

平成 21 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[基礎物理学]

1. 図 1 のように片側が壁に固定されたばね（ばね定数 k ）に質量 m のおもりがついている。時刻 $t=0$ においてばねを自然長から x_0 伸ばして静かに放す。時刻 t におけるばねの伸びを $x(t)$ とする。おもりと床の間の摩擦力、ばねの重さは無視してよい。(1) から (3) の問題では空気抵抗を無視してよい。

【35点】

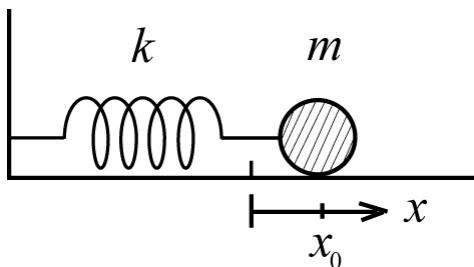


図 1

- (1) おもりに対する運動方程式を記述せよ。
- (2) おもりの振動の周期 T_0 を求めよ。
- (3) $x(t)$ を求めよ。

以下ではおもりが速さに比例する空気抵抗力（比例定数 C ）を受けるとする。

- (4) おもりに対する運動方程式を記述せよ。
- (5) 空気抵抗力の比例定数が $C = \sqrt{3mk}$ で与えられるとき、おもりの振動の周期 T を求めよ。
- (6) このときの $x(t)$ を求めよ。

2. 床に平行な回転軸のまわりに回転角速度 ω_0 で回転している質量 M の球（半径 a ）を時刻 $t=0$ において摩擦のある水平な床の上に置く。球は初め滑りながら転がり、時刻 t_1 以降は滑らずに一定速度で転がった。時刻 t における球の重心の速度を $u(t)$ 、回転角速度を $\omega(t)$ とする。球と床の間の動摩擦係数は μ であり、空気抵抗は無視してよい。

球の中心を通る軸周りの慣性モーメントは $\frac{2}{5}Ma^2$ で与えられる。重力加速度を g とする。

【35点】

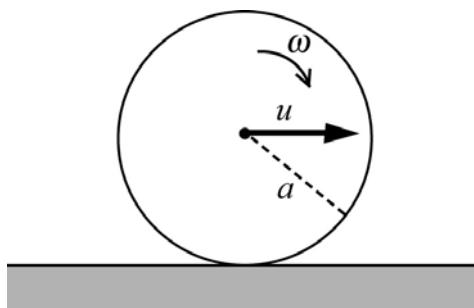


図 2

- (1) 球が滑りながら転がるとき ($0 < t < t_1$) の、球の重心に対する水平方向の運動方程式を記述せよ。
- (2) 球が滑りながら転がるとき ($0 < t < t_1$) の、球の回転の運動方程式を記述せよ。
- (3) 球が滑らずに転がり始める時刻 t_1 を求めよ。
- (4) 時刻 t_1 以降の球の回転角速度 ω_1 及び重心の速度 u_1 を求めよ。
- (5) 時刻 t_1 までに球が移動する距離 x_1 を求めよ。

3. 図3のような滑車とおもりから成る系を考える。時刻 t における、滑車1を基準にしたおもり1の高さを $x(t)$ 、滑車2を基準にしたおもり2の高さを $y(t)$ とする。時刻 $t=0$ において $x(0)=x_0$ 、 $y(0)=y_0$ で静止した状態から静かに放す。おもり1、2、3の質量はそれぞれ m 、 m 、 $2m$ である。重力加速度を g とする。空気抵抗、滑車の重さ、摩擦は無視してよい。

【30点】

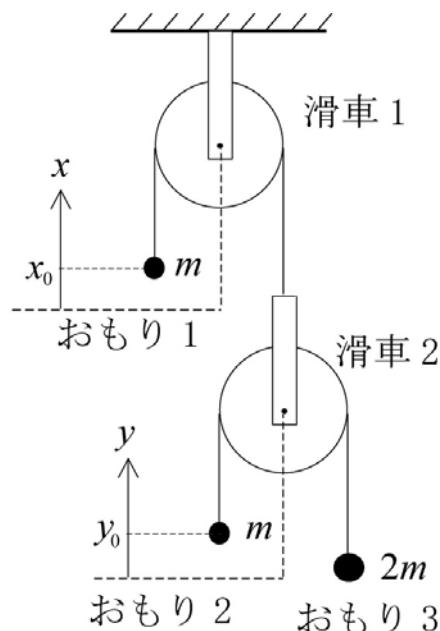


図3

(1) 時刻 t における系の運動エネルギー K を $x(t)$ 及び $y(t)$ の関数として表せ。 $\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$ 、

$\dot{y}(t) = \frac{dy}{dt}$ を含んでもよい。

(2) 時刻 t における系の位置エネルギー U を $x(t)$ 及び $y(t)$ の関数として表せ。 $\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$ 、

$\dot{y}(t) = \frac{dy}{dt}$ を含んでもよい。時刻 $t=0$ における位置エネルギーを $U=0$ とする。

(3) ラグランジュの運動方程式を用いて、 $x(t)$ 及び $y(t)$ を求めよ。