

I

- (1) 地面からの高さ h [m] の点から物体を静止した状態から自由落下させた。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。
- (a) 地面に達する直前の物体の速さは何 m/s か。
- (b) 物体が自由落下をはじめてから地面に達するまでの時間は何 s か。
- (2) (a) 密度が ρ [g/cm³] の物体を、密度 1.0 g/cm³ の液体に静かに入れたとき、この物体が浮くための条件を求めよ。
- (b) 密度が 14 g/cm³ の液体金属に、密度が 7.8 g/cm³ の鉄を浮かせて静止させたとき、液面より上の部分の鉄の体積は鉄全体の体積の何%か有効数字 2 桁で求めよ。
- (3) あらい水平面上にある質量 5.0 kg の物体に軽い糸をつけ、水平右向きに 10 N の力で引き続ける。このとき、物体に生じる加速度の大きさは何 m/s² か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s² とし、物体と水平面との間の動摩擦係数を 0.1 とする。
- (4) 重さ 20 N の小球に軽い糸 1, 糸 2 をつけ、図 1 のように天井につるして小球を静止させた。糸 1, 糸 2 のそれぞれの長さを 6 cm, 8 cm とし、糸 1 と糸 2 のなす角は 90° である。糸 1, 糸 2 が小球を引く力の大きさ T_1 [N], T_2 [N] をそれぞれ求めよ。

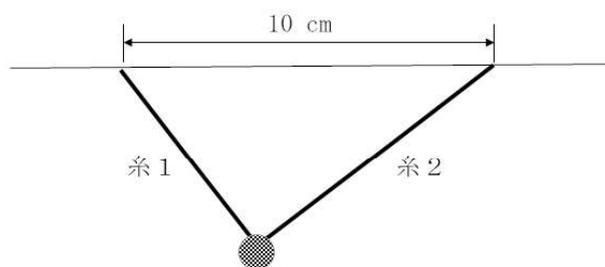


図 1

II

図2のように、なめらかで水平な床の上に軽いばねを置き、ばねの一端を壁の点Oに固定し、他端に質量 m の小球Aを接触させる。ばねは自然長より縮ませ、点Oと小球Aを糸で固定した。また、O、Aを結ぶ直線上に、長さ L の伸び縮みしない糸で真上の点PからAと同じ質量 m の小球Bが糸がたるまないようにつり下げられている。重力加速度の大きさを g とし、糸およびばねの質量や空気抵抗は無視できるものとする。次の問いに答えよ。

(1)初め、小球Aが静止している状態で、OA間の糸を切ると、縮んでいたばねが小球Aを押し、その結果、ばねから離れた後に小球Aは小球Bの正面に弾性衝突し、速度が入れかわった。衝突後、Bは糸がたるむことなく水平になるところまで上がった。

(a) AがBに衝突した直後のBの速さを g , L を用いて表せ。

(b) 初め、ばねに蓄えられていた弾性力による位置エネルギーはいくらか。

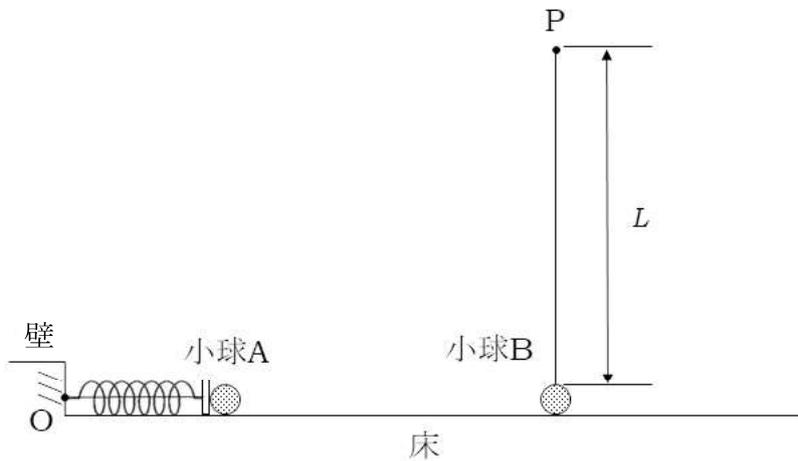


図2

令和8年度 理工学群 総合型選抜

物 理 $\frac{3}{6}$

(2)次に、小球 B として(1)の実験で用いたものかわりに、柔らかい材質でできた、A と同じ質量 m の小球 B'につけかえて、(1)と同じ実験をした。初め、ばねに蓄えられていた弾性力による位置エネルギーは(1)と同じとする。OA 間のばねで押し出された小球 A は B'に衝突すると、その後 A と B'は一体となって運動した。

- (a) A と B'が衝突して一体となった直後の速さを g , L を用いて表せ。
- (b) 一体となった A と B'は、床からどれだけの高さまで上がるか。
- (c) A と B'を合わせた熱容量を H とするとき、衝突後の A と B'の温度の上昇はいくらか。ただし、力学的エネルギーの減少量はすべて A と B'の温度上昇に使われるものとする。また、衝突前の A, B'の温度は等しいものとする。

III

振動する電磁気的な現象に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 電磁波は横波である。電磁波の電気的な振動及び磁気的な振動の向きは、電磁波の進行の向きに対してどのようになっているか、それぞれ「平行」と「垂直」から選んで答えよ。
- (2) 周波数 5.0 GHz の電磁波が 1 周期の間に進む距離[m]を有効数字 2 桁で求めよ。電磁波の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。ただし、 $1 \text{ G} = 1 \times 10^9$ である。

交流電圧・電流の大きさの最大値を約 1.4 で割ったものは、それら各々の実効値と呼ばれる。交流の電力は、これら実効値を用いれば直流のときと同様に計算できる。周波数 $1.0 \times 10^2 \text{ Hz}$ 、交流電圧の実効値 $1.0 \times 10^2 \text{ V}$ の交流電源に抵抗値 $1.0 \times 10^2 \Omega$ の抵抗を接続し、電流を流した。ここで、交流電源の内部抵抗および配線の抵抗は無視できるものとする。

- (3) 流れる電流の大きさの最大値[A]および実効値[A]をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。
- (4) 抵抗が消費する電力[W]を有効数字 2 桁で求めよ。
- (5) 1 周期あたりに抵抗で発生するジュール熱[J]を有効数字 2 桁で求めよ。

IV

図3のように絶対温度がそれぞれ T_A, T_B [K] ($T_A > T_B$)の2つの金属AとBを接触させた。十分時間が経つと、図4のようにA, Bの絶対温度は同じ温度 T_0 [K]となった。金属A, Bは外部と熱のやりとりをせず、それぞれの質量を m_A, m_B [g], 比熱(比熱容量)を c_A, c_B [J/(g·K)]とする。

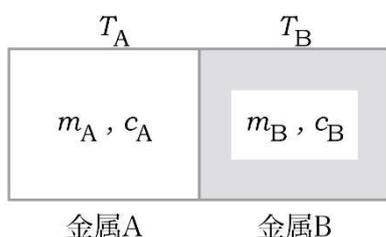


図3

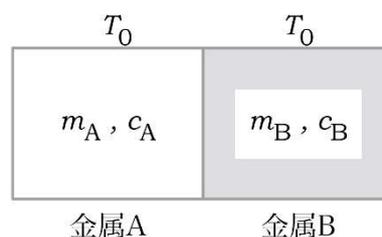
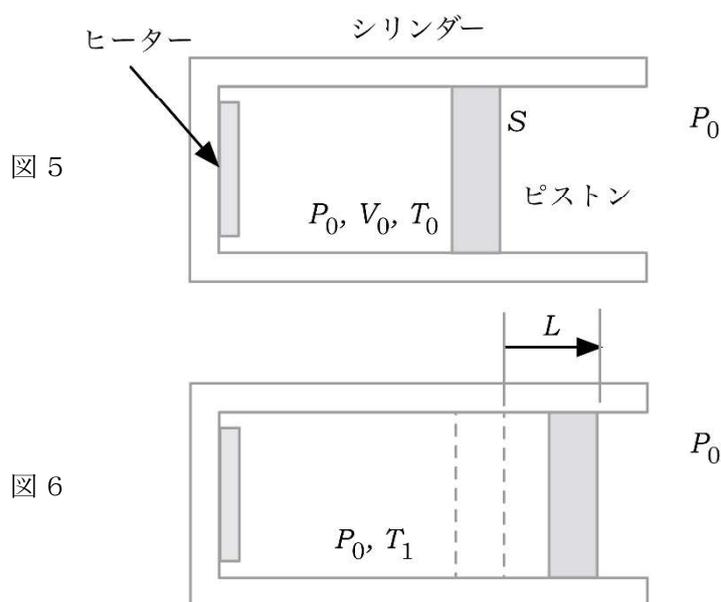


図4

- (1) 図3から図4の状態になる間に、金属Aから金属Bに移動する熱量を、 c_A, m_A, T_A, T_0 を用いて表せ。
- (2) T_0 を、 $c_A, c_B, m_A, m_B, T_A, T_B$ を用いて表せ。
- (3) 図3から図4に変化し、それ以上温度が変化しなくなった状態の名称を答えよ。

図5のように、水平に置いたシリンダーと断面積 S のピストンの中に理想気体を閉じ込めた。シリンダーとピストンは断熱性で、外部と熱のやり取りをしない。最初、気体の圧力は大気圧と同じ P_0 [Pa]で、体積 V_0 [m^3]、絶対温度 T_0 [K]であった。シリンダー中のヒーターで閉じ込めた気体に熱を与えると、気体は圧力 P_0 を一定に保ったままゆっくりと膨張し、図6のようにピストンがもとの位置から長さ L だけ移動して温度が T_1 となった。ピストンは摩擦を受けることなくなめらかに移動することができるとする。ヒーターの体積と、ヒーター、シリンダー、ピストンの熱容量は無視できるものとする。



- (4) 図5の状態、閉じ込められた理想気体がピストンを押す力を、 P_0 , S , T_0 , V_0 のうちから必要な文字を用いて表せ。
- (5) 図5から図6の状態までピストンが移動する間に、閉じ込めた気体がピストンにする仕事を L , P_0 , S , V_0 のうちから必要な文字を用いて表せ。
- (6) 図5から図6の状態までピストンが移動する間に、ヒーターが閉じ込めた気体に与えた熱量を Q とする。閉じ込められた気体の内部エネルギーの変化を、 L , P_0 , Q , S , V_0 のうちから必要な文字を用いて表せ。解法も示すこと。

問 題 訂 正 (物 理)

< 問題訂正 >

4 ページ 問 I (3) 1 ~ 2 行目

(誤) …, 水平右向きに 10N の力で引き続ける。 …

(正) …, 水平右向きに 10N の力で引き, 動かした。 …