

# P 3 物 理

この冊子の問題は 1 ページから 18 ページまであります。

## [ 注 意 ]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答用紙には、解答用マークシート（1 枚）と記述解答用紙（1 枚）の 2 種類があります。
- (3) 解答は対応する解答欄にマーク及び記入しなさい。
- (4) 解答用マークシートに記載されている注意事項を読み、監督者の指示に従いなさい。
- (5) 試験開始の指示があったら、直ちに問題冊子のページ数を確認しなさい。ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- (6) 本問題冊子は、【1】～【4】を合計 200 点満点で作成しています。B 方式の得点は、200 点満点を 300 点満点に換算します。
- (7) 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。





# 【1】

次の設問の空欄に最も適する答えを解答群から選び、その番号を解答用マークシート の所定欄にマークしなさい。なお、同じ解答群から選択する場合には同じ番号を繰り返して選択してもよい。

(50点)

これは、力学についての問題である。

図1-1に示すような幅、奥行き、高さが全て  $L$ [m] の立方体に、幅、奥行き、深さがいずれも  $\frac{L}{2}$ [m] の角穴が掘られた物体を水に浮かべ、さらに角穴の底面に小球を静かに載せたところ、物体と小球は静止した。このとき、図1-2のように水は物体の中空部に侵入せず、物体の上面は水平かつ水面と同じ高さになった。

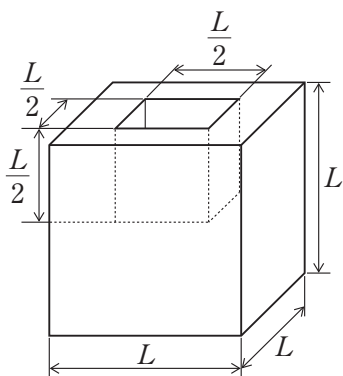


図1-1

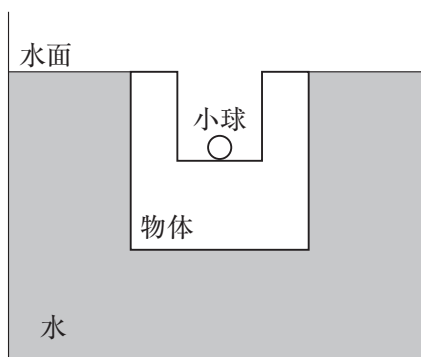


図1-2

(A) 水の密度が  $\rho$ [kg/m<sup>3</sup>]、物体の密度が  $\frac{4}{7}\rho$ [kg/m<sup>3</sup>]である場合、小球の質量は (ア) [kg]である。

次に、この小球を図1-3のように、水平から角度  $\theta$  だけ傾いたなめらかな斜面上の点Oに向けて、点Oからの高さが  $h$ [m]の点より静かに落下させた。小球は点Oで跳ねた後、点A<sub>1</sub>、点A<sub>2</sub>、…で次々に跳ねた。重力加速度の大きさを  $g$ [m/s<sup>2</sup>]、小球と斜面の反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とする。

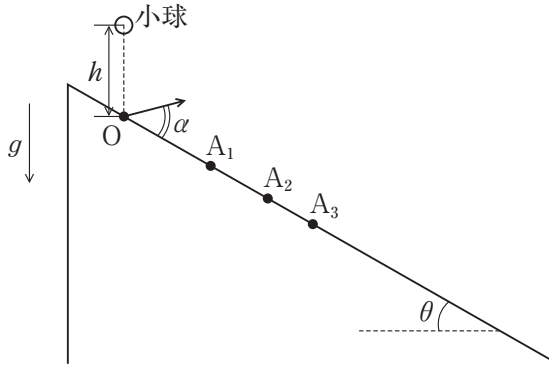


図 1-3

- (B) 点  $O$  で衝突する直前の小球の速さ  $v_0$ [m/s] は ( イ ) である。また、点  $O$  で衝突した直後に、小球の速度の向きと斜面がなす角を  $\alpha$  としたとき、 $\tan \alpha$  は ( ウ ) である。
- (C) 小球が点  $O$  で衝突した時刻を  $t=0$  とすれば、小球が点  $A_1$  に到達するまでの間で速度の向きが斜面と平行になる時刻は ( エ ) [s]、点  $A_1$  で衝突する時刻  $t_1$ [s] は ( オ ) であり、 $OA_1$  間の距離は ( カ ) [m] である。
- (D) 小球が点  $A_2$  で衝突する時刻  $t_2$ [s] は、 $t_1$ [s] を用いると ( キ ) と表され、その後も衝突を繰り返し、最終的に小球は斜面をすべりおりるようになった。

(ア)の解答群

①  $\frac{1}{4}\rho L^3$

②  $\frac{1}{3}\rho L^3$

③  $\frac{1}{2}\rho L^3$

④  $\frac{2}{3}\rho L^3$

⑤  $\rho L^3$

⑥  $\frac{4}{3}\rho L^3$

⑦  $\frac{3}{2}\rho L^3$

⑧  $2\rho L^3$

(イ)の解答群

①  $\sqrt{gh}$

②  $\sqrt{2gh}$

③  $\sqrt{3gh}$

④  $2\sqrt{gh}$

⑤  $\frac{1}{2}\sqrt{gh}$

⑥  $\frac{1}{3}\sqrt{2gh}$

⑦  $\frac{2}{3}\sqrt{2gh}$

⑧  $\frac{3}{2}\sqrt{gh}$

(ウ)の解答群

①  $\frac{e}{\tan\theta}$

②  $\frac{2e}{\tan\theta}$

③  $\frac{e}{2\tan\theta}$

④  $\frac{e}{\sqrt{2}\tan\theta}$

⑤  $e\tan\theta$

⑥  $2e\tan\theta$

⑦  $\frac{1}{2}e\tan\theta$

⑧  $\sqrt{2}e\tan\theta$

(エ), (オ)の解答群

①  $e\sqrt{\frac{h}{g}}$

②  $e\sqrt{\frac{2h}{g}}$

③  $e\sqrt{\frac{h}{2g}}$

④  $e\sqrt{\frac{h}{3g}}$

⑤  $2e\sqrt{\frac{h}{g}}$

⑥  $2e\sqrt{\frac{2h}{g}}$

⑦  $2e\sqrt{\frac{h}{3g}}$

⑧  $\frac{e}{2}\sqrt{\frac{h}{3g}}$

(カ)の解答群

- ①  $e(e+1)h\sin\theta$       ②  $2e(e+1)h\sin\theta$       ③  $3e(e+1)h\sin\theta$   
④  $4e(e+1)h\sin\theta$       ⑤  $e(e+1)h\cos\theta$       ⑥  $2e(e+1)h\cos\theta$   
⑦  $3e(e+1)h\cos\theta$       ⑧  $4e(e+1)h\cos\theta$

(キ)の解答群

- ①  $(1+e)t_1$       ②  $(1-e)t_1$       ③  $(2+e)t_1$       ④  $(2-e)t_1$   
⑤  $2(1+e)t_1$       ⑥  $2(1-e)t_1$       ⑦  $\sqrt{2}(1+e)t_1$       ⑧  $\sqrt{2}(1-e)t_1$

## 【2】

次の設問の空欄に最も適する答えを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの所定欄にマークしなさい。指示がある問題については、記述解答用紙の所定欄に解答しなさい。なお、同じ解答群から選択する場合には同じ番号を繰り返し選択してもよい。

(50点)

これは、熱についての問題である。

一定の物質量の単原子分子理想気体をなめらかに動くピストン付きの容器に入れ、十分ゆっくりと操作を行い、気体の圧力  $p$  [Pa] や体積  $V$  [m<sup>3</sup>] を変化させる。気体と外部とで熱をやりとりすることも可能であるとする。

図 2-1 のように、気体を体積  $V_0$  [m<sup>3</sup>]、圧力  $p_0$  [Pa]、温度  $T_0$  [K] の状態 A から等温変化させたところ、圧力が  $p_1$  [Pa] ( $p_1 > p_0$ ) の状態 B になった。この等温変化で気体が外部に放出した熱量を  $Q_0$  [J] とする。

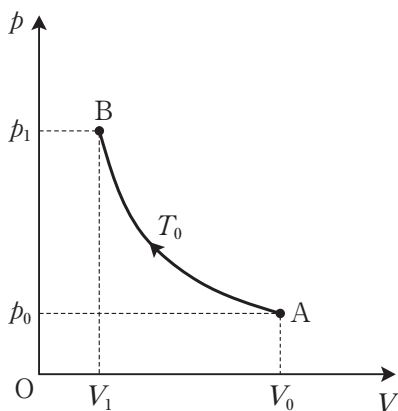


図 2-1

(A) 気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とすると、気体の物質量は (ア) [mol] であり、状態 B の気体の体積  $V_1$  [m<sup>3</sup>] は (イ) である。 $Q_0$  は (ウ) であり、状態 A から状態 B への等温変化で気体が外部にした仕事は (エ) [J] である。また、状態 A、状態 B の気体の内部エネルギーをそれぞれ  $U_A$  [J]、 $U_B$  [J] とすると  $U_B - U_A =$  (オ) となる。

- (B) 気体を状態 A から断熱圧縮して圧力  $p_1$  の状態 B' になった場合、状態 B' の体積を  $V_1'$  [m<sup>3</sup>] とすると、 $V_1'$  は図 2-1 の  $V_1$  より ( カ )、状態 A から状態 B' への断熱変化で気体が外部にした仕事は ( キ ) [J] のように表せる。さらに、状態 B' から状態 B まで定圧変化させたとき、気体が外部に放出する熱量は ( ク ) [J] と表せる。
- (C) 図 2-2 のように、気体を状態 A から圧力  $p_2$  [Pa] ( $p_0 < p_2 < p_1$ ) まで定積変化させて状態 C にした後、体積  $V_1$  まで定圧変化させて状態 C' にし、さらに状態 B まで定積変化させた。

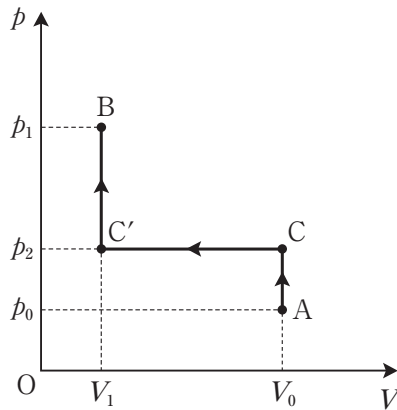


図 2-2

これらの過程  $A \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow C'$ ,  $C' \rightarrow B$  で気体が放出した熱量をそれぞれ  $Q_1$  [J],  $Q_2$  [J],  $Q_3$  [J] とすると、これらの正負は ( ケ ) である。なお、 $p_2 =$  ( コ ) の場合、この過程  $A \rightarrow C \rightarrow C' \rightarrow B$  で気体が外部にした仕事が等温過程の ( コ ) と等しくなる。

記述解答用紙の所定欄に、図 2-2 の過程  $A \rightarrow C \rightarrow C' \rightarrow B$  における気体の圧力  $p$  [Pa] と温度  $T$  [K] の関係を表すグラフの概形を実線で示しなさい。グラフには状態 A, C, C', B の点を明示しなさい。

(ア)の解答群

- ①  $\frac{p_0 V_0}{3RT_0}$       ②  $\frac{p_0 V_0}{2RT_0}$       ③  $\frac{3p_0 V_0}{5RT_0}$       ④  $\frac{2p_0 V_0}{3RT_0}$   
⑤  $\frac{p_0 V_0}{RT_0}$       ⑥  $\frac{3p_0 V_0}{2RT_0}$       ⑦  $\frac{5p_0 V_0}{3RT_0}$       ⑧  $\frac{5p_0 V_0}{2RT_0}$

(イ)の解答群

- ①  $\frac{p_1}{p_0} V_0$       ②  $\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{3}{5}} V_0$       ③  $\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{5}{3}} V_0$   
④  $\frac{p_0}{p_1} V_0$       ⑤  $\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{3}{5}} V_0$       ⑥  $\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{5}{3}} V_0$

(ウ)の解答群

- ① 正の値      ② 負の値

(エ), (オ)の解答群

- ①  $\frac{5}{2} Q_0$       ②  $\frac{3}{2} Q_0$       ③  $Q_0$       ④  $\frac{2}{3} Q_0$       ⑤  $\frac{2}{5} Q_0$       ⑥ 0  
⑦  $-\frac{5}{2} Q_0$       ⑧  $-\frac{3}{2} Q_0$       ⑨  $-Q_0$       ⑩  $-\frac{2}{3} Q_0$       ⑪  $-\frac{2}{5} Q_0$

(カ)の解答群

- ① 大きく      ② 小さく

(キ), (ク)の解答群

- ①  $\frac{5}{2}(p_1 V_1' - p_0 V_0)$       ②  $\frac{3}{2}(p_1 V_1' - p_0 V_0)$       ③  $p_1 V_1' - p_0 V_0$   
④  $-\frac{5}{2}(p_1 V_1' - p_0 V_0)$       ⑤  $-\frac{3}{2}(p_1 V_1' - p_0 V_0)$       ⑥  $-(p_1 V_1' - p_0 V_0)$

(ケ)の解答群

- ①  $Q_1 > 0, Q_2 > 0, Q_3 > 0$       ②  $Q_1 > 0, Q_2 > 0, Q_3 < 0$   
③  $Q_1 > 0, Q_2 < 0, Q_3 > 0$       ④  $Q_1 > 0, Q_2 < 0, Q_3 < 0$   
⑤  $Q_1 < 0, Q_2 > 0, Q_3 > 0$       ⑥  $Q_1 < 0, Q_2 > 0, Q_3 < 0$   
⑦  $Q_1 < 0, Q_2 < 0, Q_3 > 0$       ⑧  $Q_1 < 0, Q_2 < 0, Q_3 < 0$

(コ)の解答群

- ①  $\frac{p_1 Q_0}{(p_1 - p_0) V_0}$       ②  $\frac{p_0 Q_0}{(p_1 - p_0) V_0}$       ③  $\frac{(p_1 - p_0) Q_0}{p_0 V_0}$       ④  $\frac{(p_1 - p_0) Q_0}{p_1 V_0}$   
⑤  $\frac{p_1 Q_0}{(p_0 - p_1) V_0}$       ⑥  $\frac{p_0 Q_0}{(p_0 - p_1) V_0}$       ⑦  $\frac{(p_0 - p_1) Q_0}{p_0 V_0}$       ⑧  $\frac{(p_0 - p_1) Q_0}{p_1 V_0}$

### 【3】

次の設問の空欄に最も適する答えを解答群から選び、その番号を解答用マークシート  
の所定欄にマークしなさい。なお、同じ解答群から選択する場合には同じ番号を繰  
り返し選択してもよい。

(50 点)

これは、波についての問題である。

図3のように、絶対屈折率がそれぞれ  $n_1$ ,  $n_2$  の二種類の媒質 I, 媒質 II の境界面に  
媒質 I から入射角  $i$  で光 (平面波) が入射し、屈折角  $r$  で屈折した。

- (A) 真空中での光の速さを  $c$ [m/s] とすると、媒質 I での光の速さ  $v_1$  は  
( ア ) [m/s], 媒質 II での光の速さ  $v_2$  は ( イ ) [m/s] となる。また、媒  
質 I と媒質 II の境界面を光が通過する際に ( ウ ) は不変なので、光の真空中  
での波長を  $\lambda$ [m] とすると、媒質 I での光の波長  $\lambda_1$  は ( エ ) [m], 媒質 II で  
の光の波長  $\lambda_2$  は ( オ ) [m] となる。
- (B) 図3の左側の入射光の射線 (a-b) を通るひとつの波面が点 b に到達する  
時刻を  $t_1$ [s] とすると、右側の入射光の射線 (e-f-g) を通る同じ波面は、時刻  
 $t_1$ [s] に点 f に到達する。同じ波面が点 g に到達する時刻に左側の屈折光の射線  
(b-c-d) 上で波面は、点 c に到達する。このときの時刻を  $t_2$ [s] とする。線分 bc  
の長さは ( カ ) [m] となり、線分 bg の長さ  $L$  は ( キ ) [m] となる。ま  
た、線分 fg の長さは ( ク ) [m] となり、 $L$  は ( ケ ) [m] となる。
- (C) (A), (B) の結果から、屈折の法則は  $v_1$ ,  $v_2$  を用いると ( コ ) と表され、  
光の速さと波長と ( ウ ) との関係式を利用し、 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  を用いると ( サ ) ,  
絶対屈折率を用いると ( シ ) となる。

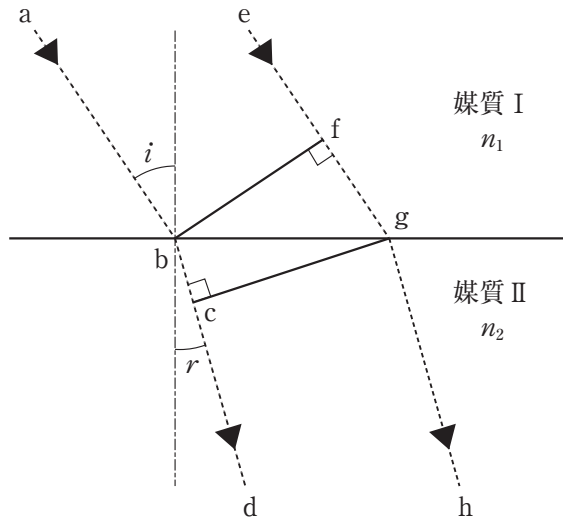


图 3

(ア), (イ)の解答群

- ①  $\frac{c}{n_1}$       ②  $\frac{n_1}{c}$       ③  $cn_1$       ④  $\frac{c}{n_1 n_2}$       ⑤  $cn_1 n_2$   
⑥  $\frac{c}{n_2}$       ⑦  $\frac{n_2}{c}$       ⑧  $cn_2$       ⑨  $\frac{cn_2}{n_1}$       ⑩  $\frac{cn_1}{n_2}$

(ウ)の解答群

- ① 速さ      ② 位相      ③ 振動数      ④ 波長      ⑤ 密度

(エ), (オ)の解答群

- ①  $\frac{\lambda}{n_1}$       ②  $\frac{n_1}{\lambda}$       ③  $\lambda n_1$       ④  $\frac{\lambda}{n_1 n_2}$       ⑤  $\lambda n_1 n_2$   
⑥  $\frac{\lambda}{n_2}$       ⑦  $\frac{n_2}{\lambda}$       ⑧  $\lambda n_2$       ⑨  $\frac{n_2}{\lambda n_1}$       ⑩  $\frac{n_1}{\lambda n_2}$

(カ), (ク)の解答群

- ①  $v_1(t_1 - t_2)$       ②  $v_1(t_2 - t_1)$       ③  $v_2(t_1 - t_2)$       ④  $v_2(t_2 - t_1)$   
⑤  $\frac{1}{2}v_1(t_1 - t_2)^2$       ⑥  $\frac{1}{2}v_2(t_1 - t_2)^2$       ⑦  $\frac{v_1(t_1 - t_2)}{v_2}$       ⑧  $\frac{v_1(t_1 - t_2)^2}{2v_2}$   
⑨  $\frac{v_2(t_1 - t_2)}{v_1}$       ⑩  $\frac{v_2(t_1 - t_2)^2}{2v_1}$

(キ)の解答群

- ①  $\frac{v_2(t_1 - t_2)}{\sin i}$       ②  $\frac{v_2(t_2 - t_1)}{\sin i}$       ③  $\frac{v_2(t_1 - t_2)}{\sin r}$       ④  $\frac{v_2(t_2 - t_1)}{\sin r}$   
⑤  $\frac{v_2(t_1 - t_2)}{\cos r}$       ⑥  $\frac{v_2(t_2 - t_1)}{\cos i}$

(ケ)の解答群

- ①  $\frac{v_1(t_1 - t_2)}{\sin i}$       ②  $\frac{v_1(t_2 - t_1)}{\sin i}$       ③  $\frac{v_1(t_1 - t_2)}{\sin r}$       ④  $\frac{v_1(t_2 - t_1)}{\sin r}$   
⑤  $\frac{v_1(t_1 - t_2)}{\cos r}$       ⑥  $\frac{v_1(t_2 - t_1)}{\cos i}$

(コ)の解答群

- ①  $v_1 \sin i = v_2 \sin r$       ②  $v_2 \sin i = v_1 \sin r$   
③  $v_1 \cos i = v_2 \cos r$       ④  $v_2 \cos i = v_1 \cos r$   
⑤  $v_1 \tan i = v_2 \tan r$       ⑥  $v_2 \tan i = v_1 \tan r$

(サ)の解答群

- ①  $\lambda_1 \sin i = \lambda_2 \sin r$       ②  $\lambda_2 \sin i = \lambda_1 \sin r$   
③  $\lambda_1 \cos i = \lambda_2 \cos r$       ④  $\lambda_2 \cos i = \lambda_1 \cos r$   
⑤  $\lambda_1 \tan i = \lambda_2 \tan r$       ⑥  $\lambda_2 \tan i = \lambda_1 \tan r$

(シ)の解答群

- ①  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$       ②  $n_2 \sin i = n_1 \sin r$   
③  $n_1 \cos i = n_2 \cos r$       ④  $n_2 \cos i = n_1 \cos r$   
⑤  $n_1 \tan i = n_2 \tan r$       ⑥  $n_2 \tan i = n_1 \tan r$

## 【4】

次の設問の空欄に最も適する答えを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの所定欄にマークしなさい。指示がある問題については、記述解答用紙の所定欄に解答しなさい。なお、同じ解答群から選択する場合には同じ番号を繰り返し選択してもよい。

(50点)

これは、電磁気についての問題である。

図4-1のように、鉛直上向き（紙面に垂直に裏から表向き）の一様な磁束密度の大きさ  $B$  [T] の磁界（磁場）中に、間隔  $L$  [m] だけ離して同一水平面上に2本の導線レールを平行に配置する。レールに沿った矢印の向きを  $x$  軸の正の向きとする。ただし、レールの表面はなめらかで、レールの抵抗値と回路を流れる電流がつくる磁界は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

(A) 図4-1の左端の端子 a に図4-2(a)の端子 c を、端子 b に端子 d を接続する。その後、2本のレールの上にこれと垂直に抵抗値の無視できる軽い導体棒を置き、導体棒を  $x$  軸の正の向きに一定の速さ  $v_1$  [m/s] で動かす。このとき導体棒はレールと垂直を保ちながら移動する。図4-2(a)の抵抗の抵抗値を  $R$  [ $\Omega$ ] とすると、導体棒とレールとの2つの接点の間に生じる誘導起電力の大きさは (ア) [V] と表され、抵抗に流れる電流は図4-2(a)の端子 d から端子 c に向かって流れる向きを正として、(イ) [A] となる。時間  $t$  [s] の間に抵抗で発生するジュール熱  $Q$  は (ウ) [J]、時間  $t$  [s] の間に導体棒を速さ  $v_1$  [m/s] で移動させ続けるのに必要な仕事  $W$  は (エ) [J] となり、(オ) の関係がある。

次に端子 a と c、端子 b と d の接続をはずし、導体棒をレールから取り除いた後、図4-3のように水平面から角  $\theta$   $\left(0 < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$  だけ2本のレールが平行を保ったまま傾ける。このとき  $x$  軸もレールと同様に角  $\theta$  だけ傾くとする。

(B) 図4-3の左端の端子 a に図4-2(b)の端子 e を、端子 b に端子 f を接続する。図4-2(b)の電池は内部抵抗がなく起電力が  $E$  [V] であり、抵抗の抵抗値を

$R[\Omega]$ とする。2本のレールの上にこれと垂直に質量  $m[\text{kg}]$ で抵抗値の無視できる導体棒を静かに置いたところ、導体棒は2本のレールと垂直を保ちながら斜面に沿って下向きに移動をはじめ、しばらくすると一定の速さ  $v_2[\text{m/s}]$ となった。このとき導体棒とレールとの2つの接点の間に生じる起電力の大きさは (カ)  $\times$  (キ) [V], 抵抗に流れる電流  $I$ は端子 f から端子 e に流れる向きを正として (ク)  $\times$  (ケ) [A], 抵抗値  $R$ は  $\frac{(\text{コ})}{I} [\Omega]$ と表せる。

さらに図4-4のように、水平面から角  $\theta$ 傾いた2本の平行なレールを含む平面内でレールを角  $\phi$ だけ広げるように曲げる。レールを曲げた位置を  $x_0[\text{m}]$ とする。

(C) 図4-4のレールの位置  $x_1[\text{m}]$  ( $x_0 < x_1$ ) に質量  $m[\text{kg}]$ で抵抗値の無視できる導体棒を  $x$ 軸に垂直に静かに置いたところ、導体棒は静止した。このとき位置  $x_1$ は  $x_1 = x_0 + (\text{サ}) \times (\text{シ}) - (\text{ス}) \times (\text{セ}) [\text{m}]$ と表される。横軸に導体棒を置く位置  $x[\text{m}]$ , 縦軸に力の大きさ  $F[\text{N}]$ をとるとき、導体棒が位置  $x[\text{m}]$ で静止しているときに磁界から受ける力の  $x$ 軸方向に沿った成分の大きさ  $F_1[\text{N}]$ を実線で、重力の  $x$ 軸方向に沿った成分の大きさ  $F_2[\text{N}]$ を破線で、記述解答用紙の所定欄に図示しなさい。記述解答用紙の  $F_0[\text{N}]$ は位置  $x_0[\text{m}]$ に導体棒を置いたときに磁界から受ける力の  $x$ 軸方向に沿った成分の大きさを示している。なお、 $x$ の範囲は導体棒よりレール間距離の方が短い範囲とする。

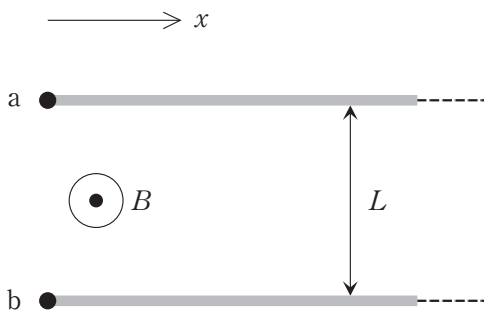


図4-1

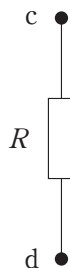


図4-2 (a)

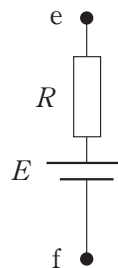


図4-2 (b)

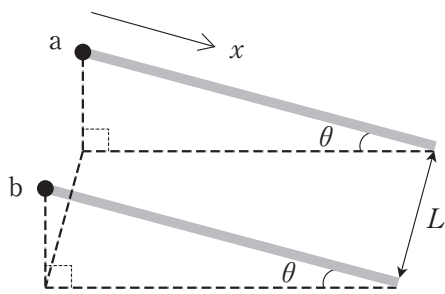


图 4-3

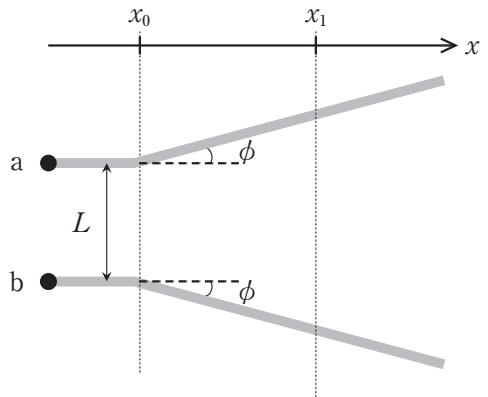


图 4-4

(ア)の解答群

- ①  $Lv_1$                       ②  $BL$                       ③  $Bv_1$   
④  $BLv_1$                       ⑤  $\frac{v_1}{BL}$                       ⑥  $\frac{Lv_1}{B}$

(イ)の解答群

- ①  $-\frac{Lv_1}{R}$     ②  $-\frac{BL}{R}$     ③  $-\frac{Bv_1}{R}$     ④  $-\frac{BLv_1}{R}$     ⑤  $-\frac{v_1}{RBL}$     ⑥  $-\frac{Lv_1}{RB}$   
⑦  $\frac{Lv_1}{R}$     ⑧  $\frac{BL}{R}$     ⑨  $\frac{Bv_1}{R}$     ⑩  $\frac{BLv_1}{R}$     ⑪  $\frac{v_1}{RBL}$     ⑫  $\frac{Lv_1}{RB}$

(ウ), (エ)の解答群

- ①  $\frac{v_1^2 t}{RB^2 L^2}$     ②  $\frac{B^2 L^2 v_1^2 t}{R}$     ③  $\frac{B^2 v_1^2 t}{R}$     ④  $\frac{B^2 L^2 t}{R}$     ⑤  $\frac{L^2 v_1^2 t}{R}$   
⑥  $\frac{v_1^2}{RB^2 L^2 t}$     ⑦  $\frac{B^2 L^2 v_1^2}{Rt}$     ⑧  $\frac{B^2 v_1^2}{Rt}$     ⑨  $\frac{B^2 L^2}{Rt}$     ⑩  $\frac{L^2 v_1^2}{Rt}$

(オ)の解答群

- ①  $Q > W$                       ②  $Q = W$                       ③  $Q < W$

(カ)の解答群

- ①  $Lv_2$                       ②  $BL$                       ③  $Bv_2$   
④  $BLv_2$                       ⑤  $\frac{v_2}{BL}$                       ⑥  $\frac{Lv_2}{B}$

(キ), (ケ)の解答群

- ①  $\sin \theta$                       ②  $\cos \theta$                       ③  $\tan \theta$   
④  $\frac{1}{\sin \theta}$                       ⑤  $\frac{1}{\cos \theta}$                       ⑥  $\frac{1}{\tan \theta}$

(ク)の解答群

- ①  $mgBL$                       ②  $\frac{1}{mgBL}$                       ③  $-mgBL$                       ④  $-\frac{1}{mgBL}$   
⑤  $\frac{mg}{BL}$                       ⑥  $\frac{BL}{mg}$                       ⑦  $-\frac{mg}{BL}$                       ⑧  $-\frac{BL}{mg}$

(コ)の解答群

- ①  $E + BLv_2 \cos \theta$                       ②  $E - BLv_2 \cos \theta$                       ③  $-E + BLv_2 \cos \theta$   
④  $E + BLv_2 \sin \theta$                       ⑤  $E - BLv_2 \sin \theta$                       ⑥  $-E + BLv_2 \sin \theta$   
⑦  $E + BLv_2 \tan \theta$                       ⑧  $E - BLv_2 \tan \theta$                       ⑨  $-E + BLv_2 \tan \theta$

(サ)の解答群

- ①  $\frac{BE}{mgR}$                       ②  $\frac{2BE}{mgR}$                       ③  $\frac{BE}{2mgR}$                       ④  $\frac{\sqrt{2} BE}{mgR}$                       ⑤  $\frac{BE}{\sqrt{2} mgR}$   
⑥  $\frac{mgR}{\sqrt{2} BE}$                       ⑦  $\frac{\sqrt{2} mgR}{BE}$                       ⑧  $\frac{mgR}{2BE}$                       ⑨  $\frac{2mgR}{BE}$                       ⑩  $\frac{mgR}{BE}$

(シ), (セ)の解答群

- ①  $\tan \theta$                       ②  $\tan \phi$                       ③  $\tan \theta \tan \phi$   
④  $\frac{1}{\tan \theta}$                       ⑤  $\frac{1}{\tan \phi}$                       ⑥  $\frac{1}{\tan \theta \tan \phi}$   
⑦  $\frac{\tan \theta}{\tan \phi}$                       ⑧  $\frac{\tan \phi}{\tan \theta}$                       ⑨ 1

(ス)の解答群

①  $L$

②  $\sqrt{2}L$

③  $2L$

④  $L^2$

⑤  $2L^2$

⑥  $\frac{L}{\sqrt{2}}$

⑦  $\frac{L}{2}$

⑧  $\frac{L^2}{\sqrt{2}}$

⑨  $\frac{L^2}{2}$





