

**問題 1** 地上から真上に初速度  $v_0$  で質量  $m$  の物体を発射する。鉛直上向きに  $x$  軸をとり、物体を発射した位置 (地面) を  $x = 0$  とする。重力加速度は  $g$  とし、質量  $m$  の物体には重力  $mg$  が鉛直下向きに働くとする。空気抵抗の影響は無視する。

- (1-1) 物体の運動方程式を立てよ。
- (1-2) 物体を発射した瞬間 ( $t = 0$ ) の物体の位置  $x(0)$ , 速度  $v(0)$ , 加速度  $a(0)$  を書け。
- (1-3) 物体が最高点に達した瞬間 ( $t = T$ ) の物体の速度  $v(T)$ , 加速度  $a(T)$  を書け。
- (1-4) 運動方程式を一回積分することにより、物体の速度  $v(t)$  を時間の関数として表し、グラフを描け。
- (1-5) 運動方程式をもう一回積分することにより、物体の位置  $x(t)$  を時間の関数として表し、グラフを描け。
- (1-6) 物体が最高点に達する時間  $T$  を求めよ。
- (1-7) 最高点の高さを求めよ。

**問題 2** 地上から角度  $\theta$  で斜めに初速度  $v_0$  で質量  $m$  の物体を発射する。重力加速度は  $g$  とし、質量  $m$  の物体には重力  $mg$  が鉛直下向きに働くとする。空気抵抗の影響は無視する。

- (2-1) 物体の運動を記述するのに適切な座標軸を設定し、物理的状況とともに図示せよ。
- (2-2) 物体に働く力ベクトル  $\vec{F}$  を求めよ。
- (2-3) 時刻  $t$  における物体の位置ベクトルを  $\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix}$ , 速度ベクトルを  $\vec{v}(t) = \begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$ , 加速度ベクトルを  $\vec{a}(t) = \begin{pmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{pmatrix}$ , として、運動方程式を立てよ。
- (2-4) 運動方程式の各成分を一回積分することにより、物体の速度ベクトル  $\vec{v}(t) = \begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$  を時間の関数として表せ。
- (2-5) 運動方程式の各成分をもう一回積分することにより、物体の位置ベクトル  $\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix}$  を時間の関数として表せ。
- (2-6) 地上に落下する時間と、水平到達距離を求めよ。
- (2-7) 水平到達距離を最大にする発射角度  $\theta$  を求めよ。