

平成22年度  
日本留学試験(第2回)  
**試験問題**

平成22年度（2010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 ～ 32
生物	33 ～ 45

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、解答用紙の左上にある「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** 2～8ページの問い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。

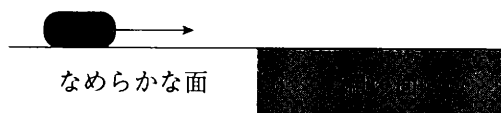
**A** 国際単位系 (SI) では、長さ [m]、質量 [kg]、時間 [s]、電流 [A] が基本単位の一部として使われている。

問1 エネルギーと電圧の単位を、これらの基本単位の組み合わせで表すとどうなるか。  
正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

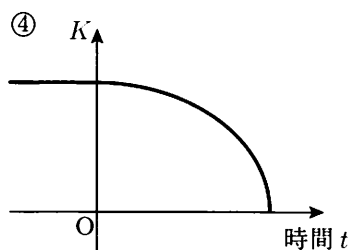
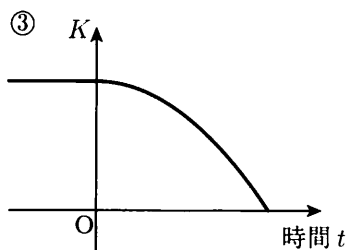
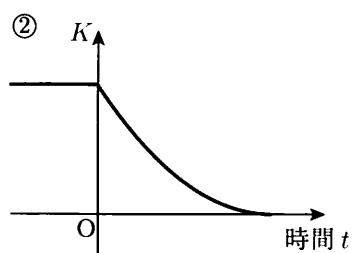
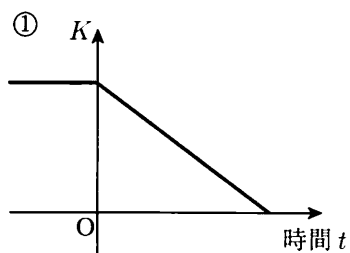
	エネルギー	電圧
①	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}]$
②	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}]$
③	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}]$
④	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}]$
⑤	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}]$
⑥	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}]$

- B** 次の図のように、小物体 A がなめらかな水平面上を一定の速さで運動している。A は時刻  $t = 0$  に、なめらかな面上から粗い面上に入った。

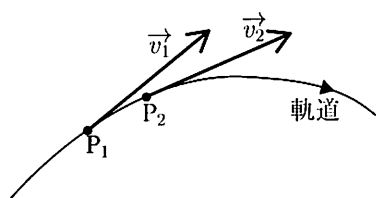


- 問2 A の運動エネルギー  $K$  の時間変化を表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

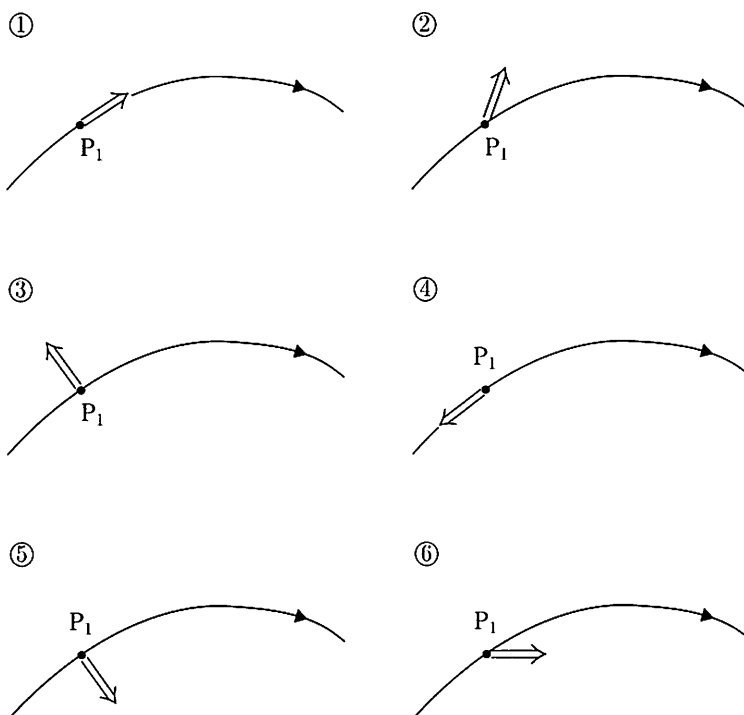


C 次の図は、平面内を運動している物体Aの軌道、ある時刻におけるAの位置 $P_1$ と速度ベクトル $\vec{v}_1$ 、および短い時間 $\Delta t$ 後の位置 $P_2$ と速度ベクトル $\vec{v}_2$ を表している。

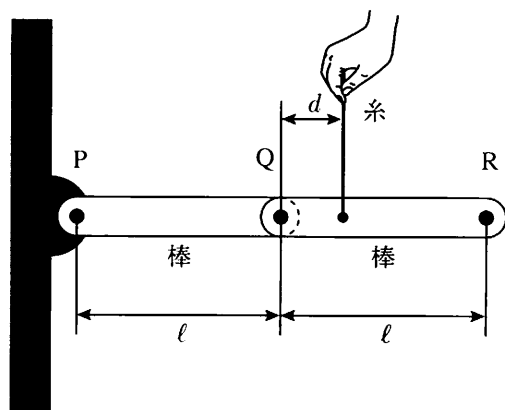


問3  $P_1$ の位置で、Aの速度を変化させる原因となる力の向きを $\Rightarrow$ で表すとどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- D** 次の図のように、2本の同じ棒が点Qでつながれ、片方の棒が点Pで壁につながれている。それぞれの棒は鉛直（vertical）面内で、P、Qを中心に自由に回転できる。PとQ、Qと点Rの距離は $\ell$ である。それぞれの棒の重心は、PQの中点、QRの中点にある。右の棒のQから距離 $d$ の位置に糸をつけて鉛直方向に支えたら2本の棒は水平になってつり合った。



問4  $\frac{d}{\ell}$  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  $\frac{1}{6}$       ②  $\frac{1}{5}$       ③  $\frac{1}{4}$       ④  $\frac{1}{3}$       ⑤  $\frac{1}{2}$

**E** 次の図1のように、水平な床の上でばねの一端を左側の壁に固定し、他端に小球を取り付けた。ばねが自然長にあるとき、小球と右側の壁までの距離を $d$ とする。次に、図2のようにばねを自然長から $2d$ 縮め、静かに手をはなしたところ、小球はばねから離れることなく運動し、右側の壁に衝突してはねかえった。はねかえり係数を $e$ とし、床との摩擦は無視できるものとする。

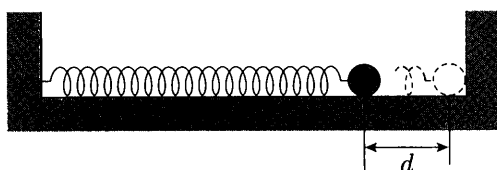


図1

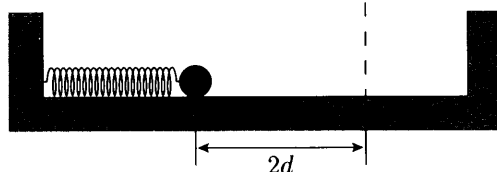


図2

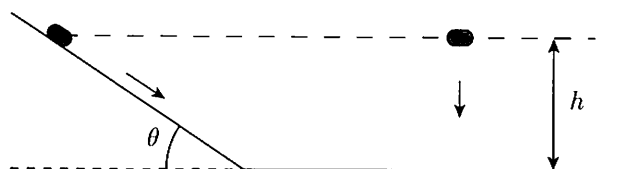
問5 小球がはねかえった後で、ばねが最も縮んだとき、ばねは自然長からどれくらい縮んでいるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

- ①  $\sqrt{3}ed$       ②  $2ed$       ③  $\sqrt{1+e^2}d$       ④  $\sqrt{1+3e^2}d$



**F** 次の図のように、小物体が傾斜角 $\theta$ の斜面上を高さ $h$ の位置から初速度0ですべり下りる時間 $t_1$ と、同じ高さ $h$ から初速度0で自由落下する時間 $t_2$ を比較する。小物体と斜面との摩擦はないものとする。



問6  $\frac{t_1}{t_2}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**6**

①  $\frac{1}{\sqrt{\sin \theta}}$

②  $\frac{1}{\sin \theta}$

③  $\frac{1}{\sin^2 \theta}$

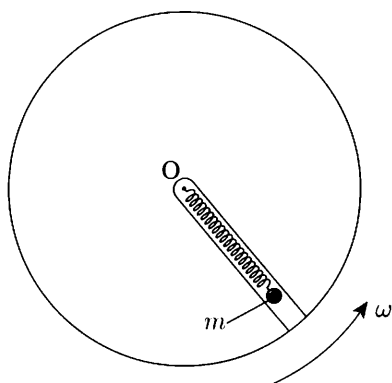
④ 1

⑤  $\frac{1}{\sqrt{\cos \theta}}$

⑥  $\frac{1}{\cos \theta}$

⑦  $\frac{1}{\cos^2 \theta}$

**G** 次の図は、水平に置かれた円板を上から見た図である。円板には中心  $O$  を通る直線状の溝 (trench) があり、その中に、ばね定数  $k$ 、自然長  $\ell_0$  の軽いばねが置かれている。ばねの一端は  $O$  に固定され、他端には質量  $m$  の小球が取り付けられている。ばねは溝に沿って伸び縮みし、小球も溝に沿ってなめらかに運動できる。この円板が一定の角速度  $\omega$  で  $O$  を中心として図の向きに回転しているとき、小球は円板に対して静止していた。



問7 このときのばねの長さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- |                                   |                                 |                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| ① $\frac{k\ell_0}{m\omega^2}$     | ② $\frac{m\ell_0\omega^2}{k}$   | ③ $\frac{k\ell_0}{k+m\omega^2}$   |
| ④ $\frac{(k+m\omega^2)\ell_0}{k}$ | ⑤ $\frac{k\ell_0}{k-m\omega^2}$ | ⑥ $\frac{(k-m\omega^2)\ell_0}{k}$ |

**Ⅱ**

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

**A** 70°C, 400 g の水に 0°C の氷を入れたところ、氷は全部融けて、全体が 50°C の水となった。氷の融解熱 (heat of fusion) を  $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ , 水の比熱 (specific heat) を  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  とする。熱は外部に逃げないものとする。

問 1 入れた氷は何 g か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **8** g

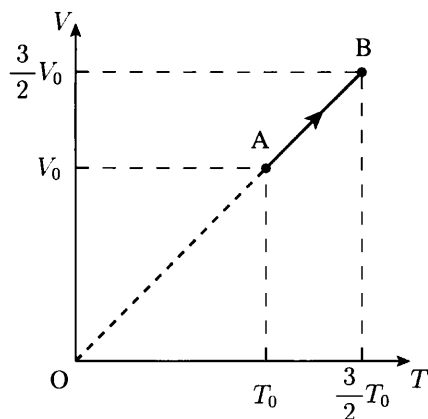
① 31

② 51

③ 62

④  $1.0 \times 10^2$

**B** 次の図は、単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) の状態変化  $A \rightarrow B$  を表している。横軸は絶対温度  $T$ 、縦軸は体積  $V$  である。状態  $A$  での気体の絶対温度は  $T_0$ 、体積は  $V_0$ 、圧力は  $p_0$  であり、状態  $B$  での絶対温度は  $\frac{3}{2}T_0$ 、体積は  $\frac{3}{2}V_0$  であった。

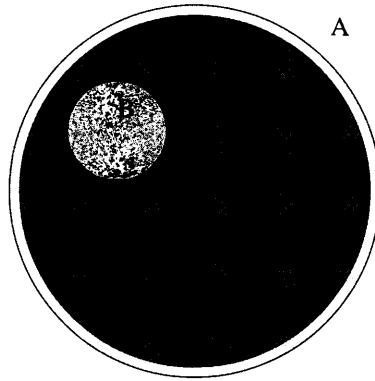


問2 過程  $A \rightarrow B$  において、気体に与えられた熱量はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9

- ①  $\frac{3}{4}p_0V_0$       ②  $\frac{5}{4}p_0V_0$       ③  $\frac{9}{4}p_0V_0$       ④  $\frac{15}{4}p_0V_0$

- C** 次の図のように、熱を伝えない硬い材質で作られた容器A（容積  $V_A$ ）と薄くて硬い材質で作られた容器B（容積  $V_B$ ）がある。BはAの中に入られている。A、Bの中には同じ温度の同じ理想気体（ideal gas）が入っている。Aの中の圧力は  $p_A$ 、Bの栓は閉じられていて中の圧力は  $p_B$  である。Bの厚さと栓の体積は無視できるものとする。



- 問3 Bの栓を開けてじゅうぶん時間がたったとき、気体の圧力はいくらになるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- ①  $p_A + p_B \frac{V_B}{V_A}$       ②  $p_B + p_A \frac{V_A}{V_B}$       ③  $p_A + (p_B - p_A) \frac{V_B}{V_A}$
- ④  $p_B + (p_A - p_B) \frac{V_A}{V_B}$       ⑤  $\frac{1}{V_A + V_B} (p_A V_A + p_B V_B)$       ⑥  $p_A \frac{V_A}{V_B} + p_B \frac{V_B}{V_A}$

Ⅲ

次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

A  $x$  軸上を進む正弦波形（sinusoidal wave）をした進行波を考える。図 1 は、時刻  $t = 0$  のときの進行波の波形を表している。図 1 に示した  $x$  軸上の点 A での変位（displacement）を時間  $t$  の関数として表したものが図 2 である。図 1 では 1 つの目盛りが長さ  $a$ ，図 2 では 1 つの目盛りが時間  $b$  である。

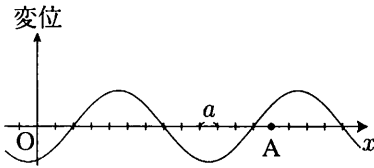


図 1

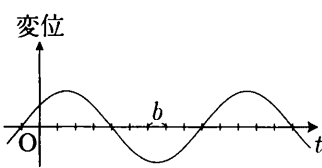


図 2

問 1 この波は  $x$  軸上の正の向きに進んでいるか、負の向きに進んでいるか。また、その速さはいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 11

	進む向き	速さ
①	正	$\frac{a}{2b}$
②	負	$\frac{a}{2b}$
③	正	$\frac{a}{b}$
④	負	$\frac{a}{b}$
⑤	正	$\frac{2a}{b}$
⑥	負	$\frac{2a}{b}$

**B** 次の図1のように、音源 (sound source) からの音を両端が開いている円筒に向け、共鳴する振動数を調べたところ、低い方から3番目に共鳴した振動数が840 Hzであった。

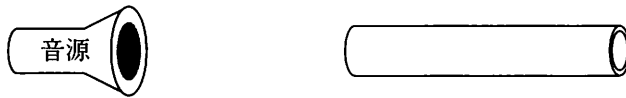


図 1

問2 図2のように、音源から遠い方の円筒の端を閉じて、同様の実験を行うとき、低い方から3番目に共鳴する振動数は何 Hz か。最も適当な値を、以下の①～④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。

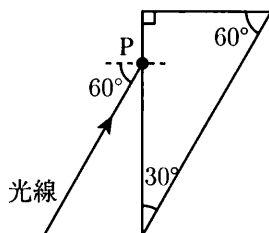
**12** Hz



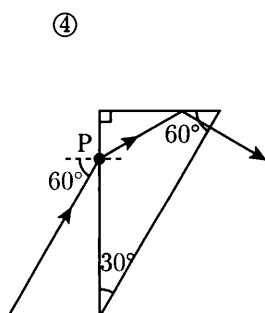
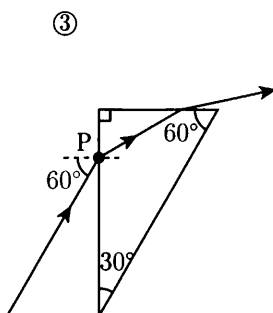
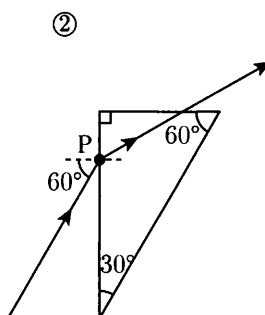
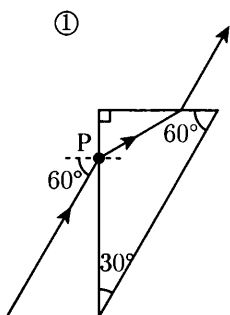
図 2

- ① 560                      ② 700                      ③ 980                      ④ 1120

- C 屈折率 (refractive index)  $1.73 (\simeq \sqrt{3})$  のガラスでできた直角三角柱がある。その頂角は  $30^\circ$  と  $60^\circ$  である。次の図のように、この直角三角柱の点 P に、底面に平行な面内で単色の光線を入射角  $60^\circ$  で入射させた。



- 問3 光線の経路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。 **13**

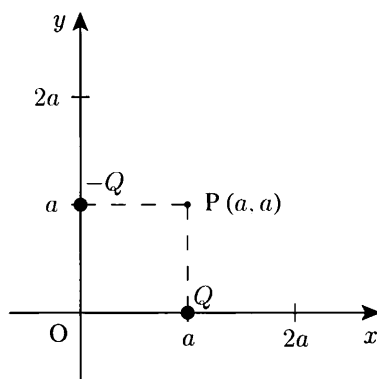




IV

次の問い A (問 1, 問 2), B (問 3), C (問 4), D (問 5), E (問 6) に答えなさい。

- A** 次の図のように,  $xy$  平面上の点  $(a, 0)$  に電気量  $+Q$  の正の電荷, 点  $(0, a)$  に電気量  $-Q$  の負の電荷を置いた。さらに, 点  $P(a, a)$  からの距離が  $\sqrt{2}a$  のある点 A に電気量  $q$  をもった正の電荷を置いたところ, P での電場が 0 になった。



問 1 A はどこか。正しい座標を, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

- ①  $(0, 0)$       ②  $(0, 2a)$       ③  $(2a, 2a)$       ④  $(2a, 0)$

問 2  $q$  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。

15

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

**B** 次の図1のような、極板の面積が $S$ で、極板間の距離が $d$ の平行平板コンデンサー (parallel plate capacitor) がある。このコンデンサーの極板間に、面積 $\frac{S}{2}$ 、厚さ $\frac{d}{2}$ の導体板を図2のように、極板に平行に挿入した。

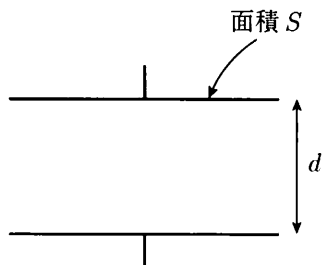


図1

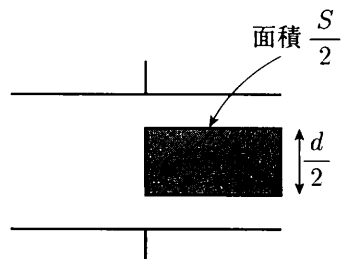


図2

問3 導体板を挿入したコンデンサーの電気容量は、挿入前の電気容量に比べて何倍になったか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 16 倍

①  $\frac{3}{4}$

②  $\frac{3}{2}$

③ 2

④ 3

**C** 同じ電池 2 個と同じ抵抗 4 個を使用して，図 1 と図 2 の 2 つの回路を組み立てた。

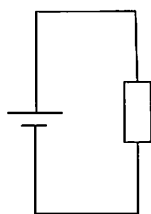


図 1

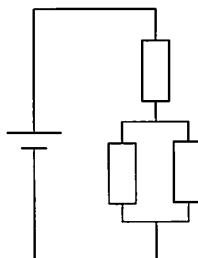


図 2

問 4 図 2 の回路中での全抵抗の消費電力は，図 1 で 1 個の抵抗が消費する電力の何倍か。正しいものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，電池の内部抵抗は無視できるものとする。

**17** 倍

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

**D** 図1のように、鉄心に導線を巻いたコイルに交流電源とスイッチを接続した。鉄心の右端近くに銅の円環を糸でつり下げた。円環は左右に動くことができる。コイルおよび円環に流れる電流の向きは、図1の鉄心の左端の矢印の向きを正とする。円環の自己インダクタンス (self-inductance) は無視できるものとする。いま、スイッチを入れたところ、コイルには図2のような電流  $I_1$  が流れた。

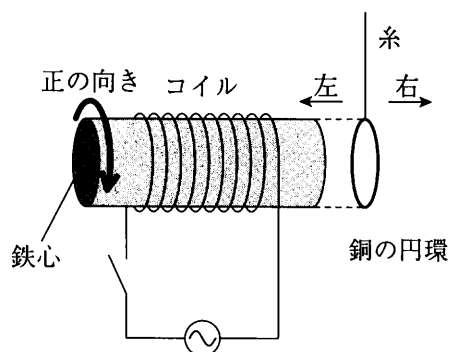


図1

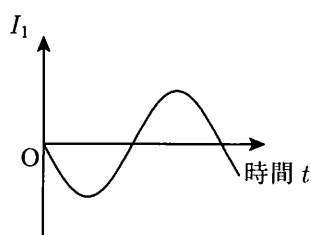
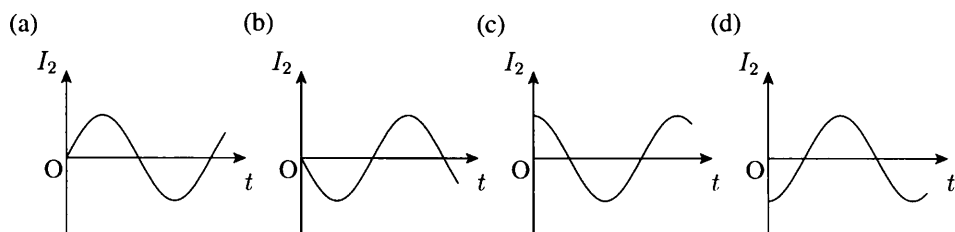


図2

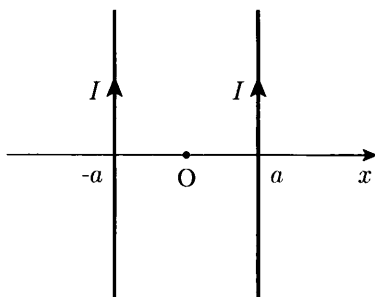
問5 スイッチを入れた直後、円環は左右のどちらの向きに動くか。また、スイッチを入れた後、円環に流れる電流  $I_2$  は時間  $t$  とともにどのように変化するか。円環が動く向きと、 $I_2$  の時間変化を表した次の図の最も適当な組み合わせを、右ページの①～⑧の中から一つ選びなさい。

18



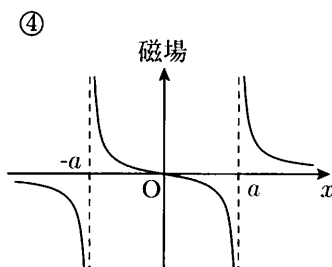
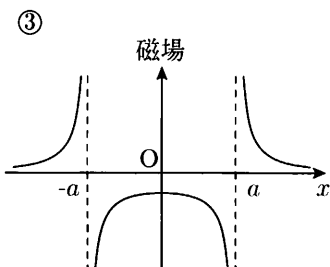
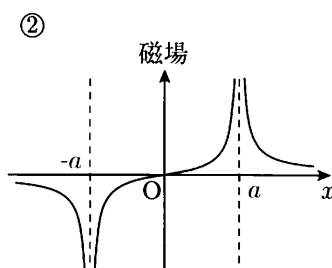
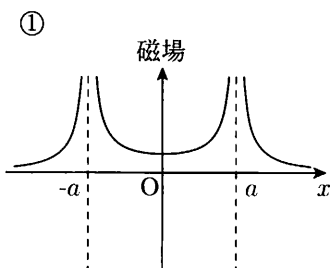
	円環が動く向き	電流の時間変化
①	右	(a)
②	左	(a)
③	右	(b)
④	左	(b)
⑤	右	(c)
⑥	左	(c)
⑦	右	(d)
⑧	左	(d)

**E** 十分に長い2本の直線導線が平行に置かれ、同じ向きに電流  $I$  が流れている。次の図のように、2本の導線を含む平面内で導線に垂直に  $x$  軸をとる。2本の導線から等距離にある  $x$  軸上の点を原点  $O$  とする。



問6 紙面の表から裏への向きを磁場の正の向きとすると、電流が  $x$  軸上につくる磁場を表すグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④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。  
解答用紙左上の科目欄に「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。