

平成19年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

平成19年度（2007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 ～ 18
化学	19 ～ 28
生物	29 ～ 41

4. 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。

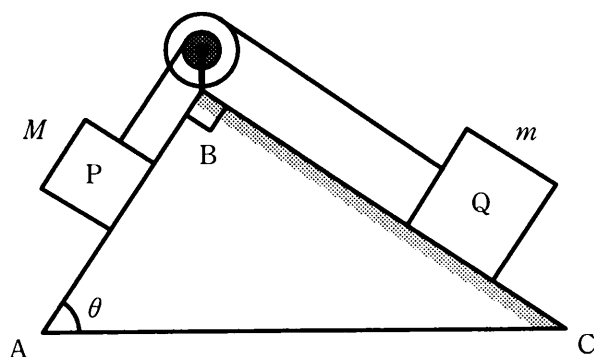
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

- I** 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3, 4), D (問 5), E (問 6), F (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、頂点 B に半径の比が 2:1 の大小 2 つの同軸の滑車 (pulley) がついている。 $\angle ABC = 90^\circ$ 、 $\angle BAC = \theta$ で、 θ は可変 (variable) である。2 つの滑車は貼り合わせられ一体となって、なめらかに回転する。小さな滑車には質量 M の物体 P が、大きな滑車には質量 m の物体 Q が伸縮しない糸で結ばれている。斜面 BC と物体 Q の間に摩擦はあるが、斜面 AB と物体 P の間には摩擦はない。また滑車と糸の質量は無視できるものとする。



問 1 最初 P と Q は静止していた。 θ をだんだん大きくしていくと、 $\theta = \theta_0$ のとき Q は斜面 BC 上をのぼり始めた。このとき Q と BC の間の静止摩擦係数 (coefficient of static friction) μ 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。

$\mu = \boxed{1}$

① $\frac{2M}{m} - \tan \theta_0$

② $\frac{M}{m} - \tan \theta_0$

③ $\frac{M}{2m} - \tan \theta_0$

④ $\frac{2M}{m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

⑤ $\frac{M}{m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

⑥ $\frac{M}{2m} - \frac{1}{\tan \theta_0}$

B 液体の入った容器を台秤^{だいばかり}にのせた。このときのはかりの表示をゼロに調節し、以後の実験ではこれを質量測定 (mass measurement) のゼロ点とした。図 1 のように、ある物体をひもでつるし液体の中に入れると、はかりは m_1 の値を示した。図 2 のように、物体を容器の底に沈めると、はかりは m_2 の値を示した。

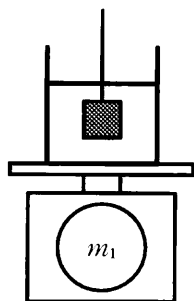


図 1

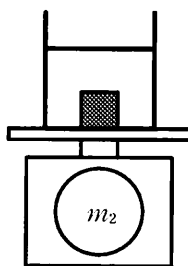
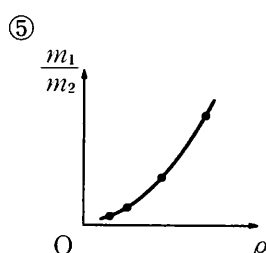
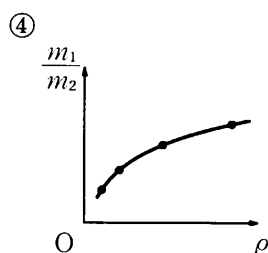
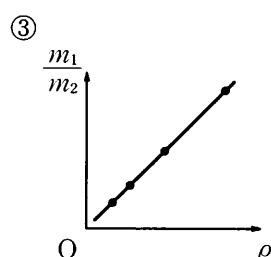
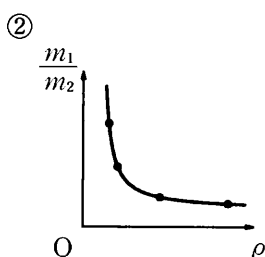
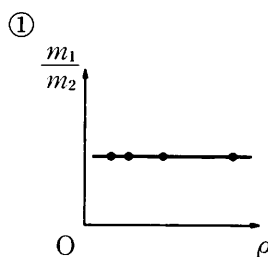


図 2

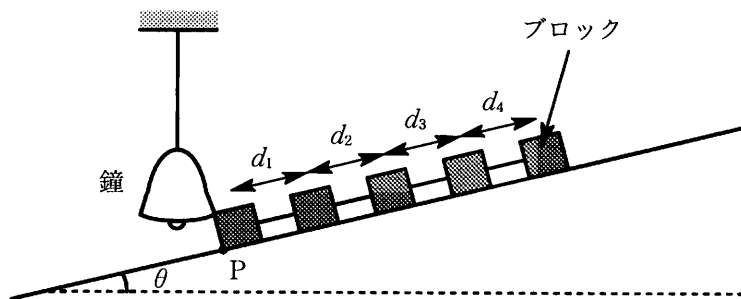
問 2 同じ物体に対して、上記の測定を 4 種類の液体でおこなった。このとき $\frac{m_1}{m_2}$ と液体の密度 (density) ρ の関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 ρ は物体の密度より小さいものとする。

2



理科-4

C 次の図のように、傾斜角 θ の十分長いなめらかな斜面 (slope) 上に、ひもでつないだブロック (block) をのせ、下端のブロックが鐘 (bell) に接触する位置に置き、静かに手を離した。ブロックは滑り出し、点 P に達すると鐘を鳴らす。鐘にあたったとき、ブロックの運動は影響を受けないものとする。ただし、ブロックの質量と形はすべて同じである。



問 3 鐘が一定の時間間隔で鳴るようにするには、ブロックの間隔 d_1, d_2, d_3, d_4 をどのように選べばよいか。間隔の比 $d_1 : d_2 : d_3 : d_4$ の値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

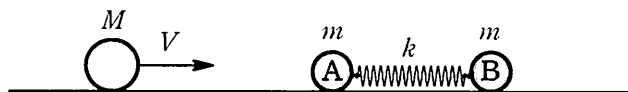
- ① $1 : 1 : 1 : 1$ ② $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$ ③ $1 : 2 : 3 : 4$
 ④ $1 : 3 : 5 : 7$ ⑤ $1 : 4 : 9 : 16$ ⑥ $1 : 9 : 25 : 49$

問 4 鐘が鳴る時間間隔を問 3 の $\frac{1}{2}$ にするには、 θ をどのように変化させればよいか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① $\sin \theta$ が $\sqrt{2}$ 倍になるようにする。 ② $\cos \theta$ が $\sqrt{2}$ 倍になるようにする。
 ③ $\sin \theta$ が 2 倍になるようにする。 ④ $\cos \theta$ が 2 倍になるようにする。
 ⑤ $\sin \theta$ が 4 倍になるようにする。 ⑥ $\cos \theta$ が 4 倍になるようにする。

D ばね定数 k のばねで結ばれた質量 m の 2 つの小球 A, B がなめらかな水平面上に置かれている。ばねは自然長で A, B は静止している。次に、図のように質量 M の小球を速さ V で A に衝突させた。



問 5 衝突は、弾性衝突 (elastic collision) であった。ばねは自然長から最大どれだけ縮んだか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

① $\sqrt{\frac{2m}{k}} \frac{M}{(M+m)} V$

② $\sqrt{\frac{2m}{k}} \frac{M}{(M+2m)} V$

③ $\sqrt{\frac{m}{2k}} \frac{(M-m)}{(M+m)} V$

④ $\sqrt{\frac{m}{2k}} \frac{(M-2m)}{(M+2m)} V$

E 次の図1のように、長さ ℓ の剛体棒の一端に質量 m の小球をつけ、点 O を中心にして鉛直（vertical）面内で円運動（circular motion）をさせる。円運動をさせるために必要な最下点での速さの最小値を V とする。ただし、棒の質量は無視でき、中心 O で棒の回転による摩擦も無視できるものとする。

また図2のように、長さ ℓ のひもの一端に質量 m の小球をつけ、点 O を中心にして鉛直面内で円運動をさせる。この運動をさせるために必要な最下点での速さの最小値を U とする。ただし、ひもの質量は無視でき、ひものは伸び縮みしないものとする。

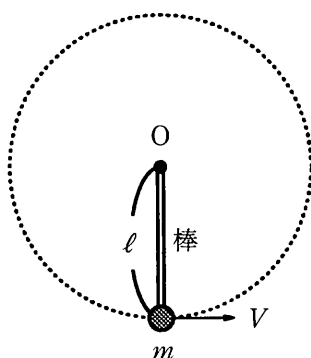


図1

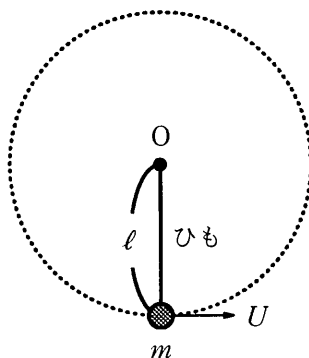


図2

問6 速さの比 $V:U$ 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。

6

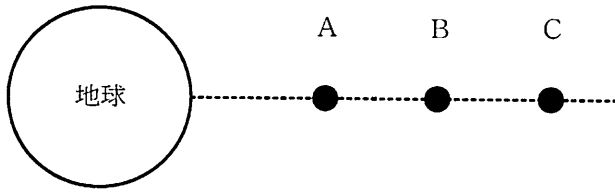
① $1:1$

② $2:\sqrt{5}$

③ $\sqrt{2}:\sqrt{5}$

④ $\sqrt{2}:5$

F 次の図のように、3つの位置から、質量が同じ3つの物体A、B、Cが地球の重力だけを受け、同時に初速0で運動をし始めた。



問7 このときBからAとCの運動を観察した。A、Cの運動はどう見えるか。最も適当なものを、次の①～⑤から一つ選びなさい。ただし、A、B、Cが互いに及ぼし合う力と地球の公転の影響は無視できるものとする。

7

- ① AもCも近づいてくる。
- ② AもCも離れていく。
- ③ Aは近づいてくるが、Cは離れていく。
- ④ Aは離れていくが、Cは近づいてくる。
- ⑤ AもCも運動を始めたときと同じ距離を保っている。

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 (thermally insulated container) の中に 50°C の水 200 g と -15°C の氷 100 g を同時に入れた。水の比熱 (specific heat) を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, 氷の比熱を $2.1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, 氷の融解熱 (heat of fusion) を 334 J/g とする。容器の熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。

問 1 容器内が熱平衡 (thermal equilibrium) の状態になったときの温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 $^{\circ}\text{C}$

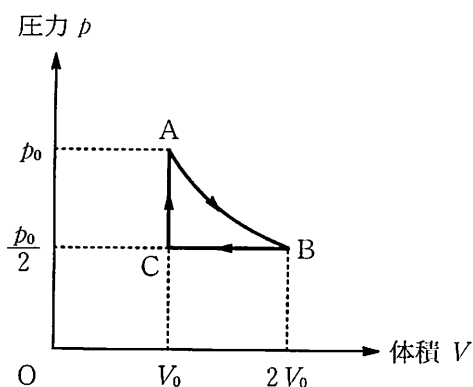
① 4.3

② 9.3

③ 13

④ 28

B ピストン (piston) 付の容器に理想気体 (ideal gas) が入っている。この気体を、次の図のように、3つの過程 $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ で状態を変化させた。 $A \rightarrow B$ は等温変化 (isothermal change) であった。

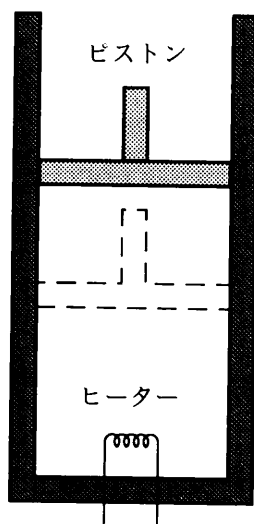


問2 外部から加熱した過程はどれか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

9

- | | | |
|---|---|---|
| ① $A \rightarrow B$ | ② $B \rightarrow C$ | ③ $C \rightarrow A$ |
| ④ $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$ | ⑤ $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow A$ | ⑥ $B \rightarrow C$ と $C \rightarrow A$ |
| ⑦ すべて | ⑧ なし | |

C 次の図のように，大気中に置かれたピストン (piston) 付の断熱容器 (thermally insulated container) に入っている理想気体 (ideal gas) にヒーターを用いて熱量 Q を加えたところ，気体は膨張 (expansion) し，ピストンを押し上げた。ただし，ピストンはなめらかに動き，ピストンの質量と容器の熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。



問3 このとき，気体がした仕事 (work) と，膨張して増えた体積分の気体がもつ内部エネルギーとの和はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。10

① $\frac{2}{5}Q$

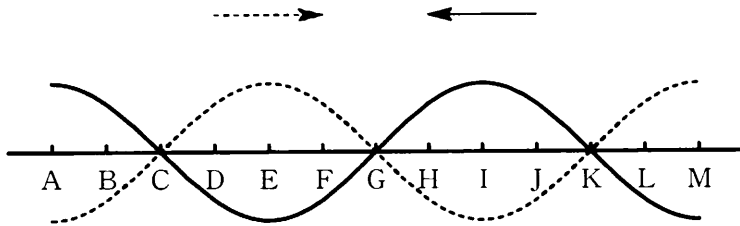
② $\frac{3}{5}Q$

③ $\frac{4}{5}Q$

④ Q

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

A 振幅, 波長, 速さがそれぞれ等しい 2 つの進行波 (traveling wave) が反対方向から進んできた。ある時刻における 2 つの進行波の波形は次の図のようであった。実線で表した波は左方向へ, 破線で表した波は右方向へ進んでいる。



問 1 上の図において, この 2 つの進行波を合成してできる定常波 (standing wave) の腹 (antinode) となる位置を, 横軸の記号 A~M を用いて表すとどうなるか。最も適当な組み合わせを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

11

- ① A, E, I, M ② B, F, J ③ C, G, K ④ D, H, L

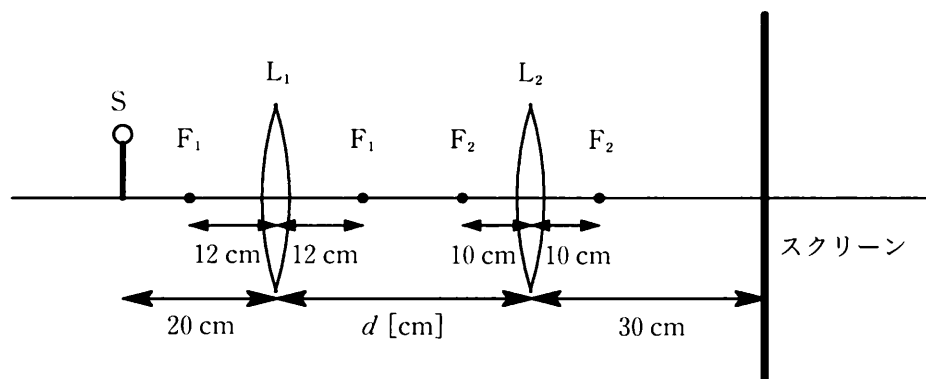
B 水とアルコールそれぞれの中で同じ音源 (sound source) を用いて音をだして、振動数、波長、音速を測った。

問2 この結果として、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- ① アルコール中での波長は水中の $\frac{4}{5}$ 倍で、アルコール中での音速は水中の $\frac{4}{5}$ 倍である。
- ② アルコール中での波長は水中の $\frac{4}{5}$ 倍で、アルコール中での音速は水中の $\frac{5}{4}$ 倍である。
- ③ アルコール中での振動数は水中の $\frac{4}{5}$ 倍で、アルコール中での音速は水中の $\frac{4}{5}$ 倍である。
- ④ アルコール中での振動数は水中の $\frac{4}{5}$ 倍で、アルコール中での音速は水中の $\frac{5}{4}$ 倍である。

C 次の図のように、焦点距離 12 cm の凸レンズ L_1 と、焦点距離 10 cm の凸レンズ L_2 を光軸 (optical axis) を一致させ、間隔 d [cm] 離して置いた。 L_1 の前方 20 cm の位置に光源 (light source) S を置き、 L_2 の後方 30 cm の位置にスクリーンを置いたところ、鮮明な光源の像が観察された。



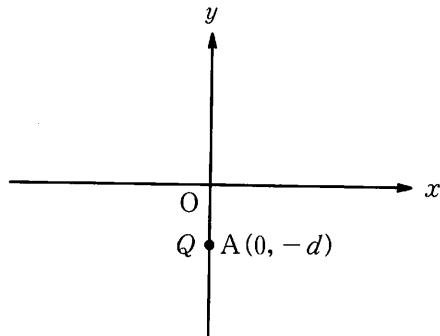
問3 2つのレンズの間隔 d [cm] はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選ばない。

13 cm

- ① 15 ② 23 ③ 30 ④ 38 ⑤ 45 ⑥ 53

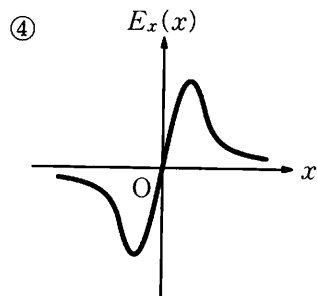
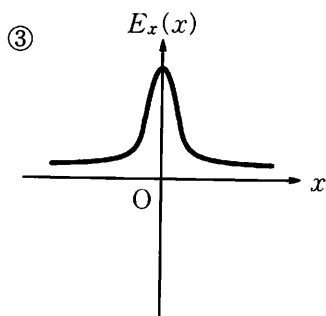
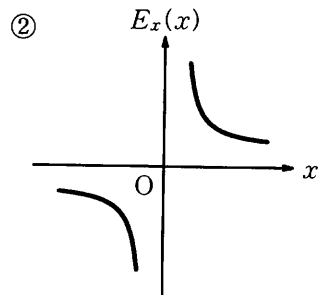
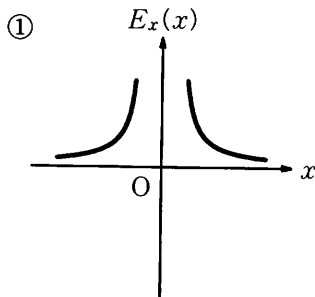
Ⅳ 次の問い A (問 1), B (問 2, 3), C (問 4, 5), D (問 6) に答えなさい。

A 次の図のように xy 平面上で, y 軸上の点 A ($0, -d$) に正 (positive) の点電荷 (point charge) Q がある。このとき, x 軸上の位置 ($x, 0$) における電場 (electric field) の x 成分を $E_x(x)$ とする。

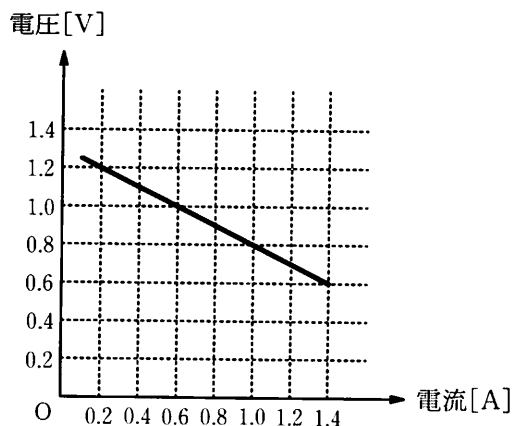


問 1 $E_x(x)$ を表すグラフとして最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

14



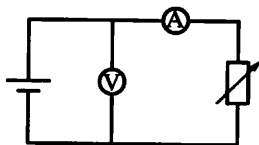
B 電池の内部抵抗を測定する目的で、電池、可変抵抗器 (variable resistor), 電流計, 電圧計を用いて回路を作った。この回路を使って、可変抵抗の値を変えながら電圧と電流を測定したところ、次の図のような結果が得られた。電流計の内部抵抗は十分小さく、電圧計の内部抵抗は十分大きいものとする。



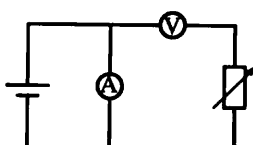
問 2 この回路はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

15

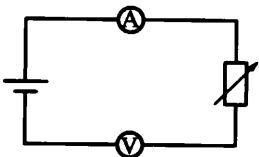
①



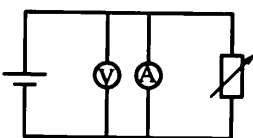
②



③



④



問 3 この電池の内部抵抗はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16 Ω

- ① 0.1 ② 0.3 ③ 0.5 ④ 0.7 ⑤ 0.9

C 次の図1と図2において、下側の領域Ⅰには磁場 (magnetic field) がなく、上側の領域Ⅱには一様な磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の磁場が紙面に垂直にかかっている。

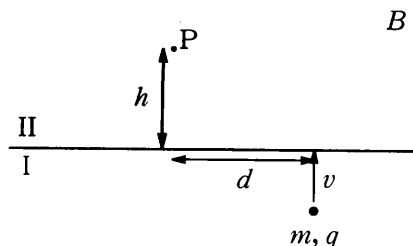


図1

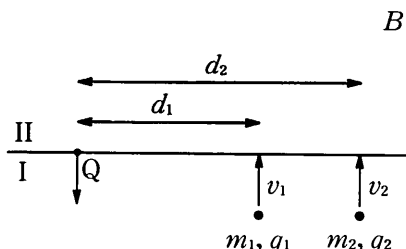


図2

問4 図1のように、質量 m 、電荷 (charge) q (>0) の荷電粒子 (charged particle) を速さ v で境界に垂直に入射させたところ、点 P を通過した。このとき B 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。

17

- ① $\frac{mv\sqrt{h^2+d^2}}{q}$ ② $\frac{mv}{q\sqrt{h^2+d^2}}$ ③ $\frac{mv(h^2+d^2)}{2qd}$ ④ $\frac{2mvd}{q(h^2+d^2)}$

問5 図2のように、質量 m_1 、電荷 q_1 の荷電粒子を速さ v_1 で、質量 m_2 、電荷 q_2 の荷電粒子を速さ v_2 で境界に垂直に、同時に入射させたところ、2個の荷電粒子は同時に同一点 Q から領域Ⅰにもどった。このとき $m_1 \neq m_2$, $q_1 \neq q_2$, $v_1 \neq v_2$ とする。 $\frac{d_1}{d_2}$ 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。

18

- ① $\frac{m_1}{m_2}$ ② $\frac{q_2}{q_1}$ ③ $\frac{v_1}{v_2}$ ④ $\frac{m_1 q_2}{m_2 q_1}$ ⑤ $\frac{m_1 v_1}{m_2 v_2}$ ⑥ $\frac{q_2 v_1}{q_1 v_2}$

D 次の図1のように、十分広い銅板 ABCD に棒磁石 (bar magnet) の N 極を近づけると、銅板に電流が流れた。また図2のように、棒磁石の N 極を銅板 ABCD の上で平行に動かすと、銅板に電流が流れた。

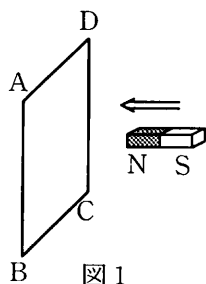


図 1

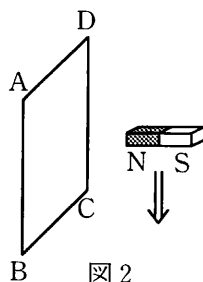
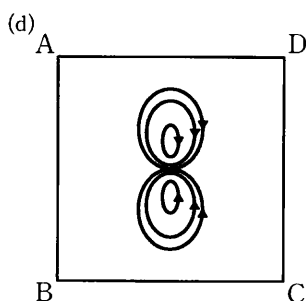
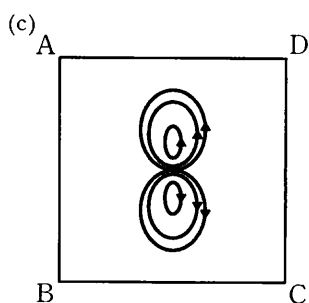
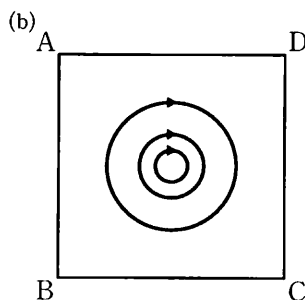
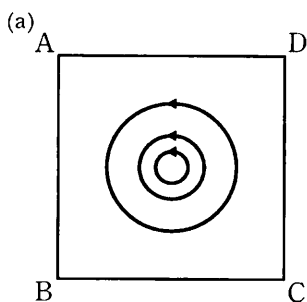


図 2

問 6 銅板に流れる電流を次の(a)～(d)で表すと、図1, 2 のとき電流はそれぞれどのようなか。最も適当な組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

19



	①	②	③	④
図 1	(a)	(a)	(b)	(b)
図 2	(c)	(d)	(c)	(d)

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** には何も書かないでください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。