

2017年度

Ma 物理問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は8ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はⅠ～Ⅲとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきりきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
○	○	●	○	○	○

 (3と解答する場合)

I. 次の文A～Cを読み、下記の設問1・2に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。ただし、電気素量を $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

A. 導線を $16 \mu\text{A}$ ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$) の電流が流れている。この導線に垂直な断面を1秒間に流れる電子の数は 個である。

B. 図1のように音源A、観測者O、音を反射する壁Bが一直線上に並んでいる。Aが出す音波の振動数を $f [\text{Hz}]$ 、音速を $c [\text{m/s}]$ とする。AとBが静止し、OがAに向かって速さ $v [\text{m/s}]$ ($v < c$) で動いたところ、Oは1秒間あたり N 回のうなりを聞いた。このとき、 $v =$ である。ただし、風はなく、Oは常にAとBの間にいるものとする。

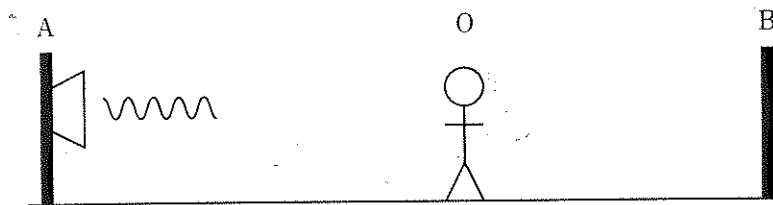


図1

C. 図2のように、水平に設置された円盤の中心から距離 r のところに質量 M の物体が置かれている。円盤は一定の角速度 ω で反時計回りに回転しており、物体は円盤との摩擦により滑らずに運動している。このとき、物体にかかる摩擦力の大きさは であり、摩擦力の向きは である。

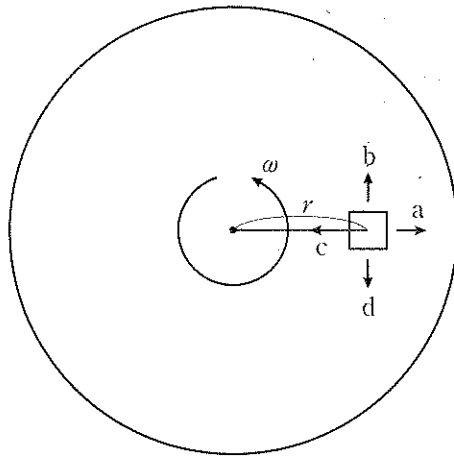


図2

- 文中の空所 ~ それぞれにあてはまる数式または数値をしるせ。ただし、数値の場合は有効数字2桁でしるせ。
- 文中の空所 にあてはまる語句としてもっとも適当なものを、次の a ~ d から1つ選び、その記号をマークせよ。

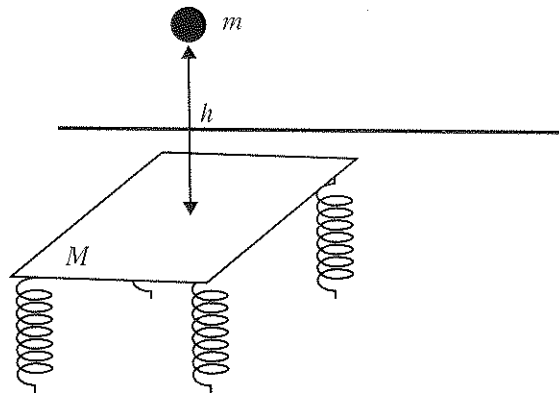
- | | |
|--------------------|-------------------------|
| a. 外向き (図2の a の向き) | b. 反時計回りの向き (図2の b の向き) |
| c. 内向き (図2の c の向き) | d. 時計回りの向き (図2の d の向き) |

II. 次の文を読み、下記の設問1・2に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

図のように、質量 M の正方形の板を、四すみにつけた質量の無視できる自然の長さ l 、ばね定数 k' のばね4本で水平面上に取り付ける。板は常に水平で左右に振れることなく、上下にだけ運動するものとする。この系はばね定数 $k = \boxed{\text{あ}}$ k' の1本のばねで繋がれた振動系と見ることができる。以後この系のばね定数として k を用いる。板の静止位置はバネの自然の長さ l から $\boxed{\text{い}}$ だけ下がる。今、この板の中心上 h の距離から質量 m ($m < M$) の大きさが無視できる小球を初速0で落下させる。この小球が板に衝突するときの速さ v_0 は $\boxed{\text{う}}$ である。小球と板との衝突の反発係数(はね返り係数)が1(弾性衝突)の場合と0(完全非弾性衝突)の場合について考える。以下、小球が最初に板に衝突するときの速さとして v_0 を用いる。

小球と板の間の反発係数が1の場合、衝突直後の板の速さは $\boxed{\text{え}}$ であり、跳ね返った小球の速さは $\boxed{\text{お}}$ である。板は静止していた位置から $\boxed{\text{か}}$ だけ下がる。再び上昇した板が、最初静止していた位置で、再び落下してきた小球と衝突したとすると k は $\boxed{\text{イ}}$ となる。

小球と板の間の反発係数が0の場合、衝突直後の板の速さは $\boxed{\text{き}}$ である。以後、小球と板は一体となって運動するものとする。板は振幅 $\boxed{\text{ク}}$ 、周期 $\boxed{\text{ク}}$ で単振動する。



図

1. 文中の空所 ~ それぞれにあてはまる数式または数値をしるせ。

2. 文中の空所 ・ にあてはまる数式としてもっとも適当なものを、それぞれ対応する a ~ f から 1 つずつ選び、その記号をマークせよ。

a. $\left(\frac{2\pi g}{v_0}\right)^2 \frac{M(M+m)^2}{(M-m)^2}$

b. $\left(\frac{\pi g}{2v_0}\right)^2 \frac{M(M+m)^2}{(M-m)^2}$

c. $\left(\frac{\pi g}{v_0}\right)^2 \frac{M(M+m)^2}{(M-m)^2}$

d. $\left(\frac{2\pi g}{v_0}\right)^2 \frac{m(M+m)^2}{(M-m)^2}$

e. $\left(\frac{\pi g}{2v_0}\right)^2 \frac{m(M+m)^2}{(M-m)^2}$

f. $\left(\frac{\pi g}{v_0}\right)^2 \frac{m(M+m)^2}{(M-m)^2}$

a. $\frac{mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$

b. $\frac{mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{M}{k}}$

c. $\frac{Mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}}$

d. $\sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{m^2}{m+M} \cdot \frac{v_0^2}{k}}$

e. $\sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{m^2 M}{(m+M)^2} \cdot \frac{v_0^2}{k}}$

f. $\sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{mM^2}{(m+M)^2} \cdot \frac{v_0^2}{k}}$

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1・2に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にするせ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

鉛直上向きの一様な磁場（磁束密度 B ）の中に、図1のような2本の平行な導体レールがあり、スイッチ S_1 、 S_2 と電源装置を導線でつないである。レールの間隔は l であり、その上に長さ l 、質量 m の金属棒をレールに対して直角になるように置く。レールは電気抵抗を持たないが、金属棒は電気抵抗 R を持つものとする。レールに沿って図1のように x 座標をとる。以下では、レールと金属棒との間の摩擦、電流が作る磁場は無視し、レールは十分に長いものとする。

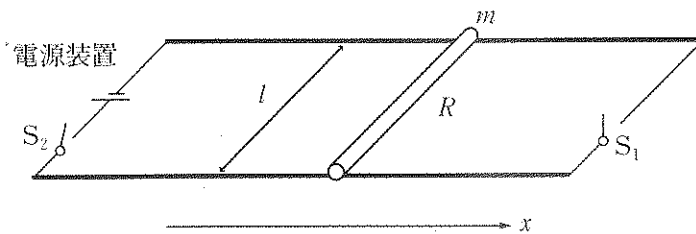


図1

レールを水平に固定し、スイッチ S_1 だけを閉じる。金属棒をレールに乗せ、 x 軸の正の向きに一定の速さ v_1 で動かす。このとき、レールと導線、金属棒からなる回路に発生する起電力の大きさは であり、回路には の電流が流れる。また、金属棒は磁場から の力を受ける。

次に、レールを水平に固定したまま金属棒を静止させ、図2のように絶縁体でできたばね定数 k のばねと金属棒をつないで、ばねの左端は固定する。この状態ではばねは自然の長さであり、金属棒は $x = 0$ にあるものとする。スイッチ S_1 を開いて S_2 だけを閉じ、電源装置の電圧をゼロからゆっくりと V まで上げたところ、金属棒は $x = \text{え}$ の位置に静止した。続いて、 S_2 を開くと同時に S_1 を閉じると、金属棒は振動を始め、十分な時間が経過すると $x = 0$ の位置に静止した。 S_2 を開き、 S_1 を閉じて金属棒が振動を始めてから金属棒が静止するまでの間に金属棒で のエネルギーが消費された。

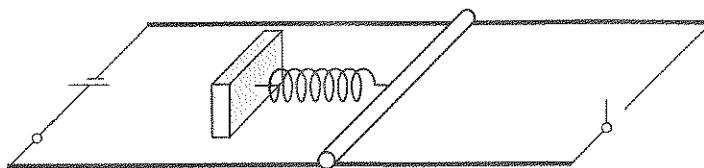


図2

続いて、スイッチ S_1 だけを閉じたままレールを傾け、図3のように水平面に対して角度 θ でレールを固定する。ばねを取り外した金属棒をレールに乗せて手を離すと、下方に滑り出した。しばらくすると、金属棒が滑り落ちる速さは一定の値 v_2 になった。このとき発生する起電力は であり、 v_2 は となる。金属棒から発生するジュール熱は単位時間あたり である。

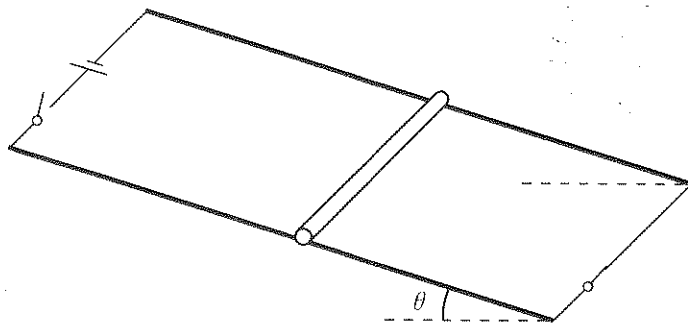


図3

- 文中の空所 ~ それぞれにあてはまる数式をしるせ。
- 文中の空所 ~ にあてはまる数式としてもっとも適当なものを、それぞれ対応する a ~ f から1つずつ選び、その記号をマークせよ。

<input type="text" value="イ"/>	a. Blv_2	b. $Blv_2 \sin \theta$	c. $Blv_2 \cos \theta$
	d. $Blv_2 \tan \theta$	e. $\frac{Blv_2}{\sin \theta}$	f. $\frac{Blv_2}{\cos \theta}$

<input type="text" value="ロ"/>	a. $\frac{Rmg}{B^2 l^2}$	b. $\frac{Rmg \sin \theta}{B^2 l^2}$	c. $\frac{Rmg \cos \theta}{B^2 l^2}$
	d. $\frac{Rmg}{B^2 l^2 \cos \theta}$	e. $\frac{Rmg \sin \theta}{B^2 l^2 \cos \theta}$	f. $\frac{Rmg \sin \theta}{B^2 l^2 \cos^2 \theta}$

<input type="text" value="ハ"/>	a. mgv_2	b. $mgv_2 \sin \theta$	c. $mgv_2 \cos \theta$
	d. $\frac{mgv_2}{\cos \theta}$	e. $\frac{mgv_2 \sin \theta}{\cos \theta}$	f. $\frac{mgv_2 \sin \theta}{\cos^2 \theta}$

【以下余白】