

平成 26 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、長さ l の軽い糸の端に質量 m で大きさの無視できる物体をとりつけ、最下点で水平方向に初速 v_0 を与えた。鉛直方向から糸のなす角度を θ とし、重力加速度を g とする。

【35点】

- (1) 糸がたるまずに角度が θ となったときの、物体の速さ v を求めよ。
- (2) (1) のときの糸の張力 T を求めよ。
- (3) 糸がたるまずに、物体が最高点に達するための v_0 の条件を求めよ。
- (4) (1) のときの角速度を求めよ。
- (5) 物体が最下点から角度 θ ($0 < \theta < \pi$) まで回転する時間 τ を求めよ。ただし、 v_0 は(3)で求めた値より十分大きいとし、テーラー展開を利用してよい。

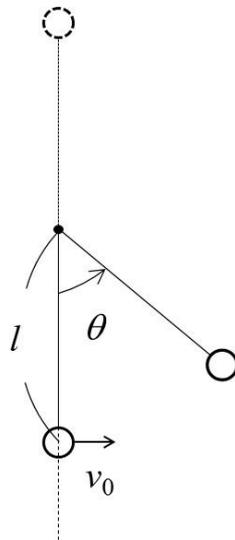


図 1

2. 図2に示すように、一様な霧の中を、水滴が水平に運動する場合を考える。水滴が霧の中を進むと、霧が水滴に付着するためその質量が増加する。ただし、水滴に付着する前の霧の速度は0とし、重力と空気抵抗は無視する。

【30点】

- (1) 時刻 t で、水滴の速度が v 、質量が m とする。時刻 t から $t+\Delta t$ の微小時間 Δt の間に、水滴の質量が Δm 変化し、速度が Δv 変化した。時刻が t と $t+\Delta t$ のときの水滴の運動量をそれぞれ示せ。
- (2) t から $t+\Delta t$ の間に水滴の運動量は保存する。2次の微小量 $\Delta v \Delta m$ を無視して、 Δv を v 、 m 、 Δm を用いて表せ。
- (3) t から $t+\Delta t$ の間の、水滴の運動エネルギーの変化量を求めよ。ただし、2次以上の微小量は無視せよ。運動エネルギーは、増えたか、減ったか、変わらないか、答えよ。

水滴は常に球形とし、時刻 t における半径を r 、質量を m とする。単位時間当たりに霧が水滴に付着する量が水滴の表面積に比例し、 $\frac{dm}{dt} = 4\pi\alpha r^2$ と表されるとする。ただし、 α は正の定数である。水の密度を ρ とし、時刻 $t=0$ における水滴の半径を r_0 、速度を v_0 とする。

- (4) 水滴の半径が r のときの質量を示し、 $\frac{dr}{dt}$ を求めよ。
- (5) 時刻 t での r と m を求めよ。
- (6) 時刻 t での速度 v を求めよ。

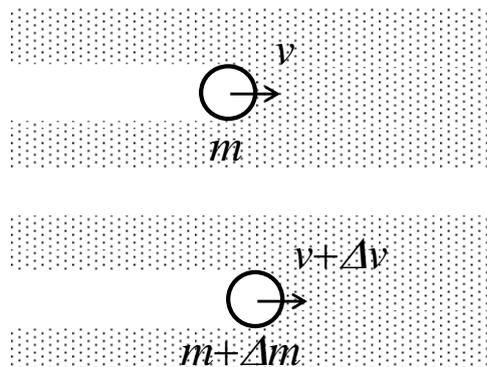


図2

3. ヨーヨーの運動を図3のようなモデルで考える。質量 M 、慣性モーメント I の円板の中心に半径 r で質量の無視できる円板が取り付けられており、そのまわりには軽くて細い糸が巻き付けられている。糸の端を棒に固定し円板を離すと糸が解け、円板は鉛直面内で落下する。また r は棒から円板の中心までの距離に比べて十分小さく、図に示すように糸は常に鉛直向きであるとする。解けた糸の長さを x とし、円板の回転角速度を ω とする。また重力加速度を g とする。

【35点】

はじめに、棒を固定して初速 0 で円板を落下させる。

- (1) 糸の張力を T として、円板の重心位置と回転に関する運動方程式をそれぞれ示せ。
- (2) 単位時間あたりに糸が解ける長さ $\frac{dx}{dt}$ と円板の角速度 ω の関係を示せ。
- (3) 糸の張力と時刻 t での円板の速さをそれぞれ求めよ。

次に、棒を加速度 α で引き上げながら円板を離したところ、円板の重心位置は変わらず一定であった。

- (4) 糸の張力を T として、円板の重心位置と回転に関する運動方程式をそれぞれ示せ。
- (5) α を求めよ。

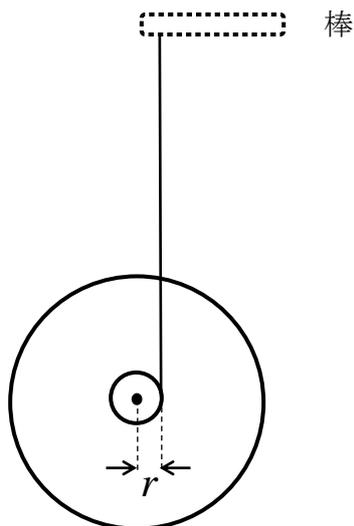


図 3