

1-13

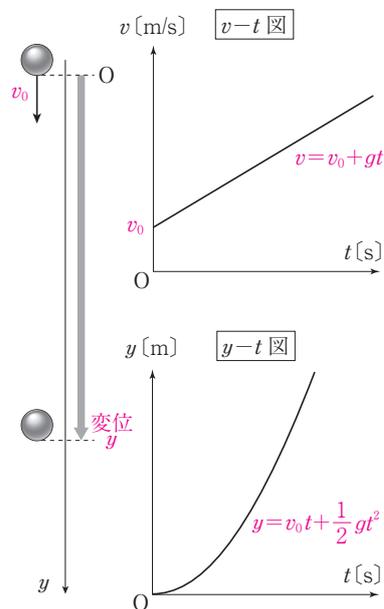
落体の運動② (鉛直投げ下ろし)

Point!

速さ v_0 [m/s] で鉛直下向きに投げ下ろした物体は、重力だけを受け、
鉛直下 向きに初速度が v_0 [m/s]、加速度が g [m/s²] の
等加速度直線運動 をする。

投げ下ろした位置を原点とし、鉛直下向き に y 軸をとる。
 投げ下ろした時刻を 0s としたときの時刻 t [s] の物体の速度を v [m/s]、位置を y [m] として等加速度直線運動の式にあてはめると、下の式が得られる。

$v = v_0 + gt$	$v = v_0 + at$ で $a = g$
$y = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$	$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ で $x = y, a = g$
$v^2 - v_0^2 = 2gy$	$v^2 - v_0^2 = 2ax$ で $a = g, x = y$



鉛直投げ下ろしの $v-t$ 図, $y-t$ 図は右のようになる。

Warm Up

次の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

- ビルの屋上から、小球を鉛直下向きに 4.0m/s で投げ下ろした。投げ下ろしてから 2.0 秒後の小球の速さは何 m/s か。
- 橋の上から物体 A を静かに落下させ、その 2.0 秒後に同じ位置から物体 B を鉛直下向きに速さ 24.5m/s で投げ下ろしたところ、A と B は同時に水面に達した。B を投げ下ろしてから水面に達するのは何秒後か。有効数字 2 桁で答えなさい。

解説

(1) $v_0 = 4.0\text{m/s}$, $t = 2.0\text{s}$ で、求めるものは v

$v = 4.0 + g \times 2.0$ $v = v_0 + gt$
 $v = 4.0 + 19.6 = 23.6 \approx 24$ 24m/s

(2) 求める時間を t [s]、B が t [s] 間に落下する距離を y_B [m]、A が $(t+2.0)$ [s] 間に落下する距離を y_A [m] とすると、 $y_B = y_A$ となる。

$y_B = 24.5t + \frac{1}{2} \times g \times t^2$ B は鉛直投げ下ろしなので、 $y = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$

$y_A = \frac{1}{2} \times g \times (t+2.0)^2$ A は自由落下なので、 $y = \frac{1}{2} gt^2$

$y_B = y_A$ より、 $24.5t + \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} g(t+2.0)^2$ 両辺に 2 をかけ分数をはらう

$49.0t + gt^2 = g(t+2.0)^2$ $49.0 = 5g$ なので、両辺を g でわる

$5.0t + t^2 = (t+2.0)^2$

$5.0t + t^2 = t^2 + 4.0t + 4.0$

$t = 4.0$ 4.0 秒後

Try

次の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

(1) ビルの屋上から、小球を鉛直下向きに 7.0m/s で投げ下ろした。1.0 秒後の小球の速さは何 m/s か。

❖(2) ビルの屋上から物体 A を静かに落下させ、その 1.0 秒後に同じ位置から物体 B を鉛直下向きに速さ 14.7m/s で投げ下ろしたところ、A と B は同時に地面に達した。次の問いに有効数字 2 桁で答えなさい。

① B を投げ下ろしてから地面に達するのは何秒後か。

② ビルの高さは何 m か。

Exercise

次の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

(1) 高さ 8.0m の橋の上から小球を鉛直下向きに投げ下ろしたところ、1.0 秒後に地面に達した。初速度の大きさは何 m/s か。

(2) ビルの屋上から小球を鉛直下向きに 5.00m/s で投げ下ろしたところ、2.00 秒後に地面に達した。

① 地面に達する直前の速さは何 m/s か。

② ビルの高さは何 m か。

❖(3) ビルの屋上から物体 A を静かに落下させ、その 1.0 秒後に同じ位置から物体 B を鉛直下向きに速さ 19.6m/s で投げ下ろしたところ、A と B は同時に地面に達した。次の問いに有効数字 2 桁で答えなさい。

① B を投げ下ろしてから地面に達するのは何秒後か。

② ビルの高さは何 m か。

❖(4) ビルの屋上から物体 A を静かに落下させ、その 1.0 秒後に同じ位置から物体 B を鉛直下向きに投げ下ろした。B を投げてから 1.0 秒後に、B は A に追いついたとすると、B の初速度は何 m/s か。

1-15 ！！【発展】落体の運動④（水平投射）

Point!

！ 物体を水平方向に投げ出す運動を **水平投射** という。
 水平投射された物体は、右の図のように放物線を描いて落下していく。

！ 水平投射は直線運動ではないが、水平方向と鉛直方向に分け、2つの直線運動で考える。

① 水平方向

投げ出した速度 v_0 [m/s] で **等速直線運動** をする。

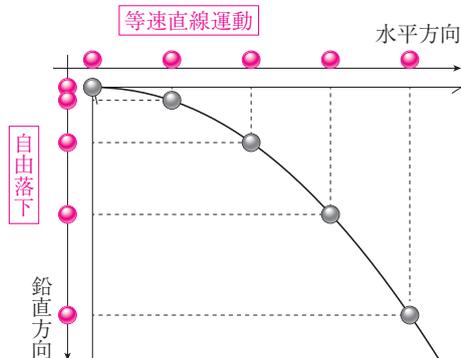
物体の水平方向の変位 x [m] は、 $x = v_0 t$ となる。

② 鉛直方向

自由落下 する。

物体の鉛直方向の速度 v [m/s] は、 $v = gt$ 。

物体の鉛直方向の変位 y [m] は、 $y = \frac{1}{2}gt^2$ となる。 ☺

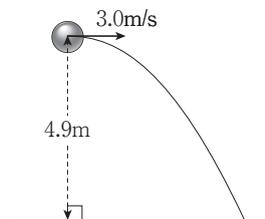


Warm Up

地面より 4.9m の高さから、物体を速さ 3.0m/s で水平に投げ出した。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

(1) 投げ出してから、物体が地面に達するまでの時間は何 s か。

(2) 投げ出した所の真下の地面上の点から、物体の落下地点までの距離は何 m か。



解説 (1) 鉛直方向に着目すると、自由落下している。

よって、4.9m 自由落下するときの時間を求めればよい。

$$4.9 = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

$$9.8 = gt^2$$

$$t^2 = 1.0$$

$$t \geq 0 \text{ より、} t = \underline{1.0\text{s}}$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

(2) 水平方向に着目すると、投げ出した速度で等速直線運動している。

よって、 $v = 3.0\text{m/s}$ で等速直線運動をしている物体の 1.0 秒後の変位を求めればよい。

$$x = 3.0 \times 1.0 = \underline{3.0\text{m}}$$

$$x = v_0 t$$

Try

ある高さの所から、物体を速さ 6.0m/s で水平に投げ出すと、 2.0 秒後に地面に達した。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

- (1) 物体を投げ出した所の高さは何 m か。
- (2) 投げ出した所の真下の地面上の点から、物体の落下地点までの距離は何 m か。

Exercise

次の問いに答えなさい。

- (1) 地面より 4.9m の高さから、物体を速さ 4.0m/s で水平に投げ出した。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。
 - ① 投げ出してから、物体が地面に達するまでの時間は何 s か。
 - ② 物体を投げ出した所の真下の地面上の点から、物体の落下地点までの距離は何 m か。
- (2) ある高さの所から、物体を速さ 3.0m/s で水平に投げ出すと、 3.0 秒後に地面に達した。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。
 - ① 物体を投げ出した所の高さは何 m か。
 - ② 投げ出した所の真下の地面上の点から、物体の落下地点までの距離は何 m か。
- (3) 高さが同じ所から、物体 A と物体 B をそれぞれ 2.0m/s , 5.0m/s の速さで同時に水平に投げ出した。A は投げ出した所の真下の地面上の点から 1.2m 離れた位置に落下した。B は投げ出した所の真下の地面上の点から何 m 離れた位置に落下したか。