

## 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。

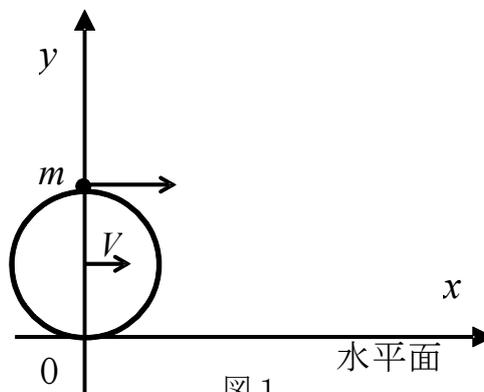
【35点】

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  $30^\circ$  と  $60^\circ$  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  $\theta$  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)  $\theta_0$  を求めよ。
- (4) 棒の重心の高さ  $y$  を、 $\theta$ 、 $l$  を用いて表せ。
- (5) 手を離れた後、 $\theta$  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。

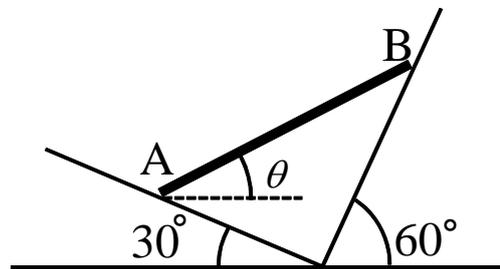


図2

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  $\theta$  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)  $\theta$  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  $\theta$  のときの角速度  $\omega$  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  $\theta$  のときの  $R_{\parallel}$  と  $R_{\perp}$  を求めよ。

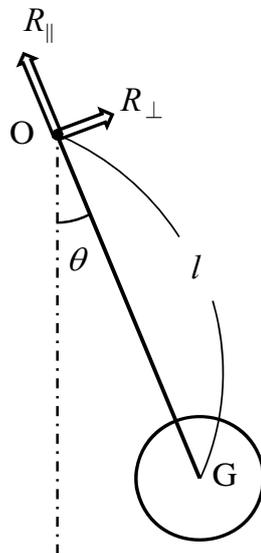


図 3