

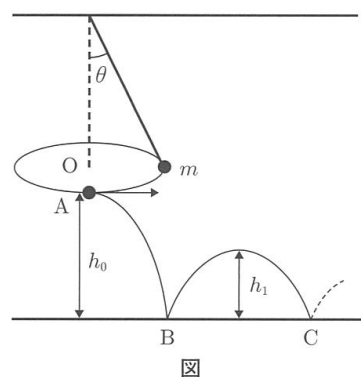
## 物理基礎・物理（前期日程）

（ 注 意 事 項 ）

1. 試験開始の合図があったらすぐに問題の種類と枚数が以下のとおりであることを確かめた上、表紙を含めて4枚すべてに受験番号を記入してください。
  - 表 紙 1枚
  - 物理基礎・物理その1 1枚
  - 物理基礎・物理その2 1枚
  - 物理基礎・物理その3 1枚
2. 試験終了後、全ての用紙を回収します。
3. 用紙が不足していたり、印刷が不鮮明なときには手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 問題の中で、（計算など）とあるところは計算、式、考え方など答えを導く上で必要なことを必ず書いてください。

受 験 番 号

問題1 図のように糸の上端を天井に固定し、下端に質量  $m$  の小球を取り付け、この小球を水平な床から高さ  $h_0$  の水平面内で点  $O$  を中心とする速さ  $v_0$  の等速円運動をさせたところ、鉛直方向と糸のなす角は  $\theta$  であった。次に小球が点  $A$  に達したとき、糸が切れて小球は水平方向へ投げ出されたのち、床面の点  $B$  ではね返り、点  $C$  で再び床に衝突した。ここで、重力加速度の大きさは  $g$  とする。ただし、床はなめらかで、空気抵抗や糸の質量は無視できるものとする。以下の問に答えよ。



(1) 小球が等速円運動をしているときの糸の張力を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(2) 小球が等速円運動をしているときの半径を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(3) 糸が切れた後、小球が点  $A$  で落下し始めてから点  $B$  に達するまでの時間を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(4) 点  $B$  ではね返った小球が高さ  $h_1$  まで到達した。小球と床とのね返り係数を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(5) 点  $B$  と点  $C$  の間の距離を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(6) 点  $B$  で小球が床から受けた力積の向きと大きさを求めよ。

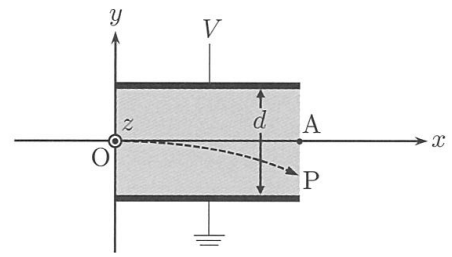
(計算など)

答 向き： \_\_\_\_\_ 大きさ： \_\_\_\_\_

受験番号

小計

問題2 図のように、真空中に設置された間隔が  $d$  [m] の平行な電極に電圧  $V$  [V] をかけると電極間に一様な電場が発生する。その電場に垂直な方向を  $x$  軸、平行な方向を  $y$  軸、 $x$  軸および  $y$  軸に直交する方向を  $z$  軸と定める。電極にはさまれた空間においては  $z$  軸に平行に一様な磁場がかけられるものとする。質量  $m$  [kg]、電荷  $-e$  [C] の電子を  $x$  軸に沿って速さ  $v_0$  [m/s] で電極間に入射するとき以下の問に答えよ。ただし、重力および地磁気による影響はないものとする。



図

- (1) 上部電極に電圧  $V$  をかけたとき、電子が電極間の電場から受ける力の大きさ [N] を求めよ。向きと符号は不問とする。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2)  $V = 0$  とし、磁場の磁束密度の大きさを  $B$  [T] とした。このとき、電極間における電子の円運動の半径 [m] を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) 電極間には、ある電場と磁場がかけられているものとする。図に示す点  $O$  から  $x$  軸の正方向に電子を入射したところ電子は直進した。次に電場や磁場を変えずに図に示す点  $A$  から  $x$  軸の負方向に電子を入射したところ電子は  $xy$  面を  $y$  軸の正方向に曲がっていった。このとき、上部電極にかかっている電圧の正負、および磁場の向きとして正しいものを次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 電圧は正、磁場は  $z$  軸の正方向      ② 電圧は正、磁場は  $z$  軸の負方向  
③ 電圧は負、磁場は  $z$  軸の正方向      ④ 電圧は負、磁場は  $z$  軸の負方向

答 \_\_\_\_\_

- (4)  $x$  軸の正方向に点  $O$  から入射した電子は、電場により  $y$  軸の正方向に  $2.0 \times 10^{-19}$  N の力を受け、同時に磁束密度  $3.0 \times 10^{-5}$  T の一様な磁場により力を受けた。その結果、電子は図の破線の軌道を通り、 $x$  軸から  $1.0 \times 10^{-2}$  m の距離にある点  $P$  に到達した。 $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C,  $v_0 = 1.0 \times 10^5$  m/s とするとき、点  $P$  における電子の運動エネルギー [J] の値を有効数字2桁で求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受 験 番 号

小 計

問題3 図1に示すように、単原子分子理想気体の状態を圧力  $2p_0$ 、体積  $V_0$  の状態Aから、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  のように変化させた。以下の間に答えよ。

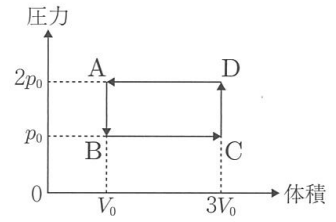


図1

- (1)  $A \rightarrow B$  の過程での気体の内部エネルギーの変化を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2)  $B \rightarrow C$  の過程で気体が吸収した熱量を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3)  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の過程で気体が外部にした正味の仕事を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

問題4 ある媒質1を  $x$  軸方向の正の向きに進む正弦波の入射波  $w$  と、位置  $x = L$  にある自由端による反射で生じた反射波が重なることで、位置  $x = 0$  で腹になり  $0 < x < L$  の範囲に節が5個ある定在波が生じている。図2はある時刻  $t_0$  から時刻  $2t_0$  までの入射波  $w$  のみによる位置  $x = 0$  での媒質1の変位の時間変化を表している。このとき、以下の間に答えよ。

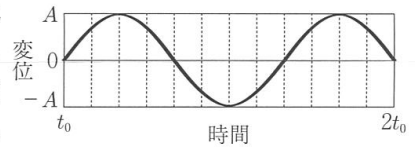


図2

- (1) 入射波  $w$  の周期、振動数、波長、速さを求めよ。  
(計算など)

答 周期： \_\_\_\_\_ 振動数： \_\_\_\_\_ 波長： \_\_\_\_\_ 速さ： \_\_\_\_\_

- (2) 時刻  $t_0$  から時刻  $2t_0$  までの入射波  $w$  のみによる位置  $x = L$  での媒質1の変位の時間変化を図3に描け。

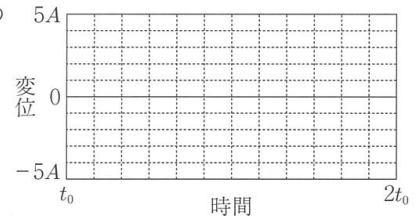


図3

- (3) 位置  $x = L$  にある自由端を変えず、媒質だけを媒質1に対する相対屈折率が0.5の媒質2へ変えることで、新たな定在波が生じている。ある時刻  $t_0$  から時刻  $2t_0$  までの入射波のみによる位置  $x = 0$  での媒質2の変位の時間変化は図2と変わらないとする。このとき、位置  $x = L/2$  での媒質2の変位が最も大きくなったときの定在波の  $0 \leq x \leq L$  の範囲における波形を図4に描け。

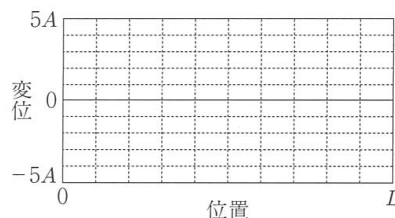


図4

受験番号

小計