

平成 29 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[基礎物理学]

- 1 斜面上における質量 m の質点の運動を考える。図 1 に示すように、斜面は平面であり、水平面から角度 30° 傾いて固定されている。また、斜面内にある x 軸は水平面と平行であり、同じく斜面内にある y 軸は x 軸と直交しているものとする。重力加速度を g とし、以下の問いに答えよ。

【30点】

まず、質点は斜面を滑らかに滑るものとする。

- (1) 時刻 $t=0$ において、斜面上の原点 $(x, y) = (0, 0)$ で静かに質点を放した。時刻 $t (> 0)$ における質点の位置 (y 座標) を求めよ。
- (2) 時刻 $t=0$ において、斜面上の原点 $(x, y) = (0, 0)$ で x 軸の正の向きに初速度 v_0 をもつよう質点を打ち出した。質点の運動の軌跡を数式で表せ。

次に、質点は運動する際、速度と反対向きに大きさ $b|v|$ の摩擦力 (ただし、 b は正の定数、 v は速度とする) を受けるものとする。

- (3) 斜面上の原点 $(x, y) = (0, 0)$ で x 軸の正の向きに初速度 v_0 をもつよう質点を打ち出した後、十分に時間が経つと質点の運動は等速運動となった。このときの質点の速さを求めよ。

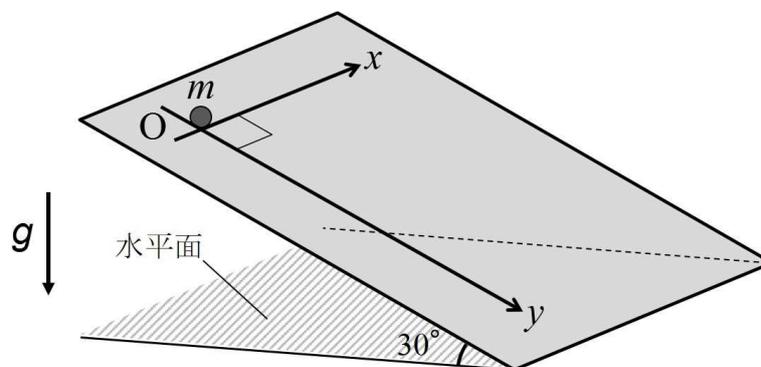


図 1

2 図2のように、ともに質量 m をもつ質点 A、B と、質量の無視できる自然長 L のバネを連結して滑らかな水平面上に置き、両端を間隔 $3L$ の壁面に固定した。真ん中のバネのバネ定数は K 、残りの2つのバネのバネ定数は k である。質点 A、B のつり合いの位置からの変位をそれぞれ x_A 及び x_B とする。以下の問いに答えよ。

【35点】

- (1) 質点 A、B それぞれの運動方程式を記せ。
- (2) 規格化重心座標 $q_1(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}(x_A + x_B)$ の運動方程式を記せ。また、重心の単振動の周期 T_1 を k 、 K 、 L 、 m の中から適切な文字を用いて表せ。
- (3) 規格化相対座標 $q_2(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}(x_B - x_A)$ の運動方程式を記せ。また、相対運動の単振動の周期 T_2 を k 、 K 、 L 、 m の中から適切な文字を用いて表せ。
- (4) 重心の単振動の周期 T_1 は相対座標の単振動の周期 T_2 の2倍であった。バネ定数 K はバネ定数 k の何倍か答えよ。
- (5) 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 d (>0) だけ変位した位置に置いて、質点 A、B を静かに放した。その後の運動の過程において、真ん中のバネに蓄えられる弾性エネルギーの最大値は、系全体の力学的エネルギーの何倍か求めよ。ただし、バネ定数 K とバネ定数 k の間には(4)の関係が成り立つものとする。

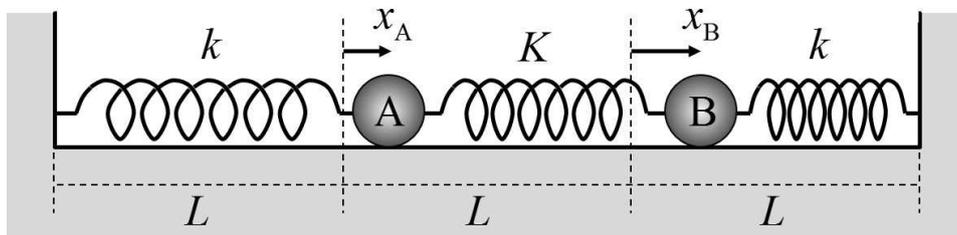


図2

3 図3に示すように、中心軸 O の周りで自由に回転する質量 M 、半径 a の円板状の滑車がある（円板の厚さと密度は一樣とする）。ここへ質量の無視できる糸をかけ、その両端に2つのおもり（それぞれの質量を m 、 $2m$ とする）をつるした系を考える。摩擦及び空気抵抗は無視できるものとし、2つのおもりをつなぐ糸は滑車側面で滑らないものとする。重力加速度を g として以下の問いに答えよ。

【35点】

- (1) O に関する滑車の慣性モーメント I_0 を、 a 、 M を用いて表せ。
- (2) 滑車の回転の角速度を ω としたとき、滑車の回転に関する運動方程式を記せ。ただし、滑車の慣性モーメント I_0 をそのまま用いて記述してもよい。
- (3) おもりの速度を v としたとき、その加速度 $\dot{v} = \frac{dv}{dt}$ を、 a 、 g 、 m 、 M の中から適切な文字を用いて表せ。
- (4) 糸が張った状態で2つのおもりを静かに離した後、一定時間 T だけ経ったときの系全体の運動エネルギー K を、 a 、 g 、 m 、 M 、 T の中から適切な文字を用いて表せ。

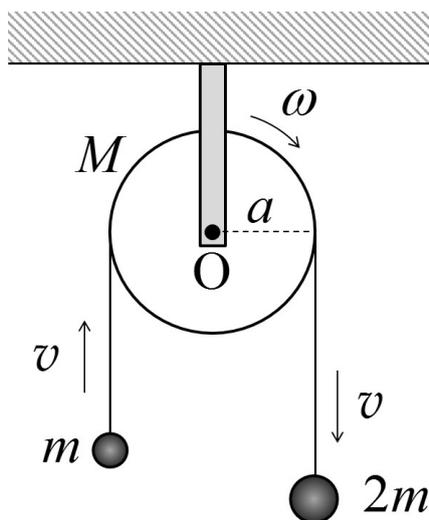


図3