

専 門 科 目

「力学基礎」

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は3ページ、解答用紙は3ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の全てのページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してかまいません。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

問題用紙

(力学基礎)

問題 1

図 1 に示すように、半径 r_1 , r_2 , 質量 m_1 , m_2 の一様な球 1, 2 を長さ L の糸で連結し、くぎ（点 P）に静かにかけた。このとき、球 1, 2 は接触した状態で静止した。糸の張力を T , 点 P から点 A までの糸の長さを L_1 , 点 P から点 B までの糸の長さを $L - L_1$, 鉛直線と球 1 につながれた糸のなす角を θ , 鉛直線と球 2 につながれた糸のなす角を φ とし、下の問い（問 1 ～ 4）に答えなさい。ただし、糸の質量、くぎの半径、球同士の摩擦、くぎと糸の間の摩擦は無視できるものとする。また、重力は鉛直下向きに働くとし、重力加速度は g とする。なお、紙面奥行き方向の力は考えなくてよい。

問 1 球 1 と球 2 は静止しており 1 つの物体とみなせる。このとき、糸の張力と重力の力のつり合い式を、水平方向と鉛直方向にわけてそれぞれ示しなさい。

問 2 点 P まわりのモーメントのつり合いを式に示しなさい。

問 3 糸の張力 T を m_1 , m_2 , θ , g を用いて表しなさい。

問 4 点 P から点 A までの糸の長さ L_1 を m_1 , m_2 , r_1 , r_2 , L を用いて表しなさい。

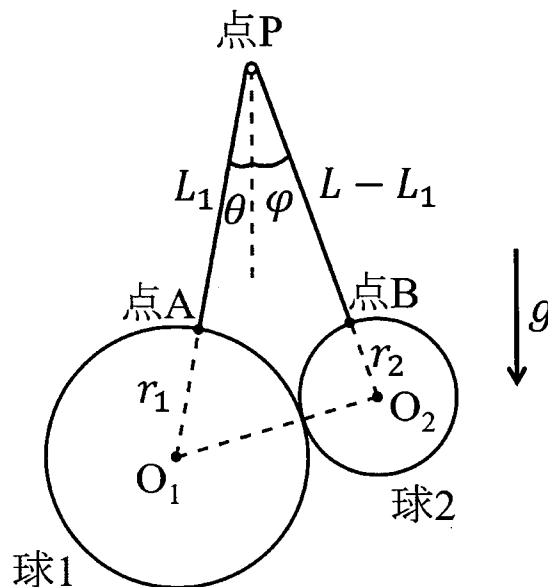


図 1

問題用紙

(力学基礎)

問題 2

図 2(a)に示すように、水平な床面上を速さ V で等速直線運動している質量 m の球 A が、同じ床面上に静止している質量 m の球 B に斜め衝突した。衝突後、球 A および球 B は図 2(b)に示すようにそれぞれ速さ V_A , V_B で角度 α , β の方向に運動した。このとき、下の問い（問 1 ～ 4）に答えなさい。なお、空気抵抗や床面の摩擦の影響は考えなくてよい。図 2(a)および図 2(b)は鉛直上方より床面方向を見ている。

問 1 衝突前後で成立する運動量保存の式を示しなさい。

問 2 通常、球の衝突は非弾性衝突であり、衝突の前後で力学的エネルギーは保存しない。このとき、失われる力学的エネルギーはどうなるか記述せよ。

問 3 弾性衝突する場合、衝突の前後で力学的エネルギーは保存される。このとき成立する力学的エネルギー保存の式を示しなさい。

問 4 問 1 および問 3 で得られた式を用いて、弾性衝突する場合に成立する $\alpha + \beta$ についての関係式を示しなさい。

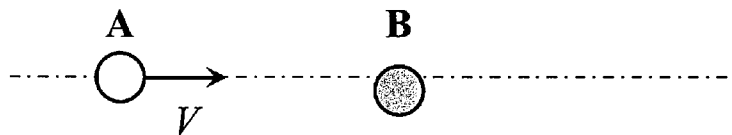


図 2(a)

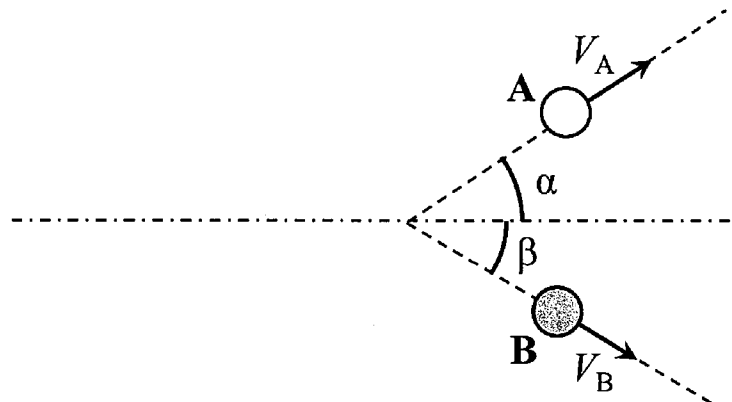


図 2(b)

問題用紙

(力学基礎)

問題 3

図3に示すように、長さ L 、質量 m の均一な棒がある。その一端（固定端）が摩擦のない回転軸（点O）に取り付けられており、点Oを中心に自由に回転できる。鉛直下向きからの棒の角度を θ とし、鉛直下向きを $\theta = 0^\circ$ とする。この棒の自由端を点B（ $\theta = 90^\circ$ ）まで持ち上げ、静かに手を離した。このとき、下の問い（問1～5）に答えなさい。重力加速度 g は鉛直下向きとする。また、棒の太さは無視できるものとする。

問1 棒が動き出して棒の角度が θ になったとき、棒に作用する点Oまわりのモーメント M を求めなさい。なお、棒の重心は長さ L の中心にある。

問2 棒が点Oを中心に回転するときの運動方程式を示しなさい。点Oまわりの棒の慣性モーメントは I 、角加速度は $\beta (= d^2\theta/dt^2)$ とおくこと。

問3 点Oまわりの棒の慣性モーメントを $I = mL^2/3$ として、角加速度 β を求めなさい。

問4 棒の自由端を点Bまで持ち上げたときと、棒から手を離し棒の自由端が点A（ $\theta = 0^\circ$ ；最下点）に到達したときとの間に成り立つ力学的エネルギー保存の式を示しなさい。ただし、点Bでは角速度 $\omega = 0$ とする。

問5 棒の自由端が点Aに到達したときの角速度 ω を L と g で表しなさい。

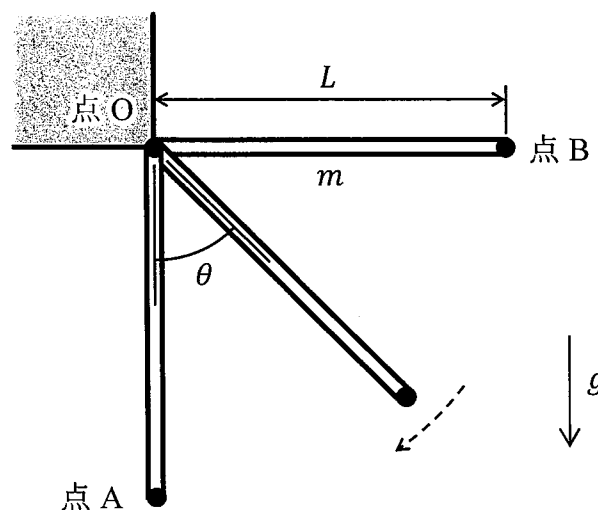


図3