

平成 22 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[基礎物理学]

1. 時刻 $t = 0$ において原点 O から質量 m_0 の質点を水平面と θ の角度をなす方向に初速 v_0 で打ち上げる。座標軸は図 1 のように設定する。時刻 t における質点の水平方向及び鉛直方向の速度を $v_x(t)$ 、 $v_y(t)$ とする。重力加速度は g とする。

【35点】

まず空気抵抗がない場合を考える。

- (1) 質点の運動方程式を水平方向及び鉛直方向のそれぞれに対して記述せよ。
- (2) 質点が最高点に到達するまでの時間 t_1 と最高点の高さ H を求めよ。
- (3) 原点 O から最高点までの水平距離 D を求めよ。さらに D を最大にするための打ち上げ角度 θ_{\max} と D の最大値 D_{\max} を求めよ。

次に質点が速さに比例する大きさの空気抵抗（比例定数 k ）を受ける場合を考える。

- (4) 質点の運動方程式を水平方向および鉛直方向のそれぞれに対して記述せよ。
- (5) 質点が最高点に到達するまでの時間 t_2 を求めよ。
- (6) 原点 O から最高点までの水平距離 D を求めよ。

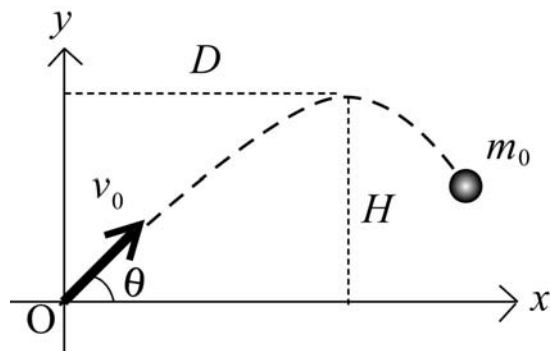


図 1

2. 図2のように、質量 m の質点 A、B とバネ定数 k のバネ（自然長 L ）を連結してなめらかな水平面上に置き、間隔 $3L$ の壁面に両端を固定した。バネの質量は無視できるとする。時刻 $t=0$ において質点 A をつり合いの位置に置き、質点 B をつり合いの位置から x_0 だけ変位した位置に置いて、質点 A、B から静かに手を放した。時刻 t における質点 A、B のつり合いの位置からの変位を $x_A(t)$ および $x_B(t)$ とする。

【30点】

- (1) 質点 A、質点 B、バネから構成される系のラグランジアンを記述せよ。 $x_A(t)$ 、 $x_B(t)$ 、

$$\dot{x}_A(t) = \frac{dx_A}{dt}, \quad \dot{x}_B(t) = \frac{dx_B}{dt} \text{ を含んでよい。}$$

- (2) 質点 A および質点 B の運動方程式を記述せよ。

- (3) $x_A(t)$ および $x_B(t)$ を求めよ。

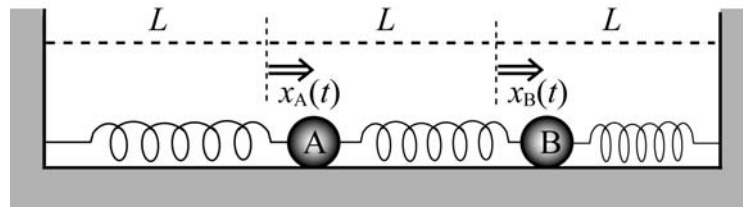


図2

3. 外径 $2a$ (半径 a)、高さ L 、密度 ρ_1 の円柱 A 及び外径 $4a$ (半径 $2a$)、内径 $2a$ (半径 a)、高さ L 、密度 ρ_2 の円筒 (肉厚 a のパイプ) B がある。円柱 A を円筒 B の内側に詰め込んだ物体を C とする。図 3 のように、各物体を中心軸が最大傾斜方向と垂直になるように摩擦のある斜面上 (傾斜角 θ) に置いておきます。A、B、C は斜面上をすべらずにころがり落ちるとする。C がころがる時、内側の円柱 A と外側の円筒 B は一体となって回転する。空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度は g とする。

【35点】

- (1) 円柱 A の中心軸のまわりの慣性モーメント I_A を求めよ。
- (2) 円筒 B の中心軸のまわりの慣性モーメント I_B を求めよ。
- (3) 物体 C の中心軸のまわりの慣性モーメント I_C を求めよ。
- (4) A、B、C が斜面上をころがり落ちる時の加速度 G_A 、 G_B 、 G_C を求めよ。

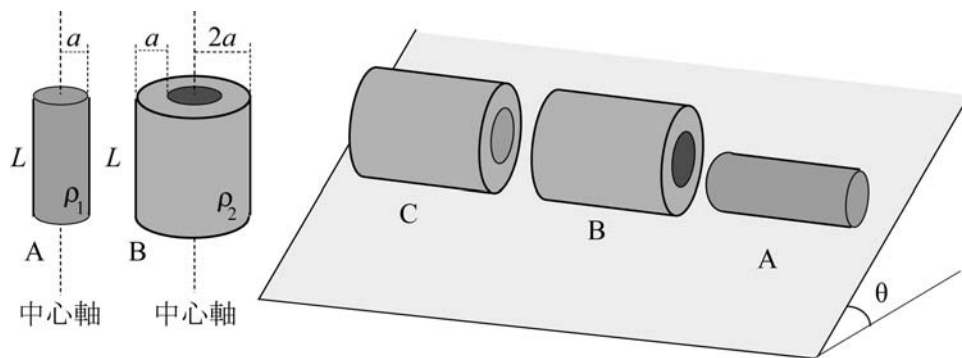


図 3