

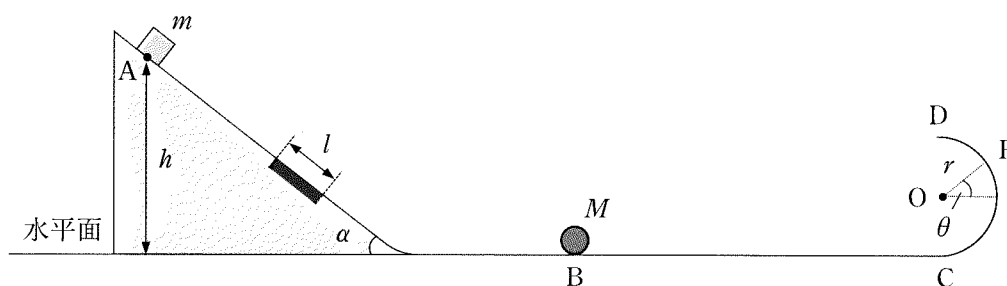
## 物理基礎・物理（後期日程）

（ 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。
  - 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のに必要なことを必ず書いてください。

受 験 番 号

問題1 図に示すように、なめらかな水平面上に固定された傾斜台がある。点Oを中心とする半径 $r$ の半円筒状のなめらかな壁面CDは、水平面と段差なくつながっている。質量 $m$ の小物体が、傾斜台の点Aに静かに置かれ、斜面を下向きにすべり始める。点Aの水平面からの高さは $h$ 、斜面と水平面のなす角度は $\alpha$ である。水平面上の点Bに質量 $M$ の小球が静止している。重力加速度の大きさは $g$ とし、小物体と小球の大きさ、および空気抵抗は、無視できるものとする。以下の間に答えよ。



図

(1) 小物体は斜面をすべり降りて水平面に到達し小球と衝突した。小球に衝突する直前の小物体の速さ $v_1$ を求めよ。ただし、傾斜台の一部区間のみ表面は粗く、その長さを $l$ 、動摩擦係数を $\mu'$ とする。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(2) 小物体は点Bで小球と弾性衝突した。衝突直後の小球の速さ $v_2$ を $v_1$ を用いて表せ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(3) 衝突後、小球は水平面BCと壁面CDに沿って運動し、CD上の点Pで壁面を離れて落下した。OPと水平面との角度は $\theta$ である。点Pにおける小球の速さ $v_3$ を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(4) 小球は点Pで壁面を離れた後、点Oを通過した。このとき、 $\sin \theta$ の値を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(5) 小球が点Pから壁面を離れてから最高点に達するまでの時間を $t_1$ 、最高点から水平面上に落下するまでの時間を $t_2$ とするとき、 $t_1$ と $t_2$ をそれぞれ $v_3$ と $\theta$ を用いて表せ。ただし、小球は点Cより右側に落下しないものとする。

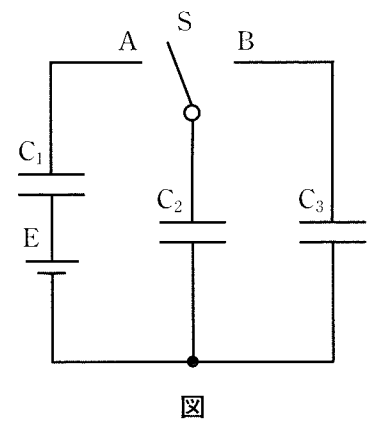
(計算など)

答  $t_1$ : \_\_\_\_\_  $t_2$ : \_\_\_\_\_

受験番号

小計

問題2 図のように、電池とコンデンサーとスイッチを接続した。電源Eの起電力は20V、平行板コンデンサー $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ の電気容量はそれぞれ $2.0\mu\text{F}$ 、 $3.0\mu\text{F}$ 、 $9.0\mu\text{F}$ とする。ただし、コンデンサーには初めは電荷がないものとし、極板間は真空とする。電源の内部抵抗は無視できるものとする。答は有効数字2桁で示せ。



- (1) スイッチSをA側に閉じて十分に時間が経過したとき、 $C_2$ に蓄えられる電気量 [C] を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2)  $C_1$ の極板間を比誘電率6.0の誘電体で満たした後、スイッチSをA側に閉じて十分に時間が経過したとき、 $C_1$ に蓄えられる静電エネルギー [J] を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) 誘電体を取り除き、(1)の状態に戻した後、スイッチSをB側に閉じて十分に時間が経過したとき、 $C_3$ 両端の電位差 [V] を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (4) (3)の状態のまま、 $C_3$ の極板面積を $\frac{1}{9}$ 倍に減少させた。 $C_3$ に蓄えられる静電エネルギーは、極板面積を減少させる前の何倍か求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (5) (4)の状態のまま、AとBを導線でつなぎ十分に時間が経過したとき、 $C_3$ に蓄えられる静電エネルギー [J] を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受 験 番 号

小 計

問題3 なめらかに動くピストンのついたシリンダーに1モルの理想気体Gが入っている。Gを  
 図1のA→B→C→D→Aの順に状態変化させた。A→BとC→Dは断熱変化、B→CとD  
 →Aは定積変化、A、B、C、DにおけるGの絶対温度はそれぞれ $T_A$ 、 $T_B$ 、 $T_C$ 、 $T_D$ である。G  
 の定積モル比熱を $C_V$ として以下の問に答えよ。

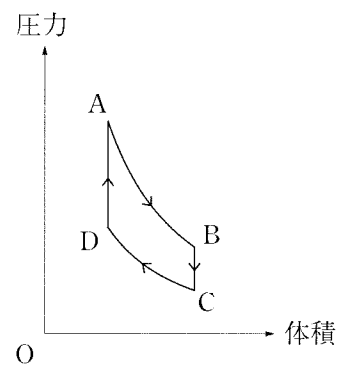


図1

- (1) D→AでGの内部エネルギーはどれだけ変化するか、 $T_A$ 、 $T_D$ および $C_V$ を用いて答えよ。  
 (計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2) A→B→C→D→AでGがする仕事の総和を、 $T_A$ 、 $T_B$ 、 $T_C$ 、 $T_D$ および $C_V$ を用いて答えよ。  
 (計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) B→CでGは外部から熱を吸収したか放出したか答えよ。また、その熱量の大きさを $T_B$ 、 $T_C$ および $C_V$ を用いて答えよ。  
 (計算など)

答 吸収したか放出したか: \_\_\_\_\_ 熱量の大きさ: \_\_\_\_\_

- (4) A→BおよびC→DでGの絶対温度 $T$ と体積 $V$ の間には $TV^m = \text{一定}$  ( $m$ は定数)の関係があり、BとCにおけるGの体積はDとAにおけるGの体積の $k$ 倍 ( $k$ は定数)とする。A→B→C→D→Aの状態変化を熱機関のサイクルと考えたときの熱効率を $m$ と $k$ を用いて答えよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

問題4  $L$  [m] 離れた2つの観測点 $O_1$ と $O_2$ で観測される波に関して、  
 以下の問に答えよ。ただし、波の速さは $v$  [m/s]であり、角度 $\theta$  [rad]  
 は $0 \leq \theta \leq \pi/2$ とする。なお、平面波が伝わる時、振幅の減衰は無視してよい。

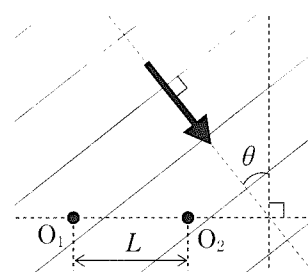


図2

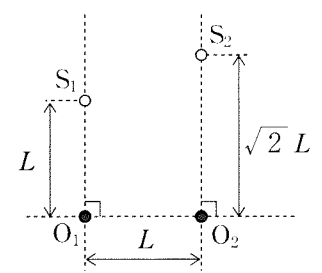


図3

- (1) 振動数 $f$  [Hz]の正弦波が、図2に波面を示すように角度 $\theta$ から  
 矢印の進行方向で平面波として伝わっている。時刻 $t$  [s]で、 $O_1$ に  
 における変位 $y_1$  [m]が $y_1 = A \sin(2\pi ft)$ という正弦波の式で観測され  
 るとき、 $O_2$ における変位 $y_2$  [m]の式を示せ。ただし、 $A$  [m]は  
 振幅を表す定数である。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2) 図2について、 $f = 1000$  Hz、 $L = 0.34$  m、 $v = 340$  m/sの場合に、両観測点における変位の観測値の和 $y = y_1 + y_2$ が0  
 となるような、最小の角度 $\theta$  [rad]を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) 波源 $S_1$ と $S_2$ が、図3のように $O_1$ および $O_2$ で直線 $O_1O_2$ と直交する線上にあり、同位相の球面波を出している。このと  
 き、 $O_1$ と $O_2$ がともに波が強め合う点となるような、球面波の最大の波長 $\lambda$  [m]を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受験番号

小計

