

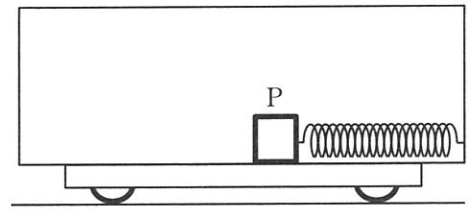
## 物理基礎・物理（後期日程）

（注 意 事 項）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
  - 表紙（この用紙） 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
4. 配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 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。
6. 試験終了後、すべての用紙を回収します。上から（表紙）、（物理基礎・物理その1）、（物理基礎・物理その2）、（物理基礎・物理その3）の順に、おもて面を上にしてひろげた状態で用紙の上下をそろえて4枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。
7. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

受 験 番 号

問題1 図のように、車が水平面上に停止している。この車内部の右壁面に質量の無視できるばね定数  $k$  のばねが自然の長さの状態と平行に固定されていて、壁面とは反対側の端に質量  $m$  の物体 P がついている。次のA), B)の場合について以下の間に答えよ。ただし、車の床面は水平面に平行とする。また円周率は  $\pi$ 、重力加速度の大きさは  $g$  とする。



図

A) 物体 P と車の床面との間の摩擦がない状態で、停止している車が右方向に等加速度運動をして速さが  $v$  に達した直後等速度運動をし続けたところ、ばねは1度だけ伸びた後縮んで車が等速度運動に移行した瞬間に自然の長さとなった。

(1) A)において停止している車が速さ  $v$  に達する時間  $t_1$  を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(2) A)において等加速度運動中の車内部からみた物体 P の速さの最大値を答えよ。ただし、(1)の  $t_1$  を用いて解答してよい。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(3) 物体 P と車の床面との間の摩擦がない状態で、停止している車がA)と同じ加速度で等加速度運動をして速さが  $1.5v$  に達した直後、等速度運動をし続けた。この一連の運動で車内部からみた物体 P の速さの最大値を答えよ。ただし、(1)の  $t_1$  を用いて解答してよい。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

B) 物体 P と車の床面との間の動摩擦係数が  $\mu'$  である状態で、停止している車がA)と同じ加速度で等加速度運動をして速さが  $v$  に達した直後等速度運動をし続けたところ、ばねは1度だけ伸びた後縮んだ。

(4) 物体 P と車の床面との間の静摩擦係数を  $\mu$  としたとき、B)の結果のような物体 P の運動が可能となる  $\mu$  が満たす条件は  $D > \mu$  と表すことができる。  $D$  を答えよ。ただし、(1)の  $t_1$  を用いて解答してよい。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(5) B)において停止している車が速さ  $v$  に達した時のばねの伸びを答えよ。

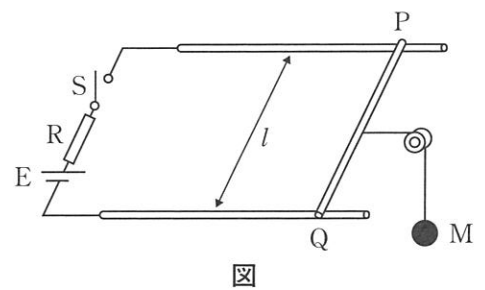
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受 験 番 号

小 計

問題2 磁束密度  $B$  [T] の一様な鉛直方向の磁場中に、図のように正の範囲で起電力  $E$  [V] が変わる直流電源  $E$ 、抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗  $R$ 、スイッチ  $S$ 、間隔  $l$  [m] で水平に置かれた導体のレールがある。導体棒  $PQ$  をレールに置き、滑車を通して、質量  $m$  [kg] のおもり  $M$  をつける。重力加速度の大きさを  $g$  [ $m/s^2$ ] として以下の間に答えよ。ただし、導体棒  $PQ$  はレールと垂直を保ちながら、なめらかに動くものとし、レールと導体棒  $PQ$  の質量、および  $R$  以外の導線部分の抵抗は無視できるものとする。



- (1) 導体棒  $PQ$  を手で押さえ、スイッチ  $S$  を閉じた。手を離れたとき、おもり  $M$  は静止したままだった。このときの直流電源  $E$  の起電力は  $E_1$  [V] であった。磁場の向きを答えよ。また、 $E_1$  の大きさを  $B, R, l, m, g$  を用いて表せ。  
(計算など)

答 磁場の向き：

$E_1$  の大きさ：

- (2) 直流電源  $E$  の起電力を  $E_2$  [V] にすると、おもり  $M$  が引き上げられ、しばらくするとおもり  $M$  の速さが一定になった。 $E_1$  と  $E_2$  の大小関係をその理由とともに答えよ。また、(1)で導体棒  $PQ$  を流れる電流  $I_1$  と(2)でおもり  $M$  の速さが一定になったあとに導体棒  $PQ$  を流れる電流  $I_2$  の大小関係をその理由とともに答えよ。

答  $E_1$  と  $E_2$ ：

答  $I_1$  と  $I_2$ ：

- (3) (2)で一定になったおもり  $M$  の速さを  $B, R, l, m, g, E_2$  を用いて表せ。  
(計算など)

答

- (4) おもり  $M$  の速さが一定になったあと、抵抗  $R$  で発生する単位時間あたりのジュール熱、おもり  $M$  が得る単位時間あたりの位置エネルギーを有効数字2桁で求めよ。ただし、 $B = 3.0$  T,  $R = 40$   $\Omega$ ,  $l = 2.0$  m,  $m = 0.060$  kg,  $g = 9.8$   $m/s^2$ ,  $E_2 = 10$  V とする。  
(計算など)

答 単位時間あたりのジュール熱：

答 単位時間あたりの位置エネルギー：

受験番号

小計

問題3 1 molの単原子分子理想気体Gがピストンがなめらかに動くシリンダーに閉じこめられている。Gを、図1の経路A→B→C→D→Aに沿って1サイクルさせた。経路A→Bと経路C→Dでは圧力一定である。経路B→Cと経路D→Aでは圧力が絶対温度に比例している。A, B, C, Dの絶対温度はそれぞれ $T_2$  [K],  $T_3$  [K],  $T_2$  [K],  $T_1$  [K]である。以下の問に答えよ。ただし、気体定数を $R$  [J/mol·K]とし、絶対温度 $T$  [K]のGの内部エネルギーは $\frac{3}{2}RT$  [J]とする。

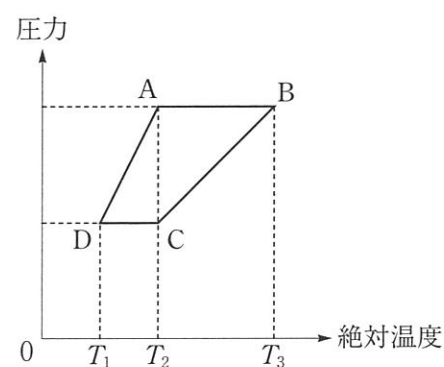


図1

- (1) Gが1サイクルで外部に行う正味の仕事 [J] を求めよ。  
(計算など)

答

- (2) A→BおよびB→Cそれぞれの経路におけるGのモル比熱 [J/mol·K] を、熱力学第一法則を用いて求めよ。  
(計算など)

答 A→BにおけるGのモル比熱：

B→CにおけるGのモル比熱：

- (3) 図1のA→B→C→D→Aのサイクルの熱効率を求めよ。  
(計算など)

答

問題4 焦点距離がそれぞれ30 mmと60 mmの薄い凸レンズ $L_1$ と $L_2$ がある。図2のように、 $x$ 軸が光軸となるようにレンズ $L_1$ が $x=0$  mmの位置に、レンズ $L_2$ が $x=150$  mmの位置にそれぞれ配置されている。 $x=-40$  mmの位置に物体Pが置かれており、観測者は組合せレンズ $L_1, L_2$ を通して物体Pを見ている。以下の問に答えよ。



図2

- (1) レンズ $L_1$ によって物体Pの実像Qができ、観測者はレンズ $L_2$ を通して実像Qの虚像Rを観測する。虚像Rの $x$ 座標と、物体Pに対する虚像Rの倍率 $m_1$ を求めよ。  
(計算など)

答 虚像Rの $x$ 座標：

倍率 $m_1$ ：

- (2) レンズ $L_2$ を光軸に平行に移動したところ、物体Pに対する虚像Rの倍率 $m_2$ が $m_2=2m_1$ となった。レンズ $L_2$ の移動量 $u$ を求めよ。なお、移動量 $u$ は、 $x$ 軸の正方向への移動を正とする。  
(計算など)

答

- (3) レンズ $L_2$ を取り外し、薄い凹レンズを $x=150$  mmの位置に $x$ 軸が光軸となるように配置したところ、物体Pに対する虚像Rの倍率 $m_3$ が $m_3=2$ となった。このとき、凹レンズの焦点距離 ( $< 0$ ) を求めよ。  
(計算など)

答

受験番号

小計