

令和6年度入学試験問題(後期)

理 科(物 理)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①**から**③**までの3問題が印刷されていて、合計6ページある。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙はA-1～A-3を別に配付している。解答は、問題と同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 解答用紙の指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
6. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

1 図1のように、大きさの無視できる質量 m [kg] の物体が、水平面と半径 r [m] の円筒面がつながったなめらかな経路上を移動する運動を考える。水平面の左端の壁にはばね定数 k [N/m] の軽いばねが固定され、ばねの右端は物体と接触している。物体をばねに押しつけて、ばねが自然の長さとなる点 A から x_0 [m] だけ縮んだ点 B で静止させて静かに手を離すと、物体は水平面を右側に動きだして点 A に達したときに速さ v_0 [m/s] でばねから離れ、水平面にそって移動した。さらに物体は、円筒面の頂点 C をすべりおりて円筒面の点 D で円筒面から離れた。その後、物体は水平な床面の点 E に到達した。重力は図の下向きに作用し、重力加速度の大きさを g [m/s²]、円筒面の中心を点 O、OD と鉛直方向とのなす角を θ とする。また、物体は紙面に垂直な方向には運動せず、空気抵抗は無視できるものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。

問 1 x_0, g, k, m から必要な記号を用いて、 v_0 を表しなさい。

問 2 x_0, g, m, r から必要な記号を用いて、物体が頂点 C を通過直後、円筒面に接しながら円筒面をすべりおりるための v_0 の最大値を表しなさい。

問 3 $x_0, g, m, r, v_0, \theta$ から必要な記号を用いて、点 D を通過したときの物体の速さ v_D [m/s] を表しなさい。

問 4 x_0, g, m, r, v_D から必要な記号を用いて、点 D を通過したときの $\cos\theta$ を表しなさい。

問 5 x_0, g, m, v_D, θ から必要な記号を用いて、物体が点 D を通過してから点 E に到達するまでの時間 t [s] を表しなさい。

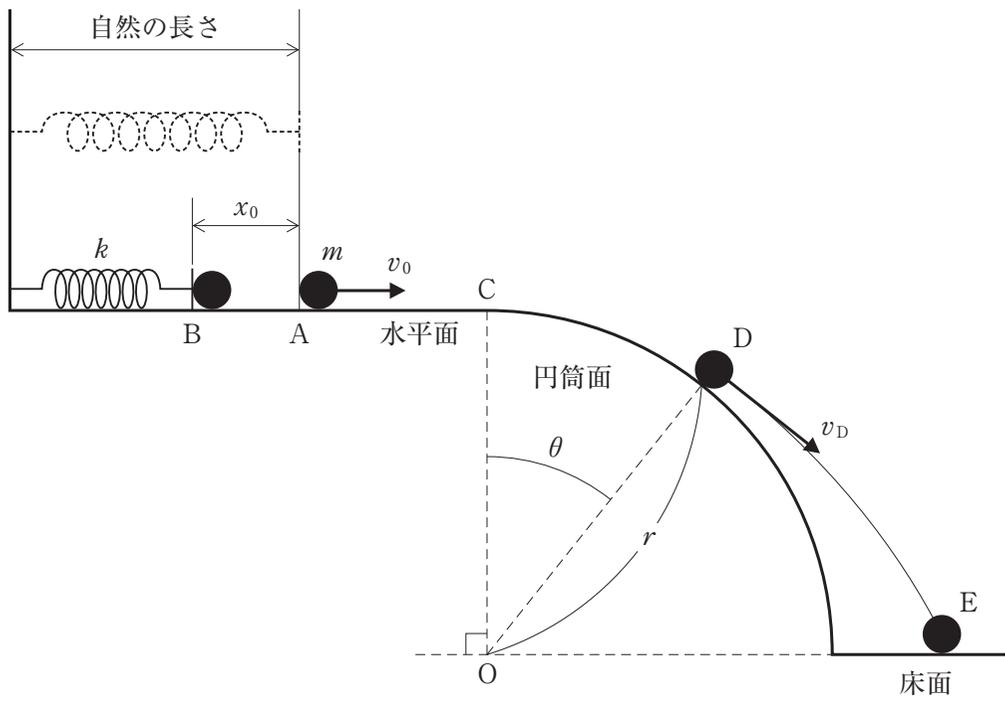


図 1

2 図1のように、体積が $4.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の断熱容器 A と、体積が $6.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の断熱容器 B がコック C のついた細い連結管でつながれている。連結管の体積は無視できるものとする。連結管とコック C は、容器と同様に断熱されている。はじめ、コック C は閉じられていて、容器 A には温度 27°C 、圧力 $1.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、容器 B には温度 47°C 、圧力 $3.20 \times 10^5 \text{ Pa}$ の単原子分子の理想気体がそれぞれに閉じ込められている。気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ として、以下の問いに答えなさい。

問 1 容器 A 内の物質量 $n_A[\text{mol}]$ を、気体定数 R を用いて表しなさい。

問 2 容器 B 内の物質量 $n_B[\text{mol}]$ を、気体定数 R を用いて表しなさい。

問 3 コック C を開いて十分な時間が経ったとき、容器内の気体は均一に混じり合った。このときの容器内の絶対温度 $T[\text{K}]$ を求めなさい。

問 4 コック C を開いて問 3 の絶対温度 $T[\text{K}]$ を保つとき、容器内の圧力 $p[\text{Pa}]$ を求めなさい。

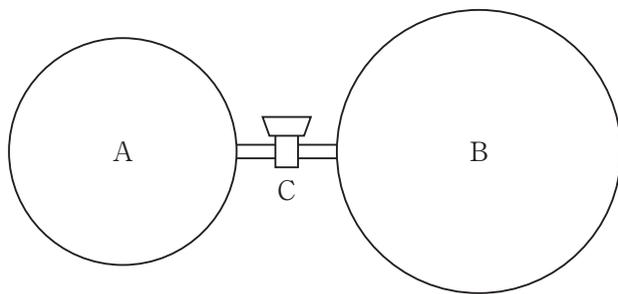


图 1

3 以下の問いに答えなさい。

問 1

- (1) つぎの文章および図1の〔 A 〕から〔 F 〕に入るもっともふさわしい語句を、下の語群の中から1つずつ選びなさい。ただし、同一記号の〔 〕内には同一語句が入り、異なる記号の〔 〕内には異なる語句が入るものとする。

太陽光のようにいろいろな波長の光を含んでいる光を〔 A 〕光という。図1のように、〔 A 〕光を石英ガラス製のプリズムに入射すると、スクリーン上には〔 B 〕と呼ばれる光の色帯が現れる。この現象は光の〔 C 〕と呼ばれ、石英ガラスの〔 D 〕が光の波長により変化するために生じる。可視光の波長範囲における石英ガラスの〔 D 〕は、光の波長が長いほど小さいため、スクリーン上では〔 E 〕が一番上に見え、〔 F 〕が一番下に見える。

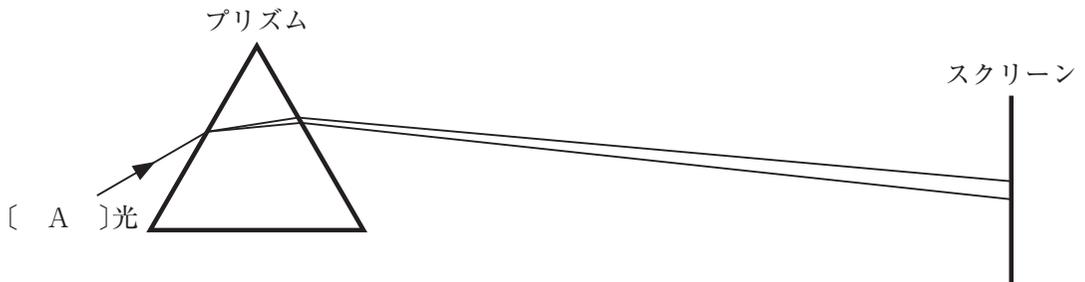


図1

語群

赤色，青色，黄色，緑色，紫色，白色，回折，反射，分散，散乱，干渉，連続スペクトル，線スペクトル，吸収スペクトル，硬さ，色，密度，屈折率，透磁率

- (2) 石英ガラス製の凸レンズがある。このレンズは十分に薄く、光軸と平行に可視光が入射したとき、レンズ内での光の経路は光の波長が変わっても変化しないとみなすことにする。波長 405 nm の光と波長 633 nm の光に対するこのレンズの焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 とするとき、 f_1 と f_2 の大小関係を等号または不等号を用いて表しなさい。また、その理由を述べなさい。

問 2 図 2 のように、ガラス板の片面に等間隔 d で溝が刻まれた回折格子 G があり、 G から距離 L だけ離れた位置に、 G と平行にスクリーン S を置いた。レーザー光を G に垂直に当てたところ、回折光によって S 上に明るい点(明点)が現れた。そのうち、もっとも明るい中央の明点を B_0 とし、その位置を P_0 とする。また、 B_0 から数えて m 番目($m = 1, 2, \dots$)の明点を B_m とする。 B_m の位置はレーザー光の波長によって変化するが、特に、波長 λ_0 のレーザー光に対する B_m の位置を P_m とする。したがって、 P_m はレーザー光の波長を変えても変化しない。 P_m と P_0 の距離を X_m とし、 d が L に比べて十分に小さいとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) レーザー光の入射方向に対して θ_m の角をなす方向に P_m があるとき、 d 、 m 、 λ_0 、 θ_m が満たす関係式を答えなさい。
- (2) X_m が L に比べて十分に小さく、 $\tan \theta_m \cong \sin \theta_m$ が成り立つとして、 X_m を、 L 、 d 、 m 、 λ_0 を用いて表しなさい。
- (3) レーザー光の波長を λ_0 から短くなる方向に連続的に変化させながら明点を観察したところ、 B_2 の位置は P_2 から移動していき、つぎに P_2 が明点の位置になったのは波長 λ のときであった。 λ を、 λ_0 を用いて表しなさい。

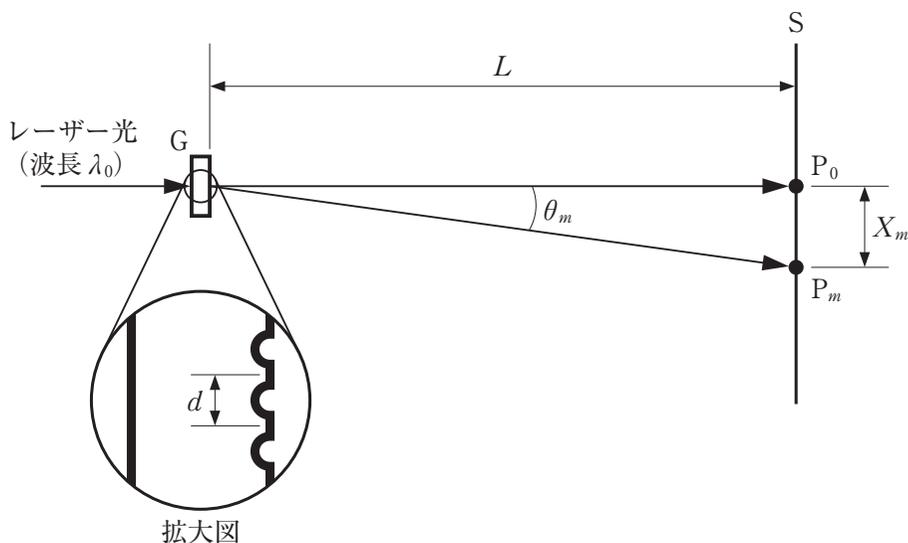


図 2