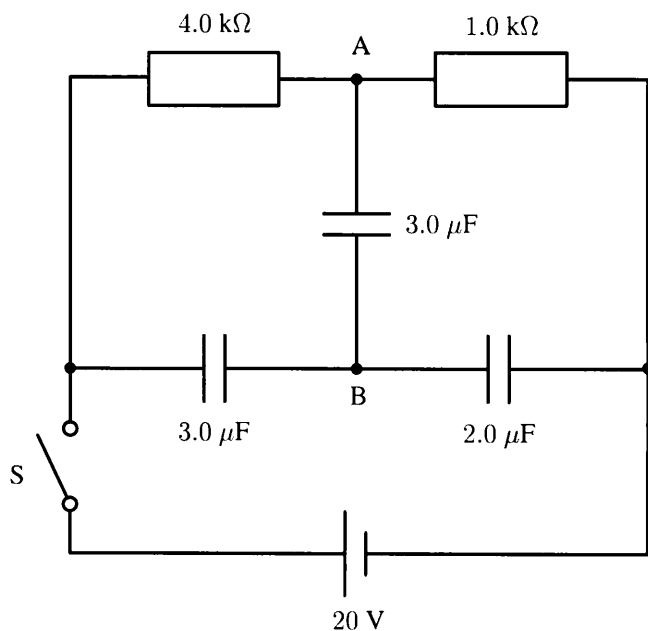


- 問3  $I_1, I_2, I_3$  はいくらか。正しい組み合わせを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

16

	$I_1$	$I_2$	$I_3$
①	$\frac{1}{2}I$	$\frac{1}{4}I$	$\frac{1}{8}I$
②	$\frac{1}{2}I$	$\frac{1}{4}I$	$\frac{1}{6}I$
③	$\frac{1}{2}I$	$\frac{1}{4}I$	$\frac{1}{16}I$
④	$\frac{1}{2}I$	$\frac{1}{3}I$	$\frac{1}{4}I$
⑤	$\frac{1}{2}I$	$\frac{1}{9}I$	$\frac{1}{16}I$

**D** 次の図のように、抵抗値  $4.0\text{ k}\Omega$  と  $1.0\text{ k}\Omega$  の抵抗，電気容量  $2.0\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサー 1 個と  $3.0\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサー 2 個，および起電力  $20\text{ V}$  の電池とスイッチ  $S$  でつくった回路がある。電池の内部抵抗は無視できるものとし， $S$  を閉じるまではコンデンサーには電荷はなかった。

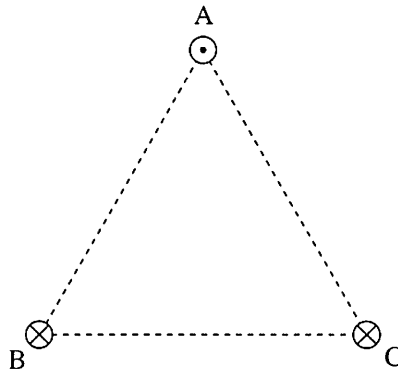


問 4  $S$  を閉じてからじゅうぶん時間がたったとき，図中の  $AB$  間の電圧の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**17** V

- ① 4.0      ② 5.0      ③ 6.0      ④ 8.0      ⑤ 9.0

**E** 次の図のように、一辺が0.10 mの正三角形の頂点A, B, Cを通る導線に、それぞれ10 Aの電流が流れている。3本の導線それぞれは三角形の平面に対して垂直である。Aを通る導線に流れる電流の向きは紙面の裏から表の向き、B, Cについては紙面の表から裏の向きである。

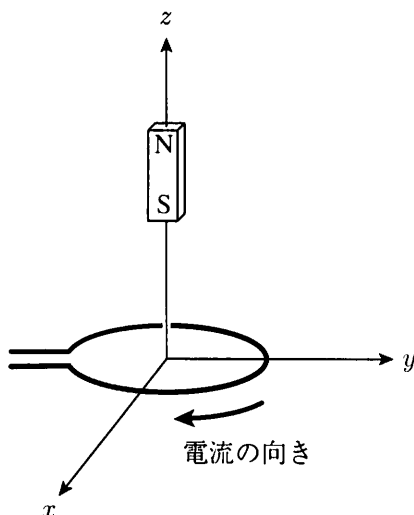


問5 三角形ABCの重心での磁場の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 $\pi = 3.1$ ,  $\sqrt{3} = 1.7$ として計算してよい。

**18** A/m

- ① 0              ② 37              ③ 55              ④ 75              ⑤ 83

**F** 次の図のように、 $xy$  平面上の円形導線に電流が流れており、 $z$  軸に沿って棒磁石が置かれている。電流の向きは  $z$  軸の正の向きから見て右回り（時計回り）であり、棒磁石の N 極は  $z$  軸の正の向きを向いている。



問6 棒磁石が電流がつくる磁場から受ける力の向きは、 $z$  軸の正の向きか、負の向きか。また、円形導線が棒磁石のつくる磁場から受ける力の向きは  $z$  軸の正の向きか、負の向きか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

	棒磁石が受ける力の向き	円形導線が受ける力の向き
①	$z$ 軸の正の向き	$z$ 軸の正の向き
②	$z$ 軸の正の向き	$z$ 軸の負の向き
③	$z$ 軸の負の向き	$z$ 軸の正の向き
④	$z$ 軸の負の向き	$z$ 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。