

平成22年度  
日本留学試験(第1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 ～ 35
生物	37 ～ 53

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科目を解答用紙の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
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 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 圧力と電気抵抗（electric resistance）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**

	圧力	電気抵抗
①	$[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}]$
②	$[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}]$
③	$[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}]$
④	$[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}]$
⑤	$[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}]$
⑥	$[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}]$

- B** 次の図1のように、軽いばねの一方の端を持ち、もう一方の端におもりをつけてつるしたところ、ばねは自然長より 20 cm 伸びた状態でつりあった。次に図2のように、おもり全体を水中に入れてつるしたところ、ばねは自然長より 15 cm 伸びた状態でつりあった。

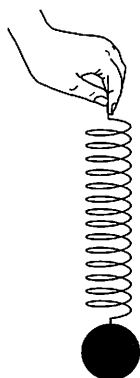


図 1

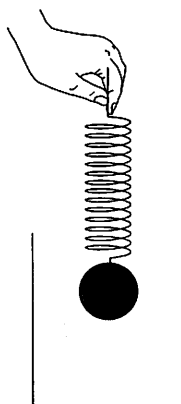


図 2

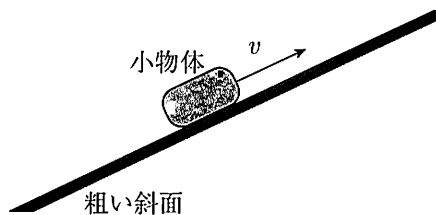
- 問2 このおもりの密度 (density) は水の密度の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2
---

 倍

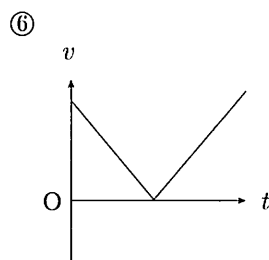
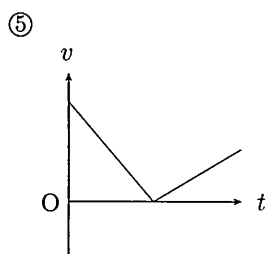
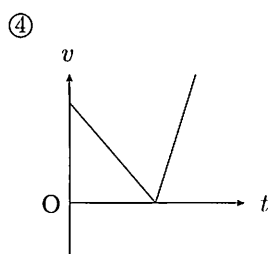
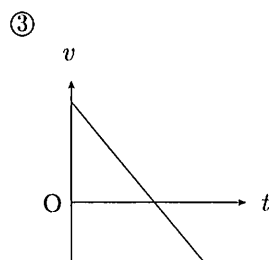
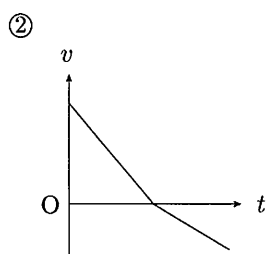
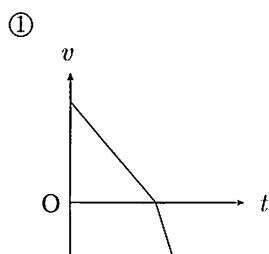
- ① 1.5      ② 2.0      ③ 2.5      ④ 3.0      ⑤ 3.5      ⑥ 4.0

- C** 次の図のように、粗い斜面上の小物体に、斜面に沿って上向きの初速度を与えたところ、小物体は斜面を上り、最高点に達した後、下ってきた。小物体の速度を  $v$  とし、斜面を上る向きを  $v$  の正の向きとする。また、運動を開始してからの経過時間を  $t$  とする。

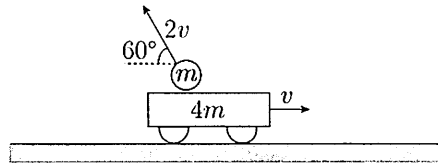


- 問3  $v$  と  $t$  の関係を表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- D** 質量  $4m$  の台車 (wagon) が質量  $m$  の小球をのせて、なめらかで水平な床の上を右向きに動いている。この小球が左向き上方に向かって発射された。発射直後、床の上に静止している人が観測したところ、次の図のように、台車は水平右向きに速さ  $v$  で、小球は水平方向から角度  $60^\circ$  の向きに速さ  $2v$  で動いていた。

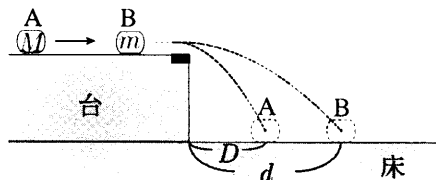


- 問 4 発射前の台車の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

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

**E** 次の図のように、水平な床の上に固定された水平な台の上で、質量  $M$  の小物体 A が、静止していた質量  $m$  の小物体 B に衝突した。その後、A と B は台の端から、水平に飛び出し、床に落下した。台の端から A の落下した地点までの水平距離  $D$  は、B の落下した地点までの水平距離  $d$  の  $\frac{1}{2}$  であった。A、B と台との間に摩擦はないものとする。



問5 A と B の間のはねかえり係数 (coefficient of restitution) 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。

5

①  $\frac{M}{m+2M}$

②  $\frac{M}{2m+M}$

③  $\frac{2M}{m+2M}$

④  $\frac{m}{m+2M}$

⑤  $\frac{m}{2m+M}$

⑥  $\frac{2m}{m+2M}$



**F** 質量  $m$  の2つの小物体 A, B がある。次の図1のように, A は軽くて伸びない糸で鉛直に (vertically) つるされ, B は A に接するように粗い水平な床の上に置かれている。図2のように, 糸を張ったまま, 最初の位置からの高さが  $h$  の位置まで A を持ち上げ, 静かに手を離した。A は B と弾性衝突 (elastic collision) し, B は床の上を距離  $d$  だけ滑って止まった。

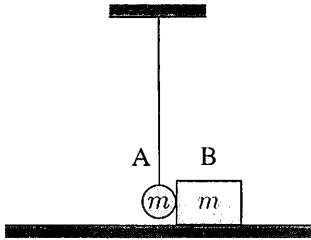


図 1

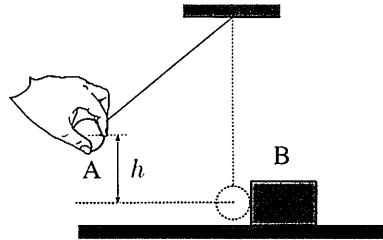


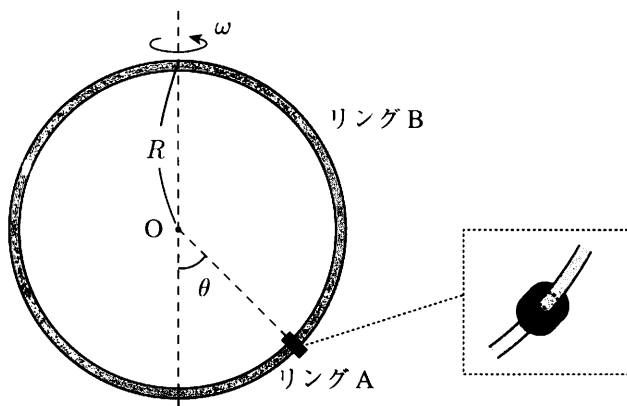
図 2

問 6 B と床との間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) 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  $\frac{h}{2d}$       ②  $\frac{h}{d}$       ③  $\frac{2h}{d}$       ④  $\frac{d}{2h}$       ⑤  $\frac{d}{h}$       ⑥  $\frac{2d}{h}$

- G** 質量  $m$  の小さいリング A を半径  $R$  の大きいリング B に通し、A が B に沿って自由に動けるようにした。次の図のように、B を鉛直に (vertically) 立て、中心 O を通る鉛直軸 (vertical axis) の周りに角速度 (angular velocity)  $\omega$  で回転させた。このとき、A は B 上のある点で留まっていた。OA と鉛直軸とのなす角は  $\theta$  であった。A と B の間の摩擦はないものとする。



問7 角速度  $\omega$  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。 7

①  $\cos \theta \sqrt{\frac{g}{R}}$

②  $\sqrt{\frac{g \cos \theta}{R}}$

③  $\sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$

④  $\sqrt{\frac{g \sin \theta}{R}}$

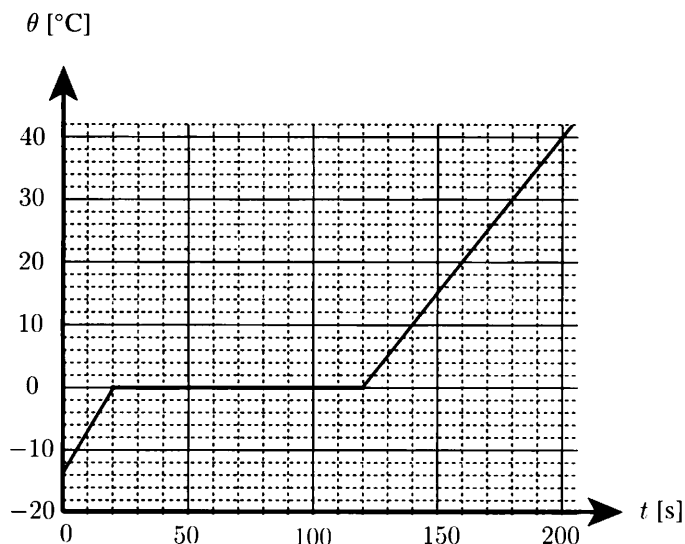
⑤  $\sqrt{\frac{g \tan \theta}{R}}$

⑥  $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{g \sin \theta}{R}}$

## II

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

- A** 銅の容器に氷を入れ断熱材で囲み、ヒーターで  $1.0 \times 10^3 \text{ J/s}$  の割合で加熱した。グラフはこのときの経過時間  $t$  と温度  $\theta$  の関係を示している。ヒーターからの熱はすべて容器、氷、水に伝わり、それ以外に外部との熱のやり取りはないものとする。また、水の比熱 (specific heat) を  $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、銅の比熱を  $0.39 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、氷の融解熱 (heat of fusion) を  $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$  とする。



問 1 銅の容器の質量はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**8** g

- ①  $3.0 \times 10^2$       ②  $1.2 \times 10^3$       ③  $1.9 \times 10^3$       ④  $2.6 \times 10^3$

**B** 次の図1のように、鉛直に（vertically）置かれたシリンダーと、断面積  $S$ 、質量  $M$  のなめらかに動くピストンで、理想気体（ideal gas）を閉じ込めた。このときの気体部分の高さは  $L_0$ 、気体を含む装置の絶対温度は  $T_0$  であった。次に、図2のように、ピストンの上に質量  $m$  のおもりをのせ、気体部分の高さが  $L_0$  になるまで装置全体を温めると、全体の絶対温度は  $T$  になった。ただし、大気圧を  $p_0$ 、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを  $g$  とする。

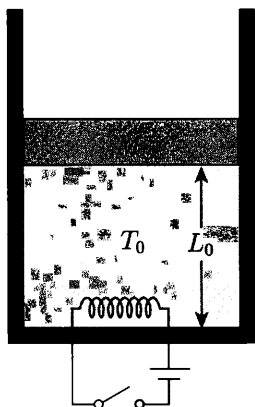


図 1

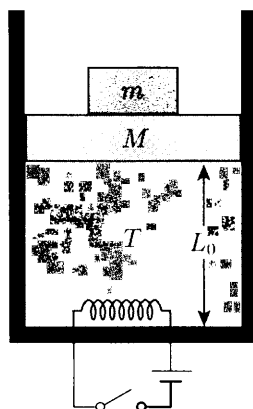
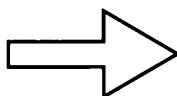


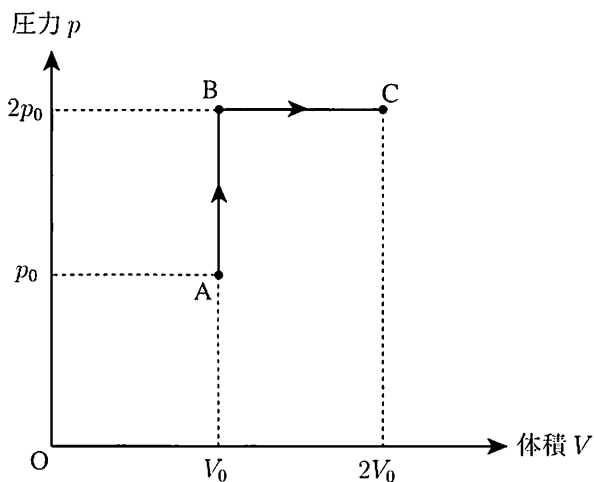
図 2

問2  $T$  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。

9

- |                                      |   |  |
|--------------------------------------|---|--|
| ① $\left(1 + \frac{M}{m}\right) T_0$ | ② $\left(1 + \frac{Mg}{p_0 S}\right) T_0$ | ③ $\left(1 + \frac{Mg}{p_0 S + mg}\right) T_0$ |
| ④ $\left(1 + \frac{m}{M}\right) T_0$ | ⑤ $\left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0$ | ⑥ $\left(1 + \frac{mg}{p_0 S + Mg}\right) T_0$ |

- C  $n$  [mol] の単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) の状態を次の  $p$ - $V$  図のように  $A \rightarrow B \rightarrow C$  と変化させた。初めの状態 A の絶対温度を  $T$  とし、気体定数 (gas constant) を  $R$  とする。



- 問3 過程  $A \rightarrow B \rightarrow C$  で、気体に加えた熱量 (quantity of heat) 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。

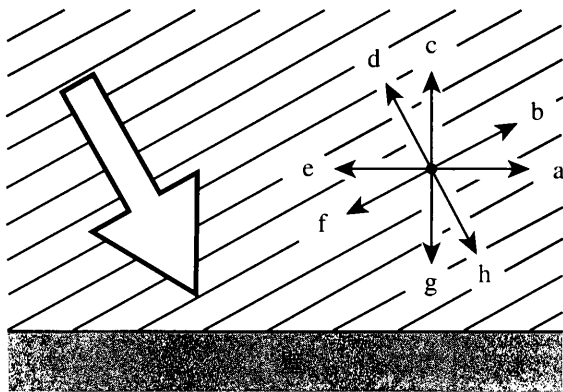
10

- ①  $\frac{9}{2}nRT$                       ②  $\frac{11}{2}nRT$                       ③  $\frac{13}{2}nRT$
- ④  $\frac{15}{2}nRT$                       ⑤  $\frac{17}{2}nRT$                       ⑥  $\frac{19}{2}nRT$

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、水面上の平面波が鉛直な壁に対して斜めに入射しているところを、真上から見た図である。図中の実線は、ある時刻の入射波の山を表している。壁では自由端での反射が起こり、反射波が生じる。

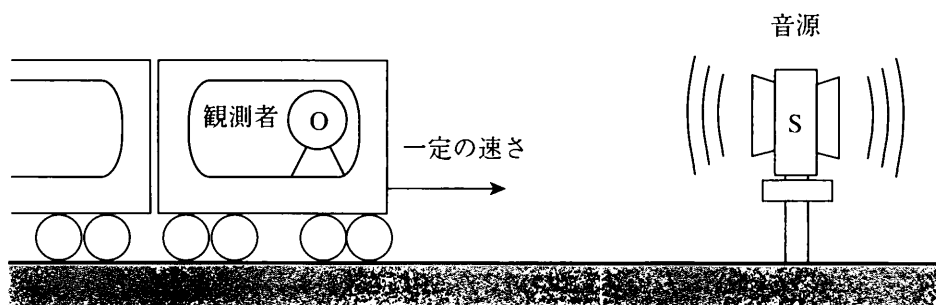


問 1 入射波と反射波が干渉（interference）して強め合っできる山は、時間とともに図中の矢印 a～h のどの向きに移動するか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

- |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d |
| ⑤ e | ⑥ f | ⑦ g | ⑧ h |

**B** 次の図のように、振動数  $f$ 、波長  $\lambda$  の音を発している音源（sound source）S のそばを、観測者 O が一定の速さで通過する。

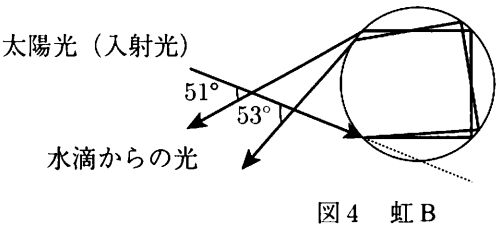
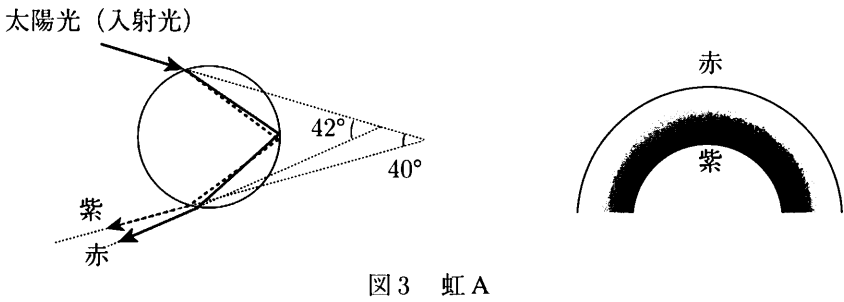
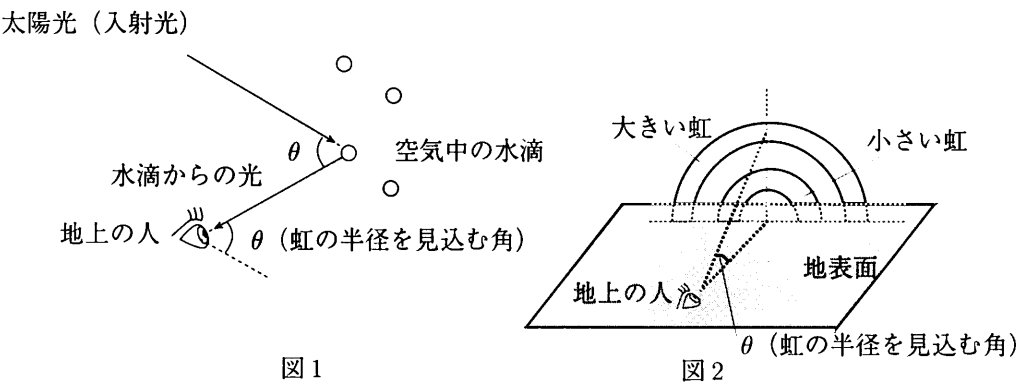


問2 O が S に近づくときと O が S から遠ざかるときのそれぞれについて、O が観測する音の振動数  $f'$ 、波長  $\lambda'$  は、 $f$ 、 $\lambda$  と比べてどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	O が S に近づくとき	O が S から遠ざかるとき
①	$f' < f, \lambda' < \lambda$	$f' > f, \lambda' < \lambda$
②	$f' < f, \lambda' = \lambda$	$f' > f, \lambda' = \lambda$
③	$f' < f, \lambda' > \lambda$	$f' > f, \lambda' > \lambda$
④	$f' > f, \lambda' < \lambda$	$f' < f, \lambda' < \lambda$
⑤	$f' > f, \lambda' = \lambda$	$f' < f, \lambda' = \lambda$
⑥	$f' > f, \lambda' > \lambda$	$f' < f, \lambda' > \lambda$

C <sup>にじ</sup>虹は、空気中の水滴に入った太陽光の屈折と反射と分散（dispersion）により発生する。虹のある色の半径を見込む角は、図1のように、入射した太陽光と水滴で屈折・反射した光のなす角 $\theta$ に等しい。図2に示すように、小さな半径の虹と大きな半径の虹が同時に見える場合がある。一方の虹Aは、図3のように水滴中で1回だけ反射して生じ、その色は内側から紫から赤へと変化する。もう一方の虹Bは、図4のように2回反射して生じる。





問3 虹Bは、半径の大きい虹か小さい虹か。また、その色は内側からどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

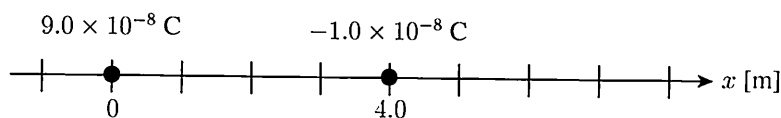
	虹Bの半径	内側からの変化
①	小	赤から紫へ
②	小	紫から赤へ
③	大	赤から紫へ
④	大	紫から赤へ

**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、 $x$  軸上の原点に  $9.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  の点電荷 (point charge) を固定し、 $x = 4.0 \text{ m}$  の位置に  $-1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  の点電荷を固定した。



問 1  $x$  軸上に正の点電荷を置いたとき、この点電荷に働く力の合力が 0 となる位置はどこか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**14** m

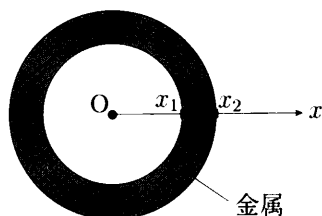
①  $x = 3.0$

②  $x = 3.5$

③  $x = 4.5$

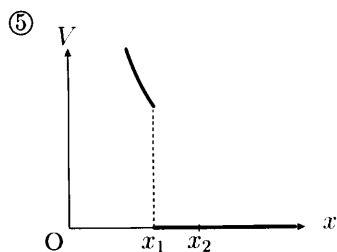
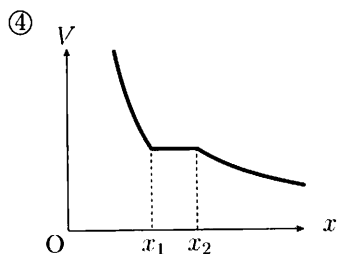
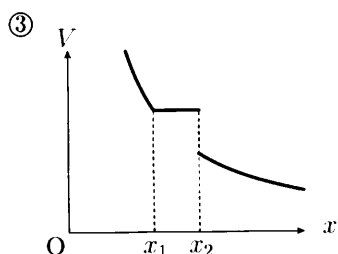
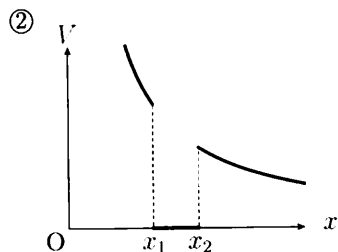
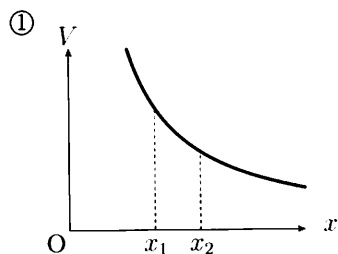
④  $x = 6.0$

- B** 帯電していない中空の金属球がある。この金属球の中心  $O$  に正の点電荷 (point charge) を置いた。次の図は、この金属球の断面を示したものである。中心  $O$  を原点として、 $x$  軸をとった。



- 問2 このときの  $x$  軸上の電位 (electric potential)  $V$  を表すグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15



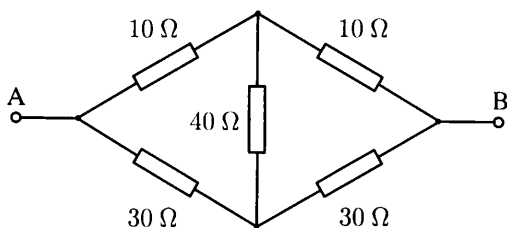
**C** 電極間の全体に誘電体 (dielectric) を入れることができる平行平板コンデンサー (capacitor) がある。はじめ誘電体を入れない状態で、コンデンサーを電池に接続し、充電した。その後、電池を外してから、比誘電率 (relative permittivity)  $\epsilon_r$  の誘電体を電極間全体に入れた。

問3 このときコンデンサーに蓄えられているエネルギーは、誘電体を入れる前の何倍か。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**16** 倍

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

**D** 次の図のように、抵抗値が  $10\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$  の電気抵抗 5 個を接続した。

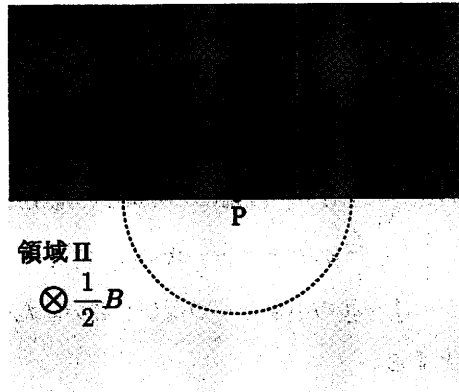


問4 端子 AB 間の合成抵抗は何  $\Omega$  か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**17**  $\Omega$

- ① 10                      ② 15                      ③ 20                      ④ 30                      ⑤ 45                      ⑥ 60

**E** 次の図のように、紙面に垂直で表から裏向きに磁束密度（magnetic flux density）の大きさ  $B$  の一様磁場（uniform magnetic field）が存在している領域（領域Ⅰ）と、紙面に垂直で表から裏向きに大きさ  $\frac{1}{2}B$  の一様磁場が存在している領域（領域Ⅱ）が、紙面に垂直な境界面で接している。正の電荷  $q$ 、質量  $m$  の粒子を境界面上の点  $P$  から、境界面に垂直で、領域Ⅰに向かって速さ  $v$  で打ち出したところ、粒子は点線のような軌道（orbit）を描いて、再び点  $P$  に戻った。ただし、重力（gravitational force）の影響はないものとする。

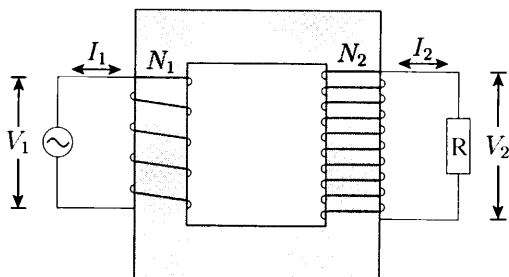


問5 点  $P$  を出発して再び点  $P$  に戻るまでの時間はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

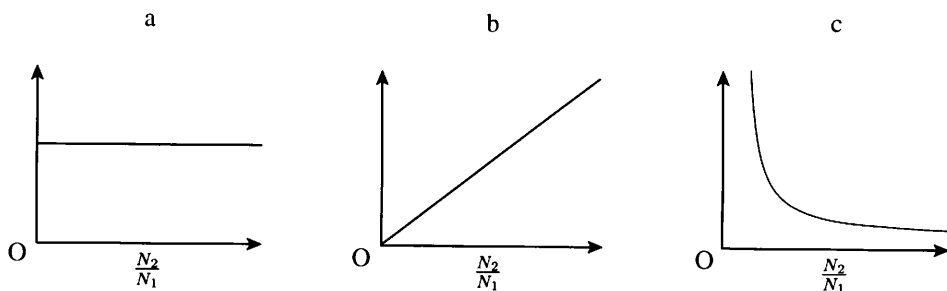
- ①  $\frac{2\pi m}{qB}$       ②  $\frac{3\pi m}{qB}$       ③  $\frac{4\pi m}{qB}$       ④  $\frac{5\pi m}{qB}$       ⑤  $\frac{6\pi m}{qB}$

**F** 次の図のように、1次側の巻き数  $N_1$ 、2次側の巻き数  $N_2$  のコイルを鉄心に巻いた変圧器を考える。1次側には電圧  $V_1$  の交流電源がつながれ、電流  $I_1$  が流れている。2次側の抵抗  $R$  には  $V_2$  の電圧がかかり、電流  $I_2$  が流れている。ただし、 $V_1$ 、 $I_1$ 、 $V_2$ 、 $I_2$  は交流の実効値（effective value）である。



- 問6 横軸に巻き数の比  $\frac{N_2}{N_1}$  をとり、縦軸に2次側との電圧比  $\frac{V_2}{V_1}$ ，または電流比  $\frac{I_2}{I_1}$  をとったグラフを描く。 $\frac{V_2}{V_1}$  と  $\frac{I_2}{I_1}$  のグラフは、次の a, b, c のどれか。最も適当な組み合わせを、次のページの①～⑨の中から一つ選びなさい。ただし、変圧器内の電力損失は無視できるものとする。

19



	縦軸が $\frac{V_2}{V_1}$ のグラフ	縦軸が $\frac{I_2}{I_1}$ のグラフ
①	a	a
②	a	b
③	a	c
④	b	a
⑤	b	b
⑥	b	c
⑦	c	a
⑧	c	b
⑨	c	c

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。