

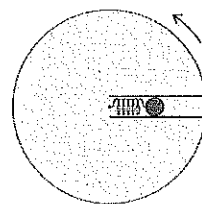
## 物理基礎・物理

### 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下さい。  
(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 30 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 図のように、水平に置かれた円盤の中心に自然長  $l$  でばね定数  $k$  のばねの端点を取り付けられ、ばねのもう一方の端に質量  $m$  の物体が取り付けられている。ばねと物体に沿った両側には、円盤に固定した壁がある。最初ばねは自然長の状態にある。物体と円盤の間の静止摩擦係数は  $\mu$ 、動摩擦係数は  $\mu'$  であり、 $\mu > \mu'$  である。物体と壁の間に摩擦力は働かない。また、重力加速度の大きさは  $g$  である。以下の間に答えよ。



(1) 円盤をその中心のまわりに図の矢印の向きに回転させた。回転を速めていくと、あるとき物体は円盤上で運動を始めた。

そのときの角速度  $\omega$  を求めよ。

(計算など)

答

(2) 物体が円盤上で運動を始めた瞬間から角速度を一定にしたところ、円盤上での物体の速さは、その後増加した後、ばねの弾性力によって減少に転じた。物体がそのような運動をするための条件式を  $\omega$  を用いて答えよ。

(計算など)

答

(3) その後物体は円盤上での速さが 0 となった。物体が円盤上で運動を始めてからそのときまでの時間を  $\omega$  を用いて答えよ。

(計算など)

答

(4) 問(3)で物体の速さが 0 になった後、物体は円盤上で静止したままか、円盤の中心から遠ざかる運動を始めるか、近づく運動を始めるか答えよ。ただし、問(1)の結果を用いて計算せよ。

(計算など)

答

(5) 問(3)で物体の速さが 0 になった瞬間に円盤の回転を止めたところ、物体は円盤の中心に向かって運動を始めた。円盤の回転を止めたときの物体の円盤中心からの距離を  $r_1$  として、その後の物体の速さの最大値を答えよ。

(計算など)

答

受 験 番 号

小 計

平成 30 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 以下の文中の  に適する数式を答えよ。ただし、使うことができる物理量や定数はそれぞれの  の中に記載されたもののみとする。

- (1) 電圧  $V$  [V] が長さ  $l$  [m] の導線の両端にかかっている。導線内の電界 (電場) は長さの向きに一樣であるとする。導線内の電界の強さは (a)  [N/C] となり、導線内の質量  $m$  [kg]、電荷の大きさ  $e$  [C] の自由電子は加速度の大きさ (b)  [m/s<sup>2</sup>] の等加速度直線運動をする。

自由電子は時間  $T$  [s] だけ等加速度直線運動して導線内の陽イオンと衝突し、静止して、その直後から再び時間  $T$  だけ等加速度直線運動して導線内の陽イオンと衝突し、静止するという運動を繰り返すと仮定する。自由電子が静止してから陽イオンと衝突するまでの間の、自由電子の速さの時間平均は (c)  [m/s] である。

導線の断面積を  $S$  [m<sup>2</sup>]、単位体積当たりの自由電子の数を  $n$  [個/m<sup>3</sup>] とする。すべての自由電子が式 (c) の速さで移動しているとすれば、導線を通る電流の大きさは (d)  [A] である。この式 (d) がオームの法則を表しているとなすと、導線の抵抗は (e)  [Ω]、抵抗率は (f)  [Ω・m] である。

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

(d) \_\_\_\_\_ (e) \_\_\_\_\_ (f) \_\_\_\_\_

- (2) 断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、長さ  $L$  [m]、抵抗値がそれぞれ  $R_1$  [Ω] および  $R_2$  [Ω] の 2 本の円柱形の導線が、断面積  $S$  の面で接して直列につながれている。この導線の合成抵抗は (g)  [Ω] である。

導線内を長さの向きに一樣に大きさ  $I$  [A] の電流が流れているとき、2 本の導線内の電界の強さはそれぞれ (h)  [N/C] および (i)  [N/C] である。一方、静電気力に関するクーロンの法則の比例定数を  $k$  [N・m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>]、円周率を  $\pi$  とすると、 $Q$  [C] の正電荷から出る電気力線の本数は  $4\pi kQ$  [本] である。これを用いると、2 本の導線の境界面に生じる電荷の大きさは (j)  [C] である。

答 (g) \_\_\_\_\_ (h) \_\_\_\_\_ (i) \_\_\_\_\_

(j) \_\_\_\_\_

受験番号

小計

平成 30 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 ある容器とその半分の体積をもつ容器が仕切り板で区切られている。2 つの容器の外壁と仕切り板は断熱材でできている。大きい方の容器には  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  の原子量 4.0 の単原子分子理想気体 A が 圧力  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度  $3.0 \times 10^2 \text{ K}$  で入っている。以下の間に有効数字 2 桁で答えよ。ただし、気体定数は  $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。

(1) 気体 A を構成する単原子分子は全て同じ速さで動いていると仮定する。気体 A の分子の速さを求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(2) 小さい容器内が真空であるとする。仕切り板を取り除いて十分時間が経過したあとの気体 A の圧力を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(3) 小さい容器に原子量 20 の単原子分子理想気体 B が温度  $1.2 \times 10^3 \text{ K}$  で  $1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$  入っているとす。仕切り板を取り除いて十分時間が経過したあとの A と B の混合気体の温度を求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(4) 問(3)で気体 A が気体 B に与えたエネルギーを求めよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受 験 番 号

小 計

平成 30 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 のような弦 A と管 B がある。弦 A の一端は壁 C に固定され、他端には固定された滑車 D を経由して容器 E がつり下げられている。弦 A の線密度は  $\rho$  [kg/m]、壁 C から滑車 D までの長さは  $l$  [m]、そして容器 E の質量は  $m$  [kg] である。管 B の中には水が入っており、下側から水を抜くことができる。弦 A が発生させた音波は弦 A の真下にある管 B に入っていく。容器 E が空のとき、弦 A の水平部分の中央をはじいて基本振動を生じさせる。管 B の一番上まで水を入れた後、水を抜き、水面を下降させる。すると管 B の一番上から  $d_1$  [m] のところではじめて共鳴し、次に  $d_2$  [m] のところで共鳴した。ただし、弦を伝わる波の速さ  $v$  [m/s]、弦の張力  $T$  [N]、線密度  $\rho$  の間には  $\rho v^2 = T$  の関係があり、重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。以下の間に答えよ。

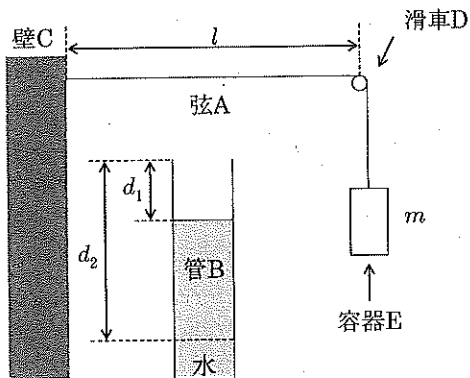


図 1

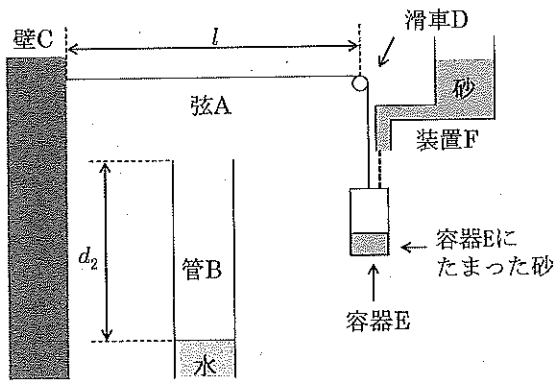


図 2

(1) 弦 A を伝わる波の振動数を答えよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(2) 弦 A が発生させた音波の速さを答えよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(3) 片側が閉じられた管の中で空気を振動させたとき、開かれた側にできる腹の位置は管口より少し外側に出ている。このとき管口から開かれた側にできる腹の位置までの長さを開口端補正という。管 B の開口端補正を答えよ。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

(4) 容器 E に図 2 のように装置 F を取り付けると、容器 E に砂を注ぐことができる。管 B の水面を  $d_2$  に固定したまま、容器 E に砂を注ぎはじめると、いったん共鳴がおさまリ、その後再び共鳴が生じた。容器 E にたまった砂の質量を答えよ。なお、開口端補正は変化しないものとする。

(計算など)

答 \_\_\_\_\_

受験番号

小計