

物理学入門 第5回 空気抵抗中の落下運動 II

2019年5月17日 担当：佐藤 純

問題 1 粘土に質量 m の弾丸を速度 v_0 で撃ち込んだ。弾丸は粘土にめりこんだ後、速度に比例する抵抗力を受けるとし、その比例定数を γ とする。

弾丸は常に直進し、曲がることはないとする。また、重力の影響は無視する。

弾丸の進む方向に x 軸を取る。粘土に入射した瞬間を $t = 0$ とし、そのときの弾丸の位置を $x = 0$ とする。

- (1-1) 弾丸の運動方程式を立てよ。
- (1-2) 問題設定の状況を読み取り、初期条件 $x(0)$ と $v(0)$ を書け。
- (1-3) 運動方程式を解くことにより、時刻 t における弾丸の速度 $v(t)$ を求めよ。
- (1-4) 横軸を時刻 t 、縦軸を弾丸の速度 $v(t)$ として、グラフを描け。
- (1-5) 時刻 t における弾丸の位置 $x(t)$ を求めよ。
- (1-6) 横軸を時刻 t 、縦軸を弾丸の位置 $x(t)$ として、グラフを描け。
- (1-7) 弾丸が粘土にめりこむ長さ l を求めよ。

問題 2 地上の高い地点から質量 m のボールをそっと放し、ボールを落下させる。その際、ボールは速度に比例する空気抵抗を受けるとし、その比例定数を γ とする。鉛直下向きに x 軸を取り、ボールの初期位置を $x = 0$ とする。

- (2-1) ボールの運動方程式を立てよ。
- (2-2) 空気抵抗と重力が釣り合う条件から、時刻無限大 $t \rightarrow \infty$ でのボールの速度 v_∞ を求めよ。
- (2-3) 運動方程式を解くことにより、時刻 t における物体の速度 $v(t)$ を求め、グラフを描け。
- (2-4) 空気抵抗を小さくする極限 $\gamma \rightarrow 0$ で、ボールの運動は空気抵抗がない場合の自由落下 ($v(t) = gt$) になることを示せ。