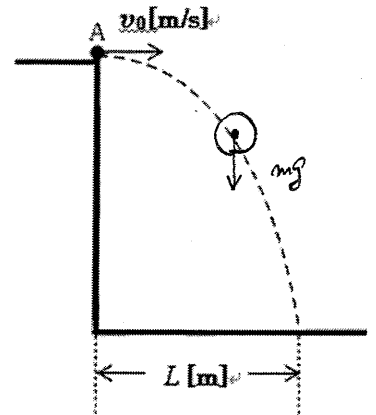


1 ★ 主なスキル①②

図のように、ある高さのビルの屋上から質量 m の物体 A を速さ v_0 [m/s] で水平に放したところ、放した点から水平方向に距離 L [m] の点で地面に到達した。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、空気の抵抗は無視できるものとして以下の間に答えなさい。



- (1) 放出されてから地面に達するまでの間、物体に働く力の種類と、その大きさをすべて答えなさい。

重力のみ. mg

- (2) 物体 A を放出してから地面に到達するまでの時間 t [s] を求めなさい。(どの方向に着目すべきかに注意)

水平方向に着目し. $t = \frac{L}{v_0}$
 $L = v_0 t$

本典は、落下運動の単元テスト。
 (2) の正答率が良くなくて、
 (3) 以降で「できない人が」
 多かった問題です。

- (3) ビルの高さ h [m] は、(2) で求めた時間 t [s] の間の、(c) 方向の変位を求めればよいので、 $h = (d)$ [m] である。() を埋めなさい。

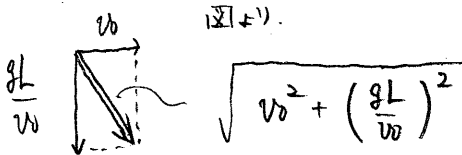
$y = \frac{1}{2} a t^2$ 2 から
 $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{L}{v_0}\right)^2 = \frac{gL^2}{2v_0^2}$

鉛直

- (4) 地面に達する直前の速度を求める際は、まず速度の鉛直成分と水平成分をそれぞれ求めればよい。鉛直成分は () [m/s]、水平成分は (v_0) [m/s] である。() を埋めなさい。ただし、答に t を用いてはならない。

$v = v_0 + at = gt = \frac{gL}{v_0}$

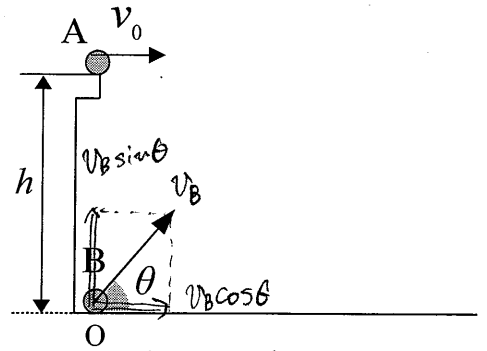
- (5) 物体 A が地面に達する直前の速さ (速度の大きさ) を求めよ。



(2) $\frac{L}{v_0}$ (3) $\frac{gL^2}{2v_0^2}$ (4) $v_0, \frac{gL}{v_0}$ (5) $\sqrt{v_0^2 + \left(\frac{gL}{v_0}\right)^2}$

2 ★★ ①②

図のように、高さ h の台の上に小物体 A が置かれ、その真下の床面上の点 O に小物体 B が置かれている。いま、A を速さ v_0 で水平に打ち出し、同時に B を床と θ の角度をなす向きに打ち出した。ただし、重力加速度の大きさを g とし、A と B の大きさや空気抵抗は無視できるものとする。また、A, B を打ち出した時刻を $t=0$ とする。



[A] まず、B と A が衝突しない場合を考える。

(1) A の床からの高さ y_A は時間の経過とともにどのように変化するか。 t の関数として表しなさい。

h から自由落下するので、
 (1) $y_A = h - \frac{1}{2}gt^2$ ①

(2) A が床に落下するのに要する時間 t_1 はいくらか。

(2) $t = t_1$ とき、 $y_A = 0$ $h - \frac{1}{2}gt_1^2 = 0$

(3) A が床に落下する地点と O との距離 l はいくらか。

(3) 水平方向の変位を考えると、 $x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

[B] 次に B を打ち出す速さ v_B を調節して、空中で A に衝突するようにする。次の問いに答えよ。

(4) このとき、 v_B の x 成分 v_{Bx} (x 方向の分速度) をいくらにすればよいか。また、 y 成分 v_{By} (y 方向の分速度) はいくらか。それぞれ v_0 を用いて表せ。

以下の問題では、 v_B を使わずに解答すること。

(5) A に衝突するまでの間の B の床からの高さ y_B は時間の経過とともにどのように変化するか。
 t の関数として表しなさい。

(6) B が A に衝突するとき、衝突するまでの時間 T はいくらか。

(7) 衝突する位置 (高さ H および O からの水平距離 L) を求めなさい。

(8) 衝突するまでの間、B から見た A の相対速度の向きと大きさを求めなさい。

(4) $v_{Bx} = v_0 \cos \theta$ 、A の v_0 に一致していれば衝突するのだ。
 衝突するのだ。

よ2. $v_{Bx} (= v_B \cos \theta) = \frac{v_0}{1}$
 $\Leftrightarrow v_B = \frac{v_0}{\cos \theta}$
 $v_{By} = v_B \sin \theta = \frac{v_0}{\cos \theta} \cdot \sin \theta$
 $= v_0 \tan \theta$

(4) $y_A = y_B$ となる瞬間に衝突するのだ。
 $h - \frac{1}{2}gT^2 = v_0 \tan \theta \cdot T - \frac{1}{2}gT^2$

よ1. $T = \frac{h}{v_0 \tan \theta}$

(7) $L = v_0 T = \frac{h}{\tan \theta}$

$H = h - \frac{1}{2}gT^2 = h - \frac{h^2}{2g v_0^2 \tan^2 \theta}$

(8) 水平方向の相対速度は $v_{Ax} - v_{Bx} = v_0 - v_0 \tan \theta$ 、
 鉛直方向については、上向きを正として、

$v_{Ay} - v_{By} = -gt - (v_0 \tan \theta - gt)$
 $= -v_0 \tan \theta$ 、下向きに $v_0 \tan \theta$

(5) ($x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ から)

$y_B = v_0 \tan \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$ ②

- (1) $h - \frac{1}{2}gt^2$ (2) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ (3) $v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ (4) $v_0, v_0 \tan \theta$ (5) $v_0 \tan \theta - \frac{1}{2}gt^2$ (6) $\frac{h}{v_0 \tan \theta}$ 等速に移動。

- (7) $\frac{h}{\tan \theta}$ (8) $v_0 \tan \theta$ 下向き

h のキヨリを、 $v_0 \tan \theta$ の速さで近づいて、
 $T = \frac{h}{v_0 \tan \theta}$ で、衝突するのだ。