

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

重力加速度の大きさを g とする。

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 cr^2v^2 と書ける。SI 単位系における c の単位を SI 基本単位([kg][m][s])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 $1.8 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$ 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 [粘性抵抗]/[慣性抵抗] > 10 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。

$$R = -\gamma v$$

R : 抵抗力 γ : 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) $t=0$ で物体を静かに離れた。 $v(t)$ を定めよ(10)。

- (4) 物体の速度はやがて終端速度で一定となる. 速度が一定になるまでに掛かる時間は時定数の何倍か. ここで, 「一定になった」と言う判断を終端速度の 99%とする(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

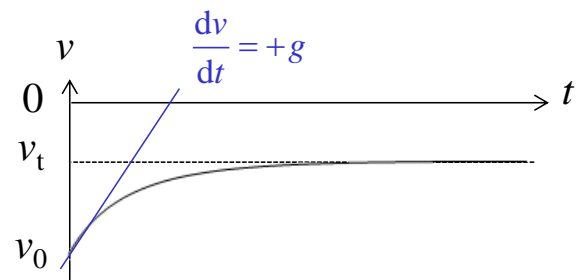
$$m\dot{v} = -mg + \beta S \frac{1}{2} \rho v^2$$

β : 空気抵抗係数 S : パラシュートの断面積 ρ : 空気の密度

である.

- (1) 終端速度を求めよ.

- (2) 多くの物体で $\beta=1$ が良い近似である. スカイダイバーの体重を 60kg, 重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 , 空気の密度を 1.3kg/m^3 とし, 終端速度が 2.0m/s となるパラシュートの直径を求めよ(10).



- (3) パラシュートは, 時刻 0, 速度 $-v_0$ で開き, 終端速度 $-v_t$ までスカイダイバーを減速させる. 時刻と速度の関係を右のグラフに示す. 時刻 0 の加速度は $+g$ であった. 重力加速度の大きさを g , ダイバーの質量を m とし, ダイバーの加速度 a , ダイバーに働くの紐の張力 T をそれぞれグラフに書き込みなさい. 速度のグラフと同様, 左端に物理量を記入せよ(10×2=20).

