

平成 28 年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

物理基礎・物理

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は7ページ、解答用紙は4枚である。指示があつてから確認すること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定のところに記入すること。
4. 計算その他を試みる場合は、問題冊子の余白を利用すること。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが、問題冊子は必ず持ち帰ること。

(I)

物体の斜方投射について考える。図 I—1 のように、水平な地面上の発射点を点 O とし、物体が運動する鉛直平面内で、水平方向右向きに x 軸、鉛直方向上向きに y 軸をとる。また、重力加速度は鉛直下向きで、大きさが $g(\text{m/s}^2)$ である。物体の大きさおよび空気抵抗は無視できるものとせよ。

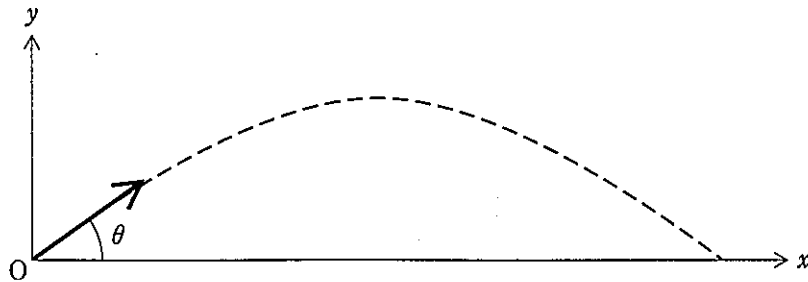


図 I—1

問 1

点 O から質量 m [kg] の物体を、 x 軸方向より角度 θ [°] だけ上向きに、大きさ v_0 [m/s] の初速度で発射した。

- (1) 物体が最高点に達するまでの時間を求めよ。
- (2) 最高点の高さ h [m] を求めよ。
- (3) 初速度の大きさ v_0 [m/s] を変えずに角度 θ [°] を変えるとき、最高点の高さ h [m] と角度 θ [°] の関係を表わすグラフとして適当なものを、図 I—2 の(a)~(d)の中から選び、記号で答えよ。
- (4) 点 O から落下点までの水平到達距離 D [m] を求めよ。
- (5) 初速度の大きさ v_0 [m/s] を変えずに角度 θ [°] を変えるとき、水平到達距離 D [m] と角度 θ [°] の関係を表わすグラフとして適当なものを、図 I—3 の(a)~(d)の中から選び、記号で答えよ。

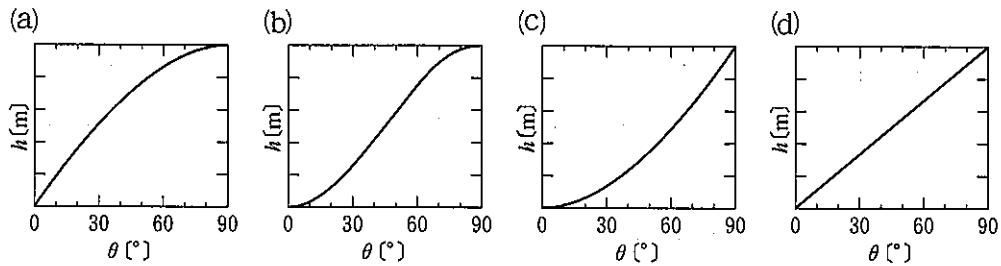


図 I - 2

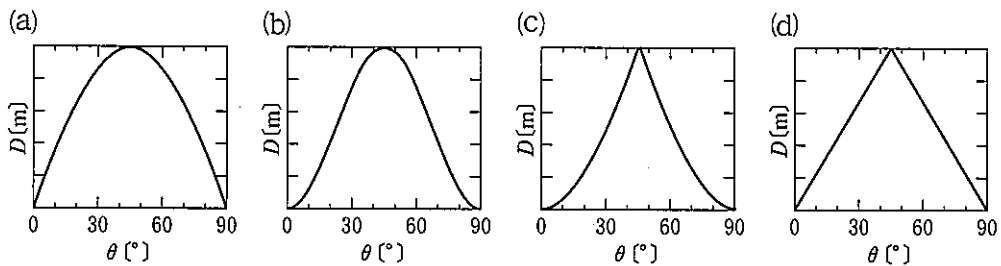


図 I - 3

問 2

点 O から質量 $2m$ (kg) の物体を、 x 軸方向より角度 θ (°) だけ上向きに、大きさ v_0 (m/s) の初速度で発射した。この物体が最高点に達したとき、非常に短い時間に、それぞれ質量 m (kg) の物体 1 と物体 2 に分離した。このとき、分離した直後の物体 1 の速度の大きさ (速さ) は 0 m/s であった。

以下では、地面と物体 2 との間の反発係数 (はね返り係数) を e とし、地面と物体 2 との間の摩擦は無視できるものとせよ。

- (1) 分離した直後の物体 2 の速度の x 成分と y 成分を求めよ。
- (2) 点 O から物体 2 の落下点までの水平到達距離を求めよ。
- (3) 物体 2 が地面に 1 回衝突してはね返り、次に地面に衝突するまでに達する最高点の高さを求めよ。
- (4) 物体 2 が地面に 1 回衝突してはね返った直後に進む方向 (速度の向き) と x 軸のなす角度を θ_2 (°) とする。 $\tan \theta_2$ (θ_2 の正接) を求めよ。

〔Ⅱ〕

図Ⅱに示すように水平な床の上におかれた質量 m_1 [kg] の台車の上に、質量 m_2 [kg] の小球がばね定数 k [N/m] のばねによってつながれており、ばねは自然の長さであった。床に平行で右向きに x 軸をとると、このとき台車と小球の重心はいずれも $x = 0$ の位置にあった。台車と小球は水平方向にのみ運動するものとし、速度、加速度は右向きを正とする。なお、台車と床の摩擦、台車と小球の摩擦および空気抵抗は無視する。

問 1

図Ⅱにおいて台車を床に固定した。その状態から小球を右向きに d [m] だけ移動し、静かにはなしたところ、小球は単振動をはじめた。このとき、次の(1)から(3)までの問いに答えよ。

- (1) 小球をはなした直後に、小球がばねから受ける力の大きさ F [N] を求めよ。
- (2) 小球の速さの最大値 $|v|$ [m/s] を求めよ。
- (3) 小球の単振動の周期 T [s] を求めよ。

問 2

図Ⅱの状態から、台車を動かないように押さえたまま、小球を右向きに d [m] だけ移動した後、台車と小球を静かに同時にはなしたところ、台車と小球はそれぞれ運動をはじめた。このとき、次の(1)から(4)までの問いに答えよ。

- (1) ばねが自然の長さに戻った瞬間の台車の速度を v_1 [m/s]、小球の速度を v_2 [m/s] とする。このときの台車と小球からなる物体系の運動量(それぞれの運動量の和) I [kg·m/s] を求めよ。
- (2) v_1 [m/s] と v_2 [m/s] の大きさを求めよ。
- (3) 台車の重心位置を x_1 [m]、小球の重心位置を x_2 [m] とするとき、台車と小球からなる物体系の重心位置 x_G [m] を求めよ。

- (4) 小球の加速度 a_2 (m/s²) を m_1 (kg), m_2 (kg), d (m), k (N/m) および x_2 (m) を用いて表せ。

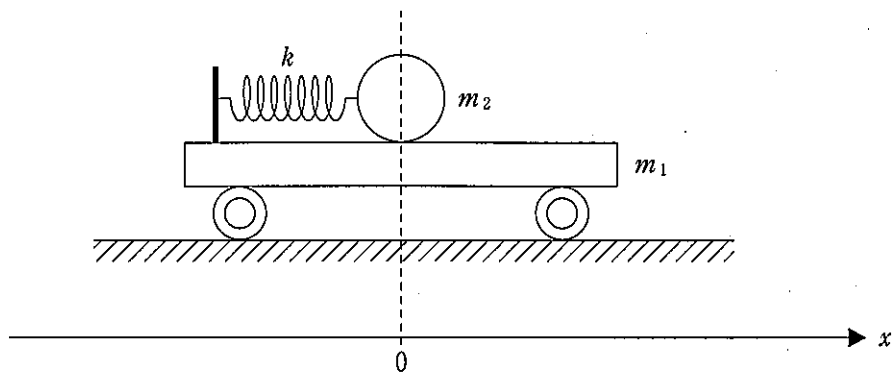
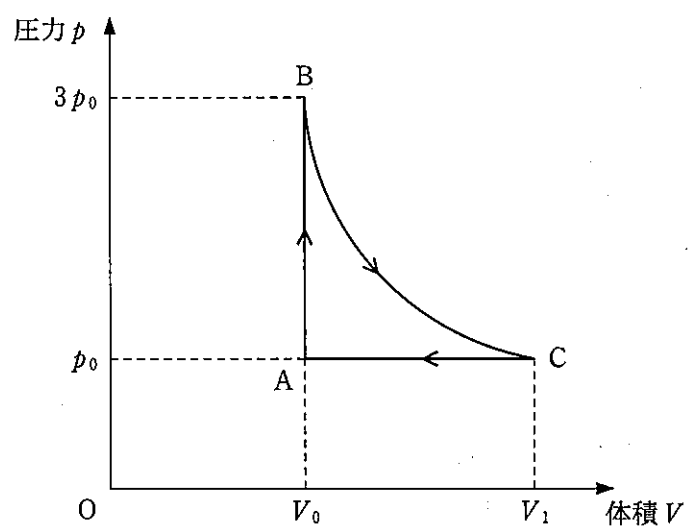


図 II

〔Ⅲ〕

なめらかに動くピストンを持つシリンダーの中に閉じ込められている 1 mol の単原子分子の理想気体を、図Ⅲ中の $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ に示す経路でゆっくり状態変化させた。状態 A における圧力、体積は p_0 [Pa] および V_0 [m^3] である。気体定数を R [J/(mol·K)] とし、以下の問いに答えよ。なお、この気体の定積モル比熱は $C_V = \frac{3}{2} R$ [J/(mol·K)]、定圧モル比熱は $C_p = \frac{5}{2} R$ [J/(mol·K)] である。

- (1) 状態 A における温度を求めよ。
- (2) 状態 A からの定積変化の結果、圧力が $3p_0$ [Pa] となった状態 B へ到達した。状態 B における温度を求めよ。
- (3) 過程 $A \rightarrow B$ の間に外部より気体に与えられた熱量を求めよ。
- (4) 状態 B からの断熱変化の結果、圧力が p_0 [Pa] となる状態 C に到達した。
このとき、体積は V_1 [m^3] ($V_1 > V_0$) となった。状態 C における温度を求めよ。
- (5) 過程 $B \rightarrow C$ の間に気体が外部にした仕事を求めよ。
- (6) 状態 C より定圧変化の結果、状態 A へ到達した。この過程 $C \rightarrow A$ において気体が外部から得た熱量を求めるとともに、熱の移動の方向(気体から外部へ熱が与えられる、または、外部から気体へ熱が与えられる)を示せ。
- (7) 経路 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ を熱機関とみた場合、熱効率はいくらになるか示せ。

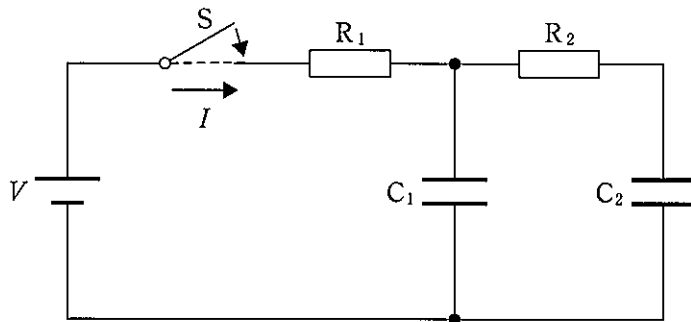


图Ⅲ

[IV]

図IVに示すような、電圧 V [V] の電池、スイッチ S 、抵抗 R_1 、 R_2 、コンデンサー C_1 、 C_2 からなる回路がある。 R_1 、 R_2 の抵抗値はいずれも R [Ω]、 C_1 、 C_2 の電気容量はいずれも C [F] である。はじめは、 S は開いており、また C_1 、 C_2 にはいずれにも電荷は蓄えられていない。これについて、以下の問いに V 、 R 、 C のうち必要なものを用いて答えよ。

- (1) はじめの状態から S を閉じた瞬間に、 S に流れる電流 I [A] を求めよ。
- (2) S を閉じて十分な時間が経過した後、 C_2 に蓄えられている電気量 Q [C] および静電エネルギー U [J] を求めよ。
- (3) S を閉じてから十分な時間が経過するまでの間に、電池がした仕事を求めよ。また、その間 R_1 および R_2 で発生したジュール熱の和を求めよ。



図IV

補足説明

14時50分開始

科目名 物理基礎・物理

補足説明

解答欄には途中経過を記入する必要はない。

(記入しても構わない)

補足説明

14時50分開始

科目名 物理基礎・物理

補足説明

〔Ⅲ〕

$5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

(5)(6)(7)

$V_1 [\text{m}^3]$ を用いて解答してください。