

## 物理基礎・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ください。  
(物理基礎・物理その1)～(物理基礎・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。
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(物理基礎・物理その1)、(同その2)、(同その3)、(同その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. すべての確認作業が終了するまで着席しててください。

平成 31 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 1)

問題 1 質量  $m$  の質点 P と質量  $M$  の質点 Q が直線上で弾性衝突する場合を考える。P の初速度を  $v_0$ 、Q の初速度を  $V_0$  として、以下の問に答えよ。

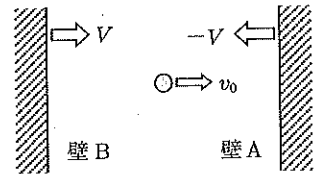
- (1) 衝突後の P の速度  $v$  と Q の速度  $V$  を求めよ。  
(計算など)

答  $v$ : \_\_\_\_\_  $V$ : \_\_\_\_\_

- (2)  $M$  が  $m$  より十分に大きいとき、各質点の速度はどのような値となるか示せ。  
(計算など)

答  $v$ : \_\_\_\_\_  $V$ : \_\_\_\_\_

次に、図のように、紙面に垂直な 2 つの壁 A と B がそれぞれ等速度  $-V$  と  $V$  で運動し続けているとき、2 つの壁に挟まれた質量  $m$  の質点が最初に速度  $v_0$  で壁 A の方向へ等速直線運動する場合を考える。壁 A に向かう速度の方向を正とし、2 つの壁の距離は十分に長いとする。さらに、質点は壁と垂直に弾性衝突するとして以下の問に答えよ。



- (3) 次の文中の空欄に適切な式を入れよ。

壁 A に対する質点の相対速度は  となる。壁 A に衝突して跳ね返された質点の壁 A に対する相対速度は  となる。したがって、壁 A に衝突した後の質点の速度  $v_1$  は  となる。

答 (a) \_\_\_\_\_ (b) \_\_\_\_\_ (c) \_\_\_\_\_

- (4) 問(3)と同じ手順で、速度  $v_1$  で壁 B に衝突した後の速度  $v_2$  と、速度  $v_2$  で再び壁 A に衝突した後の速度  $v_3$  を、 $v_0$  と  $V$  を使って求めよ。  
(計算など)

答  $v_2$ : \_\_\_\_\_  $v_3$ : \_\_\_\_\_

- (5) 速度  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$  の結果を利用して、 $n$  回目に壁と衝突した後の質点の速度を求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

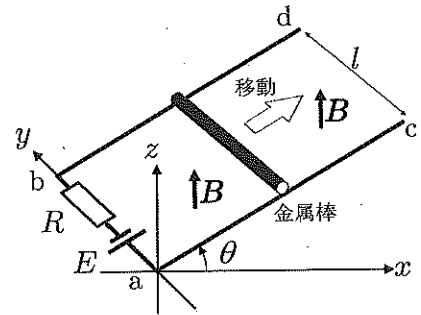
- (6)  $V = v_0/n$  のとき、 $n$  回目の衝突後の質点の運動エネルギーが、最初の運動エネルギーの何倍となるかを求めよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受験番号	小計

平成 31 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 2)

問題 2 図に示すように鉛直上向き  $z$  軸正方向に一樣な磁束密度  $B$  [T] の磁界がある空間中に、 $l$  [m] の間隔で  $xy$  平面に対して傾斜角  $\theta$  となるように置かれた十分に長い 2 本の導線レール  $ac, bd$  がある。レール自身の電気抵抗は無視できるものとする。レールの下端  $a, b$  に電気抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗と起電力  $E$  [V] の直流電源がつないであり、レールと電源、抵抗は動かないものとする。電気抵抗が無視できる質量  $m$  [kg] の金属棒をレールの上に静かに置いた。なお、金属棒とレール間の摩擦は無く、金属棒はレールに対して常に直交しているものとする。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] として、以下の問に答えよ。



- (1) 金属棒を移動しないように手で押さえた。金属棒に流れる電流を求めよ。  
(計算など)

答

- (2) 手を離すと、金属棒は矢印の方向に動き始めた。金属棒の速度が  $v_1$  [m/s] のときに金属棒に流れる電流と金属棒の加速度を求めよ。  
(計算など)

答 電流:

加速度:

- (3) 十分に時間が経過すると、金属棒の速度は一定となった。そのときの金属棒の速度を求めよ。  
(計算など)

答

- (4) 金属棒の速度が一定となった後、抵抗で発生するジュール熱、電源がする仕事、金属棒が得る位置エネルギーの単位時間当たりの量をそれぞれ求めよ。  
(計算など)

答 ジュール熱:

仕事:

位置エネルギー:

受験番号

小計

平成 31 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 3)

問題 3 熱がゆっくりと伝わる材質のシリンダーとなめらかに水平方向に動くピストンの内部に  $n$  モルの理想気体が入っている。初期状態は、ピストンが自由に動ける状態で、気体の圧力、体積、温度は、それぞれ  $p_0, V_0, T_0$  で安定している。なお、シリンダー内の気体の温度は常に一様である。この気体の定積モル比熱を  $C_V$  として、以下の間に答えよ。

(1) シリンダーとピストンの外部の圧力と温度を答えよ。

答 圧力: \_\_\_\_\_ 温度: \_\_\_\_\_

(2) 初期状態からピストンをすばやく引いて気体の体積を  $V_1$  にした。これを状態 1 とする。その直後の気体の温度  $T_1$  と  $T_0$  の大小関係について述べた次の文章の空欄を埋めよ。

熱力学第一法則は、気体に加えられた熱量  $Q$  と気体が外部にした仕事  $W$  と気体の内部エネルギーの増加分  $\Delta U$  の間の (a) \_\_\_\_\_ という関係式で表される。初期状態から状態 1 への変化は断熱変化である。気体は膨張したため、 $W$  の符号は (b) \_\_\_\_\_ である。一方、 $\Delta U$  は  $T_1$  と  $T_0$  を用いて  $\Delta U =$  (c) \_\_\_\_\_ と表され、 $n$  と  $C_V$  はともに正であるから 温度の大小関係は (d) \_\_\_\_\_ という式で表される。

答(a) \_\_\_\_\_ (b) \_\_\_\_\_ (c) \_\_\_\_\_ (d) \_\_\_\_\_

(3) 状態 1 からピストンを固定した状態にして十分時間が経過した。これを状態 2 とする。状態 2 での気体の温度  $T_2$  と  $T_0$  の大小関係をその理由とともに答えよ。

答 \_\_\_\_\_

(4) 初期状態から状態 2 までの間にシリンダー内の気体が外部から得た熱量を  $T_2$  を用いて答えよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(5) 状態 2 からピストンを自由に動ける状態にすると、その直後に体積は  $V_3$  となった。これを状態 3 とする。状態 3 での気体の温度  $T_3$  と  $T_2$  の大小関係をその理由とともに答えよ。

答 \_\_\_\_\_

(6) 状態 3 からピストンを自由に動けるようにしたまま十分時間が経過した。これを状態 4 とする。状態 3 から状態 4 になるまでにシリンダー内の気体がした仕事を  $C_V$  を用いずに答えよ。  
(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受験番号

小計

平成 31 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 4)

問題 4 図 1 のように、一直線上に観測装置 O と音源 A, B がある。A と B は距離  $2d$  [m] 離れており、A と B の中点は O から距離  $L$  [m] 離れている。なお、 $L$  は  $d$  に比べて十分に大きい。A と B から発する音は振動数  $f$  [Hz] の正弦波であり、振幅と位相はそれぞれ等しいものとする。以下の間に答えよ。ただし、音速は  $V$  [m/s] であり、風はなく、温度は一定であるとする。

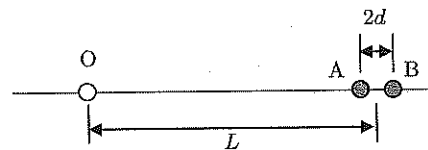


図 1

- (1) A と B から音を発生させる。O と B を固定し、A を O に向かって少しずつ移動させながら測定すると、音が小さくなっていき、元の位置から距離  $l_1$  [m] 離れたところで極小になった。その後さらに移動させると、再び音が大きくなって、元の位置から距離  $l_2$  [m] 離れたところで極大になった。 $l_2 - l_1$  を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2) 図 1 の状態に戻し、A と B から音を発生させる。O と B を固定し、A を O に向かって一定の速さ  $u$  [m/s] で動かすと、うなりが観測された。1 秒間あたりのうなりの回数を求めよ。ただし、 $u$  は  $V$  に比べて十分に小さいとする。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) 図 1 の状態に戻し、A と B の音を止める。A と B を固定し、O を A に向かって一定の速さ  $v$  [m/s] で動かして、A から時間  $T$  [s] の間だけ音を発した。O が音を観測している時間を求めよ。ただし、 $v$  は  $V$  に比べて十分に小さいとする。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

問題 5 図 2 のように、屈折率  $n_0$  の空气中に屈折率  $n_1$  の直方体のガラス 1 と頂角  $\alpha$  を有する屈折率  $n_2$  の三角柱のガラス 2 が置かれている。光が図のようにガラス 1 に入射角  $\theta$  で入射すると、その光はガラス 2 に入射角  $\theta_0$  で入射して屈折角  $\theta_1$  で屈折し、その後、光はガラス 2 と空気の境界面に入射角  $\theta_2$  で入射して、屈折角  $\theta_3$  で空気中に出ていった。以下の間に答えよ。

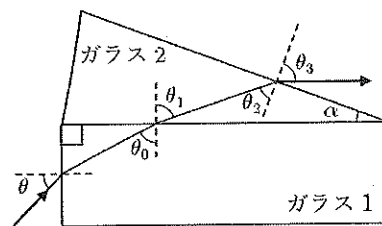


図 2

- (1)  $\sin\theta$  を  $\theta_0, n_0, n_1$  の中から必要なものを用いて表せ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (2)  $\sin\theta_1$  を  $\theta_2, \theta_3, \alpha$  の中から必要なものを用いて表せ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

- (3) 頂角  $\alpha$  を小さくして  $\alpha_0$  にすると光がガラス 2 から空気中に出ないようになる。 $\sin\theta$  を  $\alpha_0, n_1$  を用いて表せ。ただし、 $n_0=1, n_2=\sqrt{2}$  とする。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受験番号

小計