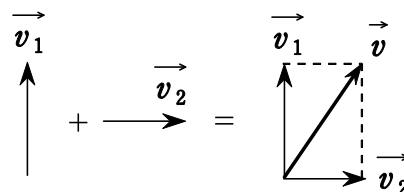


【05 水平・斜方投射】

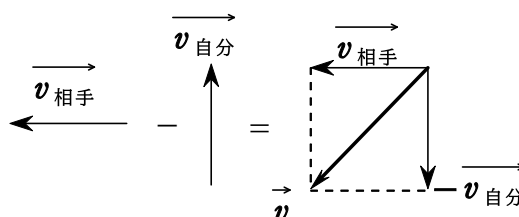
・合成速度

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$



・相対速度

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{相手}} - \vec{v}_{\text{自分}}$$



・等速直線運動

$$x = vt$$

・等加速度直線運動

$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ v^2 - v_0^2 = 2ax \end{cases}$$

・水平投射

x 方向は等速直線運動

$$x = v_0 t$$

y 方向は自由落下

$$\begin{cases} v_y = gt \\ y = \frac{1}{2} gt^2 \\ v_y^2 = 2gy \end{cases}$$

・斜方投射

x 方向は等速直線運動

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t$$

y 方向は鉛直投げ上げ

$$\begin{cases} v_y = v_0 \sin \theta - gt \\ y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} gt^2 \\ v_y^2 - (v_0 \sin \theta)^2 = -2gy \end{cases}$$

()年 ()科 ()組 ()番 名前()

F 速度の合成

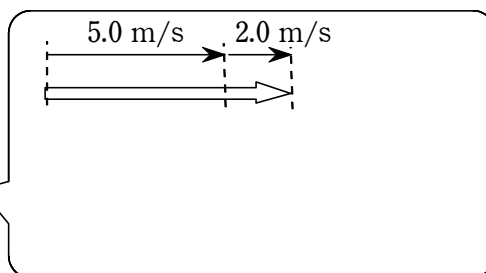
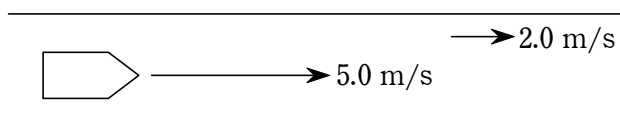
・直線上の速度の合成

流れる川の上でさらに船が動くと、はたから見たときにものすごい速さになったり、逆に遅くなったりしますよね。2つの速度を足し合わせた速度を「合成速度」と言います。

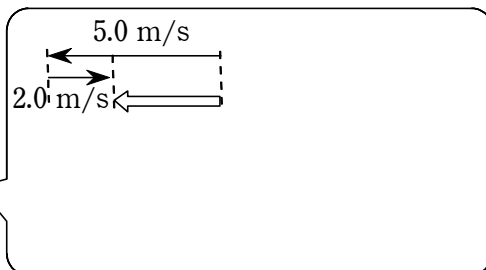
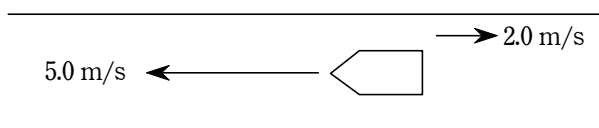
【合成速度】

※必ず「速度」で
計算すること！

I 川上から川下へ進むとき

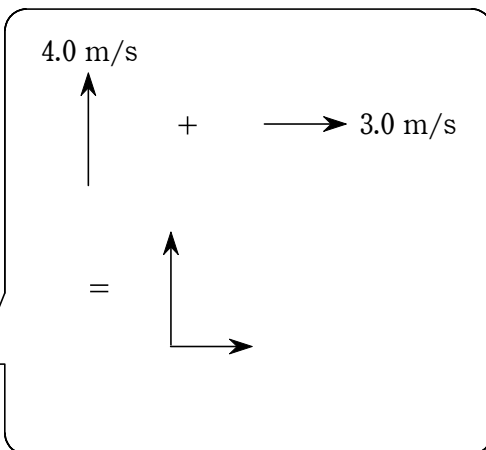
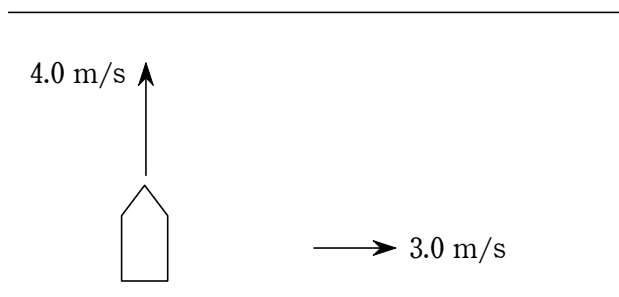


II 川下から川上へ進むとき



・平面上の速度の合成

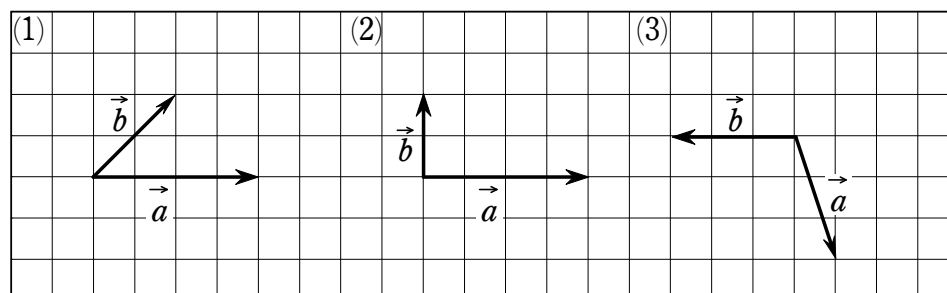
III 川を横切って進むとき



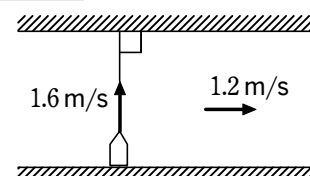
このように「 $\vec{v}$ 」と「 $\vec{u}$ 」の2つの情報を持つ値を「 $\vec{v} + \vec{u}$ 」といいます。記号では文字の上に矢印を付けて「 $\vec{v}$ 」のように表します。(数学Cで習います。)

ベクトルの足し算はそのベクトルの始点を揃えて、それを2辺とする平行四辺形の対角線を求めることを意味します。「大きさだけの足し算」と「ベクトルの足し算」は意味が全く違うことに気をつけてください。

- 1 次の各場合について、2つのベクトルの和 $\vec{a} + \vec{b}$ を図示せよ。

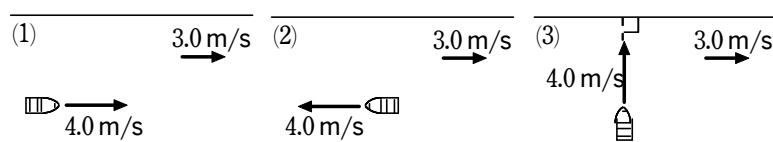


- 2 流水の速さが 1.2 m/s のまっすぐな川を、船が川岸に対して垂直な方向へ船首を向けて出発する。静水時の船の速さを 1.6 m/s とするとき、川岸で静止している人から見た船の速さは何 m/s か。



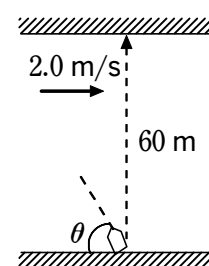
- 3 流水の速さが 3.0 m/s のまっすぐな川を、静水時の速さが 4.0 m/s の船が進んでいる。(1)～(3) のとき、川岸から見た船の速さ(速度の大きさ)はそれぞれ何 m/s か。

- (1) 下流に向かって進むとき。
 (2) 上流に向かって進むとき。
 (3) 川岸に垂直な方向へ船首を向けて進むとき。



- 4 流れの速さが 2.0 m/s のまっすぐな川がある。この川を、静水上を 4.0 m/s の速さで進む船で移動する。

- (1) この船で川を直角に横切りたい。へさきを向けるべき図の角 θ の値を求めよ。
 (2) (1) のとき、川幅 60 m を横切るのに要する時間 $t[\text{s}]$ を求めよ。



G 相対速度

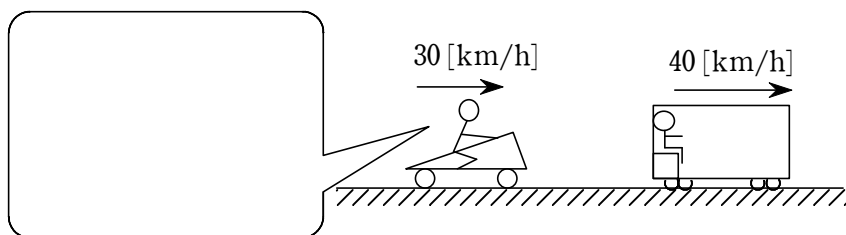
・直線上の相対速度

動いている自分から見た相手の相対的な速度のことです。自分も動いているので、「相手の速度」から「自分の速度」を引いた値が「相対速度」になります。イメージとしては、景色の変わらない真っ白な世界の中で、相手だけが見えていて、そのときに見える相手の速度という感じです。

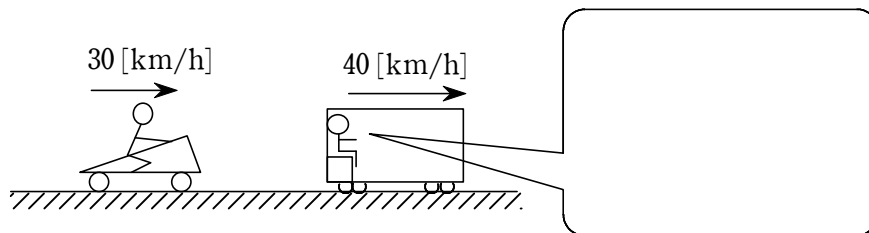
【相対速度】

※必ず「速度」で
計算すること！

I 30 km/h で走るバイクから見た、40 km/h で走るバスの相対速度

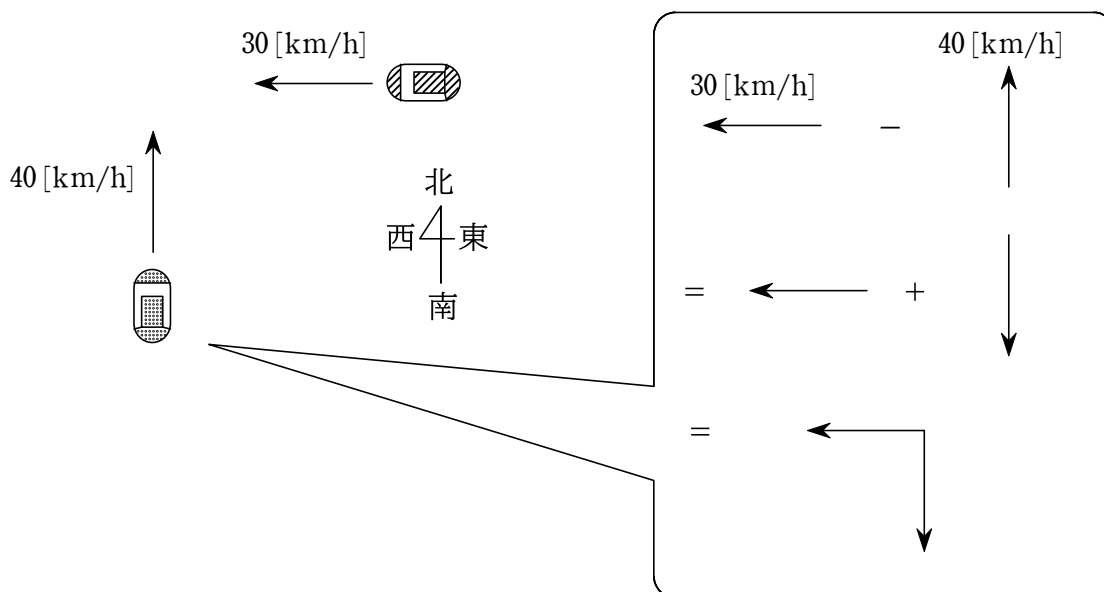


II 40 km/h で走るバスから見た、30 km/h で走るバイクの相対速度



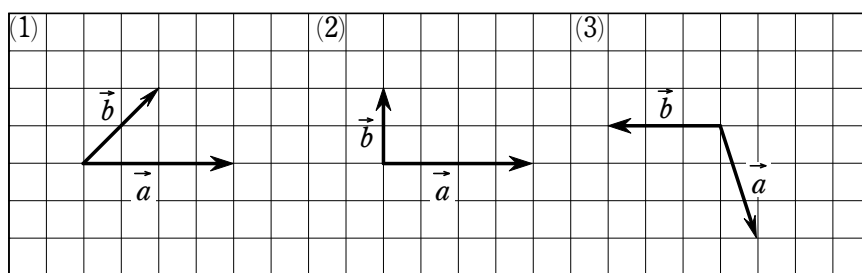
・平面上の相対速度

III 北に40 km/h で走る車から見た、西に30 km/h で走る車の相対速度



ベクトルの引き算は「逆ベクトル」を考えることにより、足し算として扱うことができます。

- 1 次の各場合について、2つのベクトルの差 $\vec{a} - \vec{b}$ を図示せよ。

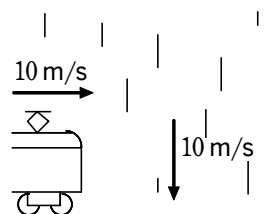


- 2 自動車 A が北向きに 40 km/h、自動車 B が東向きに 30 km/h で進む。自動車 A から見た自動車 B の速さは何 km/h か。

- 3 自動車 A が南向きに 20 km/h、自動車 B が東向きに 40 km/h で進む。自動車 A から見た自動車 B の速さは何 km/h か。ただし、 $\sqrt{5} = 2.24$ とする。

- 4 自動車 A が西向きに 20 km/h、自動車 B が北向きに 20 km/h で進む。自動車 A から見た自動車 B の速度はどの向きに何 km/h か。

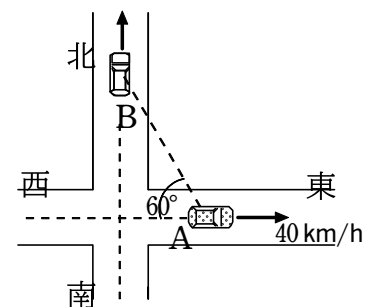
- 5 雨が鉛直 (真下) に降る中を、電車がまっすぐな線路上を一定の速さ 10 m/s で水平に走っている。雨滴の落下の速さを 10 m/s とすると、電車内の人から見たときの、雨滴の速さと、雨滴の落下方向と鉛直方向とがなす角の大きさを求めよ。



- 6 雨が鉛直に降る中を，電車がまっすぐな線路上を一定の速さで水平に走っている。このとき，電車内の人が見る雨滴の落下方向は，鉛直方向と 60° の角をなしていた。雨滴の落下の速さを 10 m/s とするとき，電車の速さを求めよ。

- 7 東向きに速さ 10 m/s で走行している自動車 A がある。
- (1) 自動車 B から見ると，自動車 A は東向きに速さ 25 m/s で走行しているように見えた。このときの自動車 B の速度はどの向きに何 m/s か。
 - (2) 自動車 C から見ると，自動車 A は東向きから南へ 60° の向きに速さ 20 m/s で走行しているように見えた。自動車 C の速度はどの向きに何 m/s か。

- 8 自動車 A と B が同時に十字路を出発し，自動車 A は東へ，自動車 B は北へ進んだ。 40 km/h で進む自動車 A から見て自動車 B は常に東西から 60° の角度の位置に見えた。
- (a) 自動車 B の速さは何 km/h か。
 - (b) 自動車 A から見た自動車 B の速さは何 km/h か。



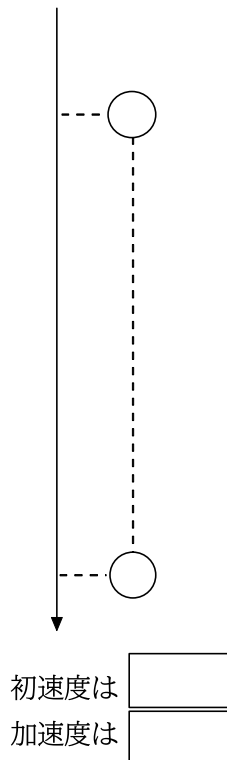
3 落体の運動

ものが落ちるときは、だんだん速くなる。つまり、地面に向かって加速度があるということです。特に、重力による加速度を「」と言います。約「」として扱います。

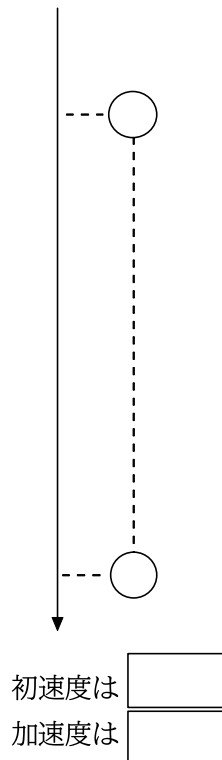
【重力加速度】

[]

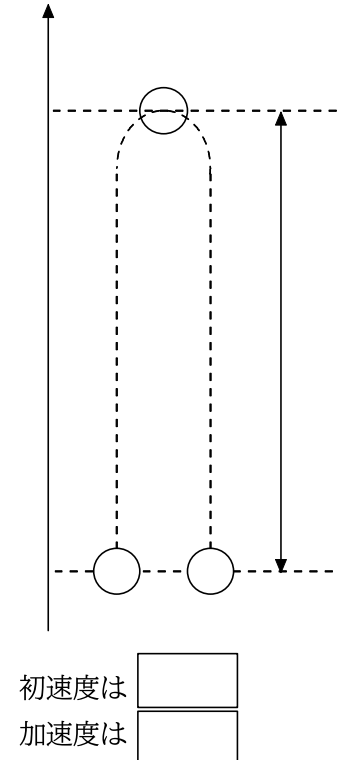
1、自由落下



2、鉛直投げ下ろし



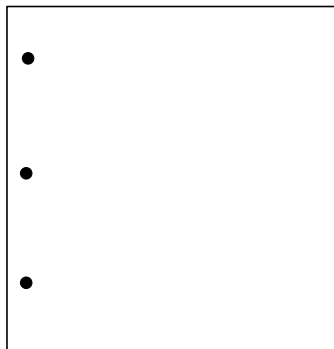
3、鉛直投げ上げ



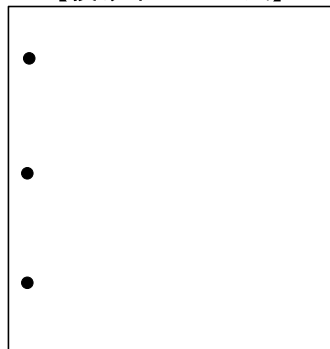
これらを等加速度直線運動の3式に代入しつつ $x \rightarrow y$ にすると

$$v = v_0 + at \quad x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad v^2 - v_0^2 = 2ax$$

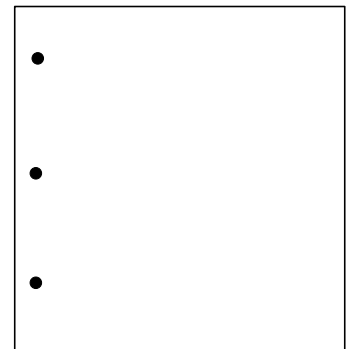
【自由落下の式】



【投げ下ろしの式】

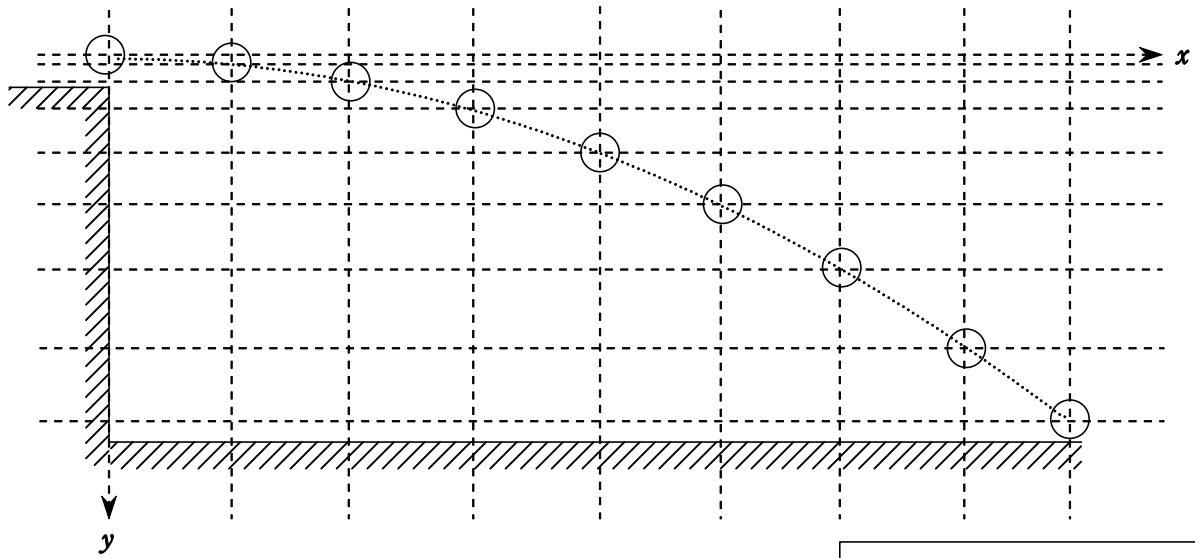


【投げ上げの式】



※この3パターンそれぞれの式を全て覚えるのは愚かな行為です。3式を覚えていれば、その場で作ればいいだけです。脳のメモリを無駄遣いしないように。

4、水平投射



- ① 鉛直方向(y 方向)は「 」と同様の運動
 ② 水平方向(x 方向)は「 」と同様の運動

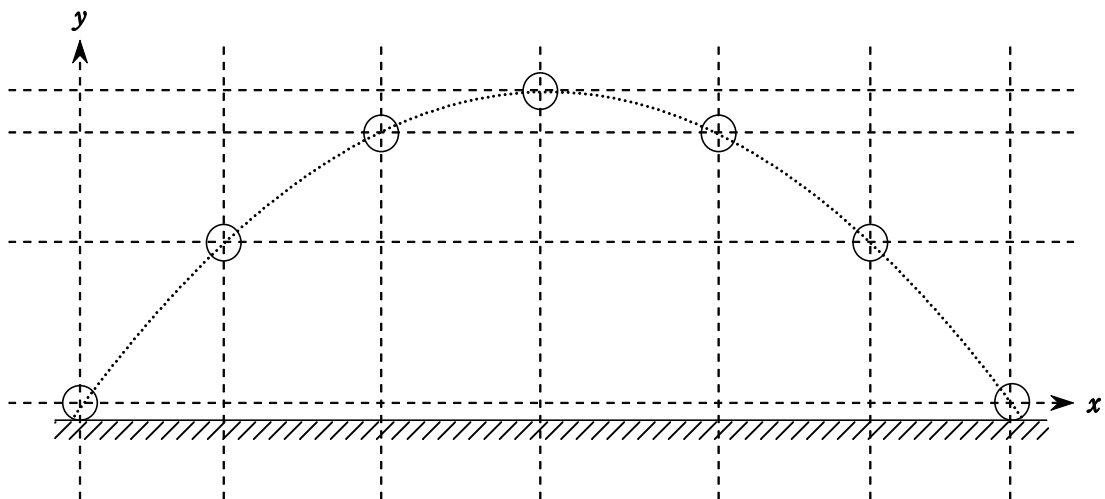
•

•

•

•

5、斜方投射



- ① 鉛直方向(y 方向)は「 」と同様の運動
 ② 水平方向(x 方向)は「 」と同様の運動
 ③ 物体の運動の軌道は、最高点を頂点とし鉛直線を軸とする上に凸の放物線となっている

•

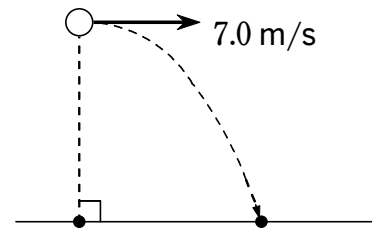
•

•

•

- 1 ある高さの所から小球を速さ 7.0 m/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 9.8 m/s^2 とする。

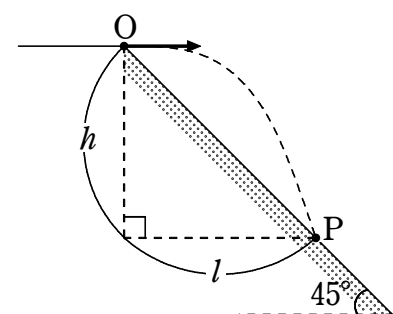
- (1) 投げ出した所の真下の地面上の点から、小球の落下地点までの距離 $l[\text{m}]$ を求めよ。
 (2) 投げ出した所の、地面からの高さ $h[\text{m}]$ を求めよ。



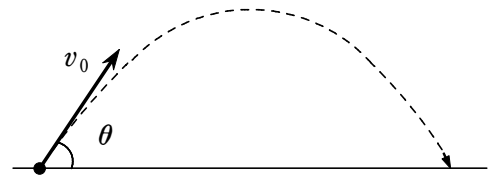
- 2 地面より 9.8 m の高さから、小球を速さ 3.0 m/s で水平に投げ出した。投げ出した所の真下の地面上の点から、小球の落下地点までの距離 $l[\text{m}]$ を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

- 3 水平より 45° 傾いた斜面の頂上の点 O から、小球を斜面方向に水平投射したところ、 2.00 秒後に斜面上の点 P に到達した。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とする。

- (1) OP 間の鉛直方向の距離 $h[\text{m}]$ と水平方向の距離 $l[\text{m}]$ を求めよ。
 (2) 小球の初速度の大きさ $v_0[\text{m/s}]$ を求めよ。



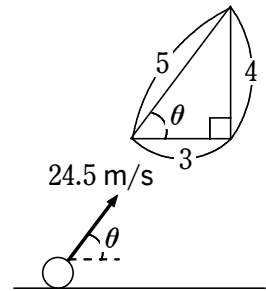
- 4 地上の点から小球を，水平方向と角 θ を
なす向きに大きさ v_0 [m/s] の初速度で投げ
る。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし，
必要があれば $2\sin\theta\cos\theta = \sin 2\theta$ を用いよ。



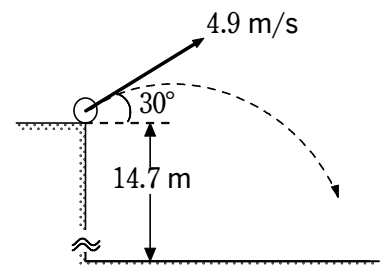
- (1) 最高点に達するまでの時間 t_1 [s] とその高さ h [m] を求めよ。
- (2) 落下点に達するまでの時間 t_2 [s] と水平到達距離 l [m] を求めよ。
- (3) 初速度の大きさを変えずに，角 θ を変えて投げるとき，小球を最も遠くまで投げるための角 θ_0 を求めよ。

- 5 地上の点から小球を、速さ 24.5 m/s で図のような向きに投げた。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とする。

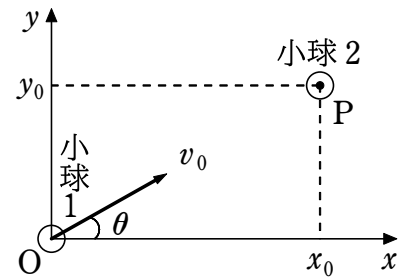
- (1) 初速度の水平成分と鉛直成分の大きさ $v_{0x} [\text{m/s}]$, $v_{0y} [\text{m/s}]$ を求めよ。
- (2) 最高点に達するまでの時間 $t_1 [\text{s}]$ とその高さ $h [\text{m}]$ を求めよ。
- (3) 落下点に達するまでの時間 $t_2 [\text{s}]$ と水平到達距離 $l [\text{m}]$ を求めよ。



- 6 図のように、高さ 14.7 m の地点から、小球を水平方向より 30° をなす向きに速さ 4.9 m/s で投げ出した。地面に達するまでの時間 $t [\text{s}]$ と、水平到達距離 $l [\text{m}]$ を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、答えは小数第1位まで求めよ。

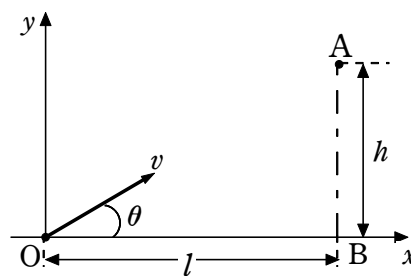


- 7 図のように、水平方向右向きに x 軸、鉛直方向上向きに y 軸をとる。原点にある小球 1 を、初速度の大きさ v_0 [m/s]、 x 軸の正の向きとなす角 θ で投げ出すと同時に、点 $P(x_0$ [m], y_0 [m]) にある小球 2 を静かに落下させた (ただし $x_0 > 0$, $y_0 > 0$)。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- (1) 小球 1 が点 P の真下の点を通るまでの時間 t [s] を求めよ。
- (2) (1) のときの、小球 1 の y 座標 y_1 [m] と小球 2 の y 座標 y_2 [m] をそれぞれ求めよ。
- (3) 角 θ がある値 θ_0 のとき、小球 1 と小球 2 が衝突したとする。このとき、 $\tan \theta_0$ を求めよ。

- 8 図のように、原点 O から x 軸方向に l だけ離れた点 B の真上で、高さ h の点を A とする。時刻 $t=0$ に点 A から小さな物体を自由落下させると同時に、点 O から初速 v で弾丸を水平と角 θ をなす方向に発射した。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。



- (1) 点 A から自由落下する物体の時刻 t での位置座標を求めよ。
- (2) 点 O から初速 v 、水平と角 θ をなす方向に発射された弾丸が $x=l$ に到達したときの y 座標 y_B を求めよ。
- (3) 弾丸が物体に必ず命中するためには、 θ 、 l 、 h の間にどんな関係があればよいか。
- (4) 弾丸が物体に命中するまでの時間 t_0 を、 v 、 l 、 h を用いて表せ。
- (5) OB が地面の場合、物体が点 B に落下するまでに弾丸が必ず命中するためには、 v はどのような条件を満たさなければならないか。 h 、 l 、 g を用いて表せ。
- (6) 弾丸が軌道の最高点で物体に命中するためには、 v をどのような値にすればよいか。 h 、 l 、 g を用いて表せ。

ヒント 弾丸が物体に命中するためには、 $x=l$ での物体と弾丸の y 座標が一致すればよい。



「不屈不撓の物理ホームページリンク」

パスワード ○○○○