

学籍番号

氏名

得点

重力加速度の大きさを g とせよ

Q1: 流体から受ける抵抗は速度に比例する「粘性抵抗」と速度の 2 乗に比例する「慣性抵抗」の和である。断面が半径 r の円形の物体が粘性率 η の流体から受ける粘性抵抗力は $6\pi\eta r v$ ，慣性抵抗は比例定数を c として $c r^2 v^2$ と書ける。SI 単位系における c の単位を， $[\text{kg}][\text{m}][\text{s}]$ のいずれかを使い表わせ(10)。

Q2: 典型的には c の大きさを 1.0(SI 単位)としてよい。粘性抵抗 \gg 慣性抵抗の領域を「粘性領域」，その反対を「慣性領域」と呼ぶ。空気の粘性率を $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$ とする。

(1) 空気中を落下する $r = 1.0 \text{ mm}$ の雨粒が粘性領域にある最大の速度を求めよ。ここで粘性領域が成り立つ条件を $[\text{粘性抵抗}]/[\text{慣性抵抗}] > 10$ とする(10)。

(2) 空気中を落下する $r = 5.0 \text{ m}$ のパラシュートが慣性領域にある最小の速度を求めよ。ここで慣性領域が成り立つ条件を $[\text{粘性抵抗}]/[\text{慣性抵抗}] < 0.1$ とする(10)。

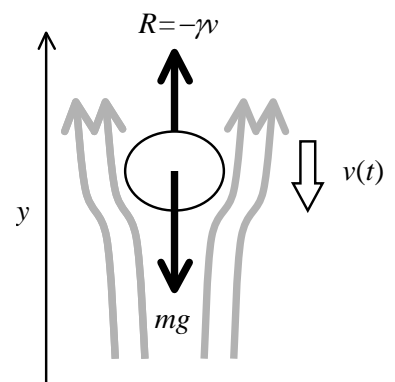
Q3: 速度に比例する抵抗を受けながら運動する物体の運動を解析する。鉛直上向きに y 軸を取り，抵抗は以下の式で表されるとする。

$$R = -cv$$

R	抵抗力
c	抵抗係数
v	物体の速度

(1) v に関する運動方程式(1 階の微分方程式)を立てなさい (10)。

(2) 運動方程式を解きなさい。積分定数を C とせよ (10)。



- (3) $t=0$ で物体を初速度 $\frac{mg}{c}$ で上向きに投げあげた. $v(t)$ を定めよ(10).

Q4: パラシュートの落下は慣性領域の近似がよく成り立ち, 運動方程式は上向きを正として

$$m\dot{v} = -mg + \beta S \frac{1}{2} \rho v^2$$

β 空気抵抗係数 S パラシュートの断面積 ρ 空気の密度 (1.3kg/m^3)
である.

- (1) 時刻ゼロでパラシュートは静止状態とする. 加速度を求めよ(10).

- (2) 終端速度を求めよ(10).

- (3) パラシュートが $-a$ の加速度で落下中のとき, パラシュートの紐の張力の大きさを求めよ. パラシュートは軽く, 質量は無視できる(10).

- (4) 終端速度が同じ, 粘性領域の落下と慣性領域の落下を比べる. 図は粘性領域の v - t グラフである. ここに慣性領域の v - t グラフを書き加えなさい(10).

