

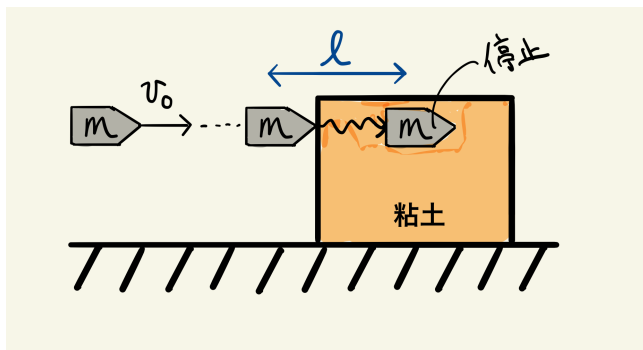
## 物理学入門 第4回 空気抵抗中の落下運動 II

2020年6月5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  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $v_\infty$  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。