

平成 25 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[基礎物理学]

1. 図 1 に示すように、半径 r の円板が水平な平面上を滑ることなく転がりながら運動している。中心の速さは一定で V とする。円板の端に付着していた質量 m で大きさの無視できる物体が、最高点に来たとき円板から離れて運動を始めた。その時刻を $t=0$ とする。円板の質量は m より十分大きく、円板の速度は変化しないものとする。重力加速度を g とし、以下の問いに答えよ。

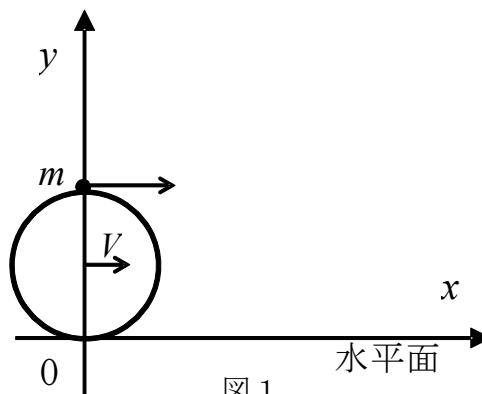
【35点】

はじめに、空気抵抗が無視できる場合を考える。

- (1) 物体の初速度を求めよ。
- (2) 物体は円板から離れた後、円板と再び接触せずに運動した。時刻 t での物体の位置を求めよ。
- (3) 時刻 t での円板の中心の位置を求めよ。
- (4) 物体が円板に衝突せずに落下するための V の条件を求めよ。

次に、速度に比例する空気抵抗が働く場合を考える。時刻 t における物体の速さを v とし、空気抵抗の大きさは kv で表されるとする。物体は円板から離れた後、円板に衝突することなく水平面に落下した。

- (5) v の x 成分を v_x 、 y 成分を v_y とし、それぞれについて運動方程式を示せ。
- (6) 時刻 t における v_x と v_y を求めよ。また、時刻 t での位置 x 、 y を求めよ。



2. 図2に示すように、水平面とそれぞれ 30° と 60° の角度で交わる滑らかな2つの斜面が向かい合っている。長さ $2l$ 、質量 m の一様な棒を水平面に対する棒の角度 θ が $\theta = \theta_0$ となるようにして、両端をそれぞれの斜面の上に置いてそっと手を離れたところ、棒に働く力の合力と、棒の重心回りのモーメントが、それぞれゼロとなった。このときの棒の端点 A、B に働く垂直抗力を N_A 、 N_B とおく。重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) 水平方向と鉛直方向の棒のつり合いの式をたてよ。 N_A と N_B を求めよ。
- (2) 棒の重心回りのモーメントのつり合いの式をたてよ。
- (3) θ_0 を求めよ。
- (4) 棒の重心の高さ y を、 θ 、 l を用いて表せ。
- (5) 手を離れた後、 θ の変化に対して棒が安定につり合って静止するか、式を用いて判定せよ。

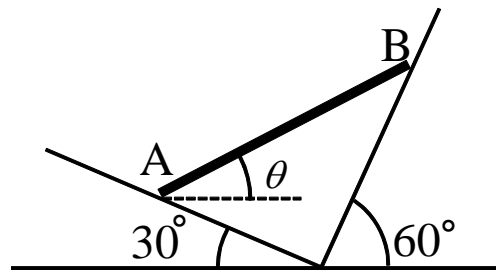


図2

3. 密度が一様で質量が M 、半径 a の球がある。この球に、図 3 に示すように、細くて質量の無視できる棒を球の重心 G を通るように取り付けて振り子にし、その支点を O とする。 OG の長さを l 、 OG が鉛直下方となす角を θ とする。 $\theta = \theta_0$ で手を離し、 OG を通る鉛直面（紙面）内を往復運動させた。摩擦や空気抵抗は無視して考えよ。

【35点】

- (1) 球の重心を通る軸まわりの慣性モーメント I_0 を求めよ。
- (2) O を通り棒に垂直な軸まわりの球の慣性モーメント I_1 を求めよ。
- (3) θ に関する運動方程式をたてよ。
- (4) $\theta \ll 1$ のとき $\sin \theta \cong \theta$ と近似すると、運動は単振動となる。振動の周期を求めよ。
- (5) エネルギー保存則を考えることで、角度 θ のときの角速度 ω を求めよ。
- (6) 回転軸に働く抗力 R の、棒に平行な成分と垂直な成分をそれぞれ R_{\parallel} 、 R_{\perp} とする。角度が θ のときの R_{\parallel} と R_{\perp} を求めよ。

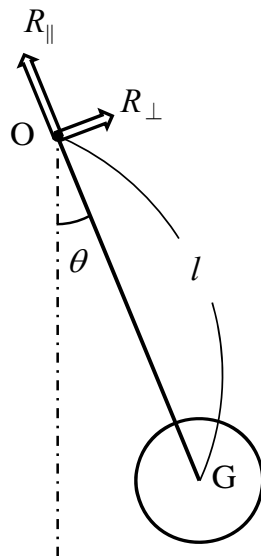


図 3