

物 理

注意事項

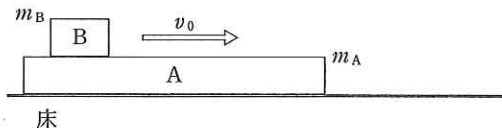
1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入して下さい。
(物理その1)～(物理その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせて下さい。
4. 問題の中で、(計算など)とあるところは計算、式、考え方など答えを導くのに必要なことを必ず書いて下さい。
5. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用しても構いませんが、採点対象とはしません。
6. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(物理その1)、(物理その2)、(物理その3)、(物理その4)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揃えて4枚重ねて下さい。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意して下さい。
7. すべての確認作業が終了するまで着席して下さい。

平成 26 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理その 1)

問題 1 図のような質量 m_A の物体 A と質量 m_B の物体 B を考える。A と床の間の静摩擦係数を μ_A 、動摩擦係数を μ'_A とし、A と B の間の動摩擦係数を μ'_B とする。時刻 $t = 0$ において A を静止させた状態で、B に初速度 v_0 を与えて A の上面をすべらせる。このときの A と B が床に対して静止するまでの運動の様子を調べた。B として質量 m_B が異なるものを複数試したところ、 $m_B = M$ を境にして以下の 2 種類の運動が観測された。

運動 I : $m_B < M$ のとき、A は床に対して静止したまま B のみが A の上を移動し、ある時間の後に静止した。

運動 II : $m_B > M$ のとき、B が運動を始めた直後に、A も B と同じ方向へ床の上で運動を始めた。A と B の速度差は時間の経過とともに小さくなり、時刻 $t = t_1$ のときに 0 になった。その後、A と B はいっしょに運動した後に静止した。



物体 A と B が運動する方向は常に B の初速度の方向と平行であり、回転運動は起こらなかった。また、B が A の上から落ちることもなかった。重力加速度の大きさを g とするとき、以下の間に答えよ。

(1) 運動 I の場合に、B が床に対して静止するまでに移動した距離 L を求めよ。

(計算など)

答 _____

(2) M を m_A 、 μ_A 、 μ'_B を用いて表せ。また、運動 I を実現させるために必要な μ_A と μ'_B の条件を示せ。

(計算など)

答 M : _____ 条件 : _____

(3) 運動 II において、 $0 < t < t_1$ の間の時刻 t における A と B の運動方程式をそれぞれ示せ。ただし、A の加速度を a で、B の加速度を b で表すものとし、B の初速度の向きを正の方向とする。

答 物体 A : _____ 物体 B : _____

(4) 運動 II における時刻 t_1 を、 a と b を用いなくて示せ。

(計算など)

答 _____

(5) 運動 II において、B が A に対して移動した距離を R_1 とし、A が床に対して移動した距離を R_2 とする。運動 II におけるエネルギーの保存則を v_0 、 R_1 、 R_2 を含む式で表せ。また R_1 を、問(1)で求めた L および R_2 、 m_A 、 m_B 、 μ'_A 、 μ'_B を用いて表せ。

(計算など)

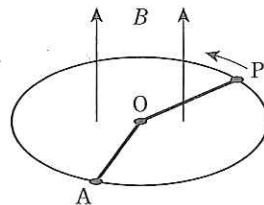
答 保存則 : _____ 距離 R_1 : _____

(6) 運動 II において、B が床に対して移動した距離を R とする。このとき R と L はどちらが大きいかを答え、その理由を述べよ。

答 _____ 理由 : _____

受 験 番 号	小 計

問題 2 抵抗率が ρ で微小な断面積 S の導体の線を用いて、図のような半径 a の円、円上の固定点 A と円の中心 O を結ぶ線分 AO および O と円上の可動点 P を結ぶ線分 OP からなる回路を作った。点 P は、時刻 $t = 0$ で点 A の位置にあり、正の角速度 ω で円周上を反時計まわりに回る。また、円内には図のように磁界が回路に垂直にかけられている。この磁界の磁束密度の大きさは B である。なお、導体線の質量、摩擦および空気抵抗は無視できるものとし、 ρ, S, a, ω, B は定数である。点 P が一周回って点 A に戻ってくるまでの途中のある時刻 t について以下の問に答えよ。



(1) 線分 AO と線分 OP からなる部分の抵抗 R_1 、点 A の右側の弧 AP の抵抗 R_2 、および点 A の左側の弧 AP の抵抗 R_3 を求めよ。

(計算など)

答 R_1 : _____ R_2 : _____ R_3 : _____

(2) 点 A の右側の回路 $AOPA$ 内で発生する起電力の大きさ V を求めよ。

(計算など)

答 V : _____

(3) 線分 OP を流れる電流の向きは「 O から P 」かそれとも「 P から O 」か答え、その理由も述べよ。

答 _____ 理由: _____

以下では V, R_1, R_2, R_3 を用いて答えよ。

(4) この回路の回路図を直流電源「 $—|—$ 」、抵抗「 $—\square—$ 」の記号を用いて描け。なお、回路中に V, R_1, R_2, R_3 を示すこと。

答 _____

(5) 線分 AO を流れる電流の大きさ I_1 、点 A の右側の弧 AP を流れる電流の大きさ I_2 、および点 A の左側の弧 AP を流れる電流の大きさ I_3 を求めよ。

(計算など)

答 I_1 : _____ I_2 : _____ I_3 : _____

(6) 導体 OP を角速度 ω で回転させるのに必要な仕事率を答えよ。なお、電流は I_1, I_2, I_3 を用いよ。

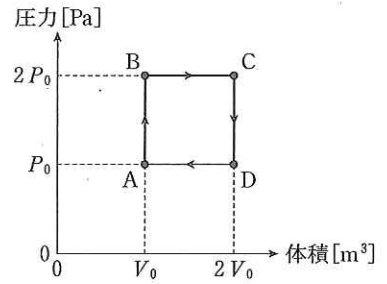
(計算など)

答 _____

受 験 番 号	小 計

平成 26 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理その 3)

問題 3 単原子分子からなる 1 mol の理想気体 G を容器に入れ、その状態を右図に示すように A→B→C→D→A と変化させた。ここで、A→B と C→D は定積変化、B→C と D→A は定圧変化である。状態 A, B, C, D における G の圧力と体積は右図に示すとおりである。以下の間に答えよ。ただし、G の定積モル比熱は $\frac{3}{2}R$ [J/(mol·K)] (R は気体定数) である。



(1) A→B の過程で G の温度は何倍になったか。有効数字 2 桁の数値で答えよ。
(計算など)

答 _____

(2) B→C の過程で G の内部エネルギーの変化量はいくらか。
(計算など)

答 _____

(3) A→B→C→D→A の過程で G が外部にした仕事はいくらか。
(計算など)

答 _____

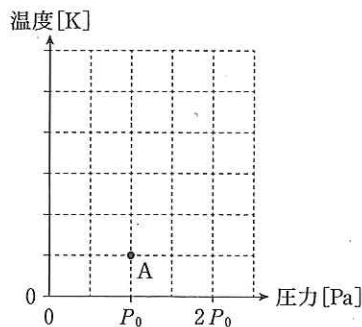
(4) A→B→C→D→A の過程で G に入出力した熱の合計はいくらか。ただし、吸熱過程の場合の熱の移動を正とする。
(計算など)

答 _____

(5) A→B→C→D→A の過程で G の熱効率はいくらか。有効数字 2 桁の数値で答えよ。
(計算など)

答 _____

(6) A→B→C→D→A の過程を、圧力を横軸、温度を縦軸として、下図に表せ。ただし、縦軸の目盛の間隔は状態 A での G の温度とする。



受 験 番 号	小 計

問題 4 図 1 のように、内部にピストンがついている管の開口端に正弦波で表される音波が発生する音源を置き、音源から周期 T 、波長 λ 、振幅 A の音波を発生させた。 x 軸を図のような向きにとり、管の開口端の位置を $x = 0$ とする。開口端からピストン面までの距離を L とする。最初にピストン面は $x = 3\lambda$ の位置に固定し、音波の先端が $x = 2\lambda$ の位置に達したときの時刻を $t = 0$ とする。そのときの音波の波形が図 2 に示されている。図中の波形は、空気が x 軸の正の向きに変位したときは y 軸の正の向きに、 x 軸の負の向きに変位したときは y 軸の負の向きに変位をとっている。音波はピストン面で完全に反射するものとし、以下の間に答えよ。

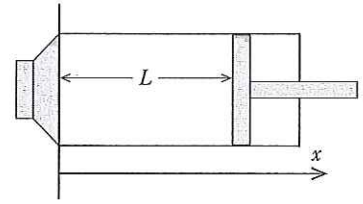


図 1

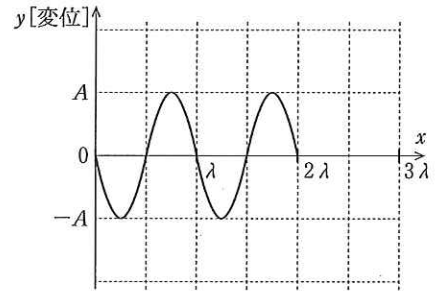


図 2

(1) 図 2 の波形で媒質が疎となっている位置の x 座標を、 λ を用いて示せ。

答

(2) $t = 2T$ のときの x 軸の負方向に進む反射波の波形を図 3 に書き入れよ。また、このときの入射波と反射波の合成波形を図 4 に書き入れよ。ただし、 x の範囲は $2\lambda < x < 3\lambda$ とする。

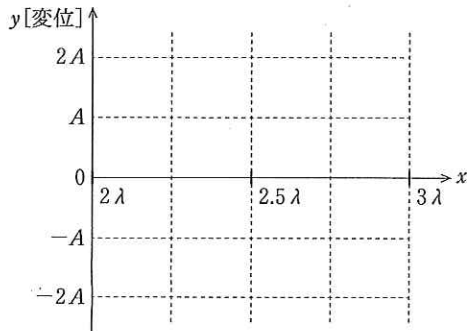


図 3

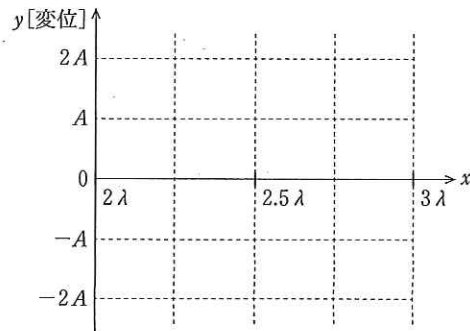


図 4

(3) $t = 2T$ 以降、 x が 2λ から 3λ までの間の合成波形が $y = 0$ となる最初の時刻を求めよ。
(計算など)

答

次に、音波を発生させたまま、管の開口端からピストン面までの距離 L を 0 から徐々に増加させる。最初の共鳴が $L = 16.9 \text{ cm}$ で起こり、2 度目の共鳴が $L = 50.7 \text{ cm}$ で起った。なお、開口端では自由端反射が起こるものとする。

(4) 3 度目の共鳴が起こるときの L を求めよ。
(計算など)

答

(5) 音波の振動数を 500 Hz とし、音速を求めよ。
(計算など)

答

受験番号	小計