

1

速度

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow$ 1秒あたりの変位

⬇ Δ (デルタ)は何を表しているか？

Δ (デルタ)は変化を表す記号

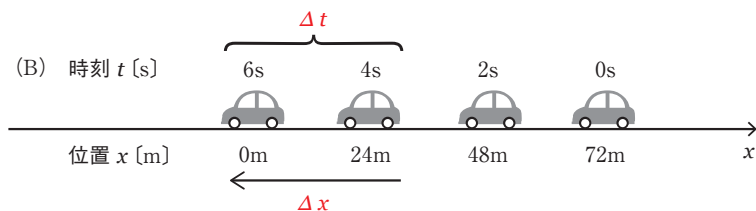
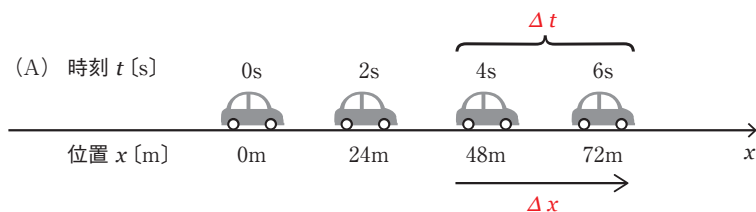
〇〇の変化 = (変化後の値) - (変化前の値)

秘

テクニック

〇〇の変化 = (あと) - (まえ)

下の図(A)(B)のように、一定のペースで進んで行く自動車について考えよう。



⬇ 時刻 4s から 6s までの間の時刻の変化 Δt はいくらか？

時刻の変化 $\Delta t = (\text{あとの時刻}) - (\text{まえの時刻})$ だから

$$\Delta t = 6\text{s} - 4\text{s} = 2\text{s}$$

⬇ 時刻 4s から 6s までの間の位置の変化 Δx はいくらか？

位置の変化 $\Delta x = (\text{あとの位置}) - (\text{まえの位置})$ だから

(A) の場合： $\Delta x = 72\text{m} - 48\text{m} = 24\text{m}$

(B) の場合： $\Delta x = 0\text{m} - 24\text{m} = -24\text{m}$

POINT



位置の変化 $\Delta x \Rightarrow$ 変位(ベクトル)

⬇ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ は何を表しているか？

1秒あたりの変位を表している \Rightarrow 速度という。

(A) の場合： $v = \frac{24\text{m}}{2\text{s}} = 12\text{m/s}$

(B) の場合： $v = \frac{-24\text{m}}{2\text{s}} = -12\text{m/s}$

POINT



速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

⬇ 速度と速さはどこが違うのか？

POINT



速度 \Rightarrow ベクトル 速さ \Rightarrow スカラー

2

相対速度

◎ 解説動画



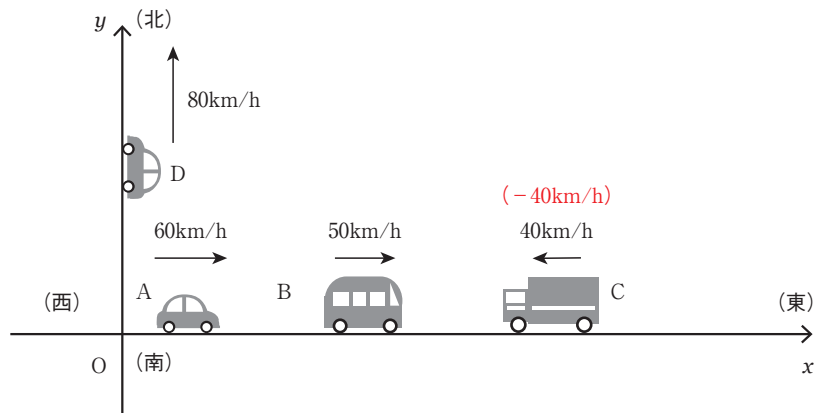
\ 押さえよ /



A から見た B の速度
(A に対する B の相対速度)

$$v_{AB} = v_B - v_A$$

図のように、東向きを x 軸正の向き，北向きを y 軸正の向きとする。乗用車 A は東向きに 60km/h，バス B は東向きに 50km/h，トラック C は西向きに 40km/h，乗用車 D は北向きに 80km/h でそれぞれ運動している。



⬇ 乗用車 A から見たバス B の速度は何 km/h か？

解答

$$50 - 60 = -10$$

-10km/h (西向きに 10km/h) …… 答

⬇ 乗用車 A に対するトラック C の相対速度は何 km/h か？

解答

$$(-40) - 60 = -100$$

-100km/h (西向きに 100km/h) …… 答

⬇ トラック C に対する乗用車 A の相対速度は何 km/h か？

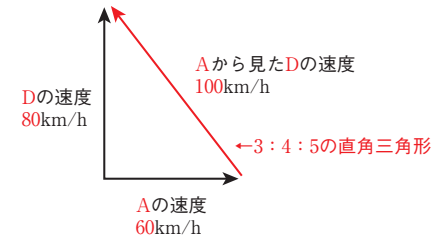
解答

$$60 - (-40) = 100$$

100km/h (東向きに 100km/h) …… 答

⬇ 乗用車 A から見た乗用車 D の速さは何 km/h か？

解答



100km/h …… 答

秘

テクニック

観測者の速度を引く

3

x-tグラフとv-tグラフ

◎解説動画



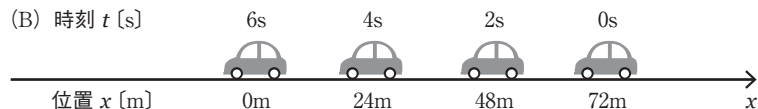
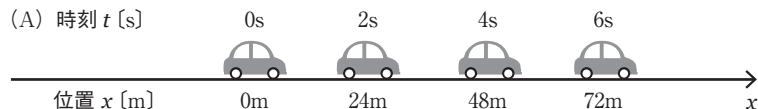
押さえよ



x-t グラフの傾き ⇒ 速度

v-t グラフと横軸の間の面積 ⇒ 変位

下の図(A) (B)のように、一定の速度で進んでいる自動車について考えよう。



自動車 の 速度 を 求め よう。

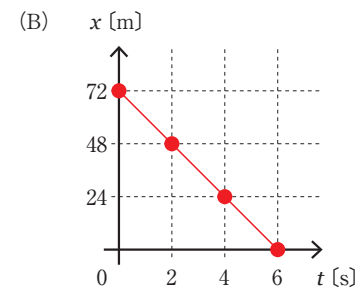
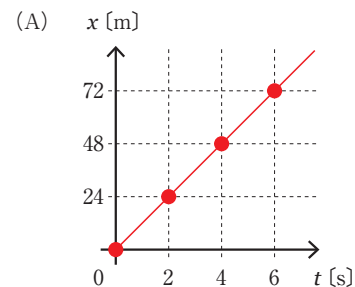
$$(A) \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{24\text{m}}{2\text{s}} = 12\text{m/s}$$

$$(B) \quad v = \frac{-24\text{m}}{2\text{s}} = -12\text{m/s}$$

復習

速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

x-t グラフ を かいて みよう。



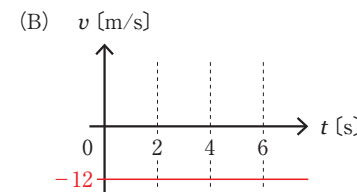
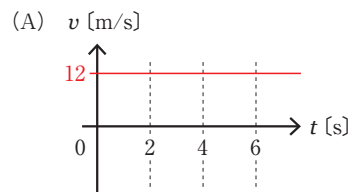
x-t グラフ の 傾き は 何 を 表 し て い る か？

POINT



x-t グラフ の 傾き ⇒ 速度

v-t グラフ を かいて みよう。



v-t グラフ と 横軸 の 間 の 面積 は 何 を 表 し て い る か？

POINT



v-t グラフ と 横軸 の 間 の 面積 ⇒ 変位

4

加速度

◎ 解説動画



\ 押さえよ /

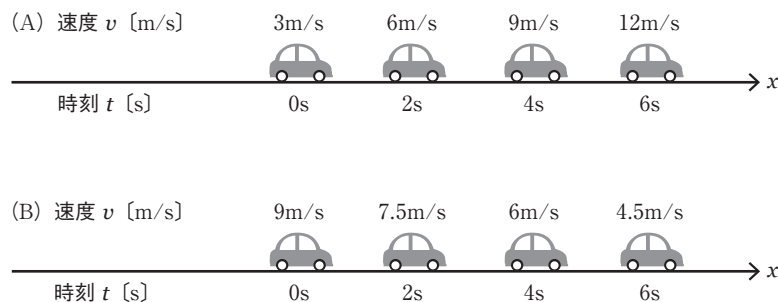


加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow$ 1秒あたりの速度変化

復習

速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow$ 1秒あたりの変位

下の図(A)(B)のように、 x 軸上を運動する自動車について考えよう。



⬇ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ は何を表しているか？

1秒あたりの速度変化を表している \Rightarrow 加速度

POINT



加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow$ 1秒あたりの速度変化

⬇ (A)(B)それぞれの加速度を計算しよう。

$$(A) \quad a = \frac{3\text{m/s}}{2\text{s}} = 1.5\text{m/s}^2$$

$$(B) \quad a = \frac{-1.5\text{m/s}}{2\text{s}} = -0.75\text{m/s}^2$$

POINT



変位, 速度, 加速度 \Rightarrow ベクトル

⬇ $v-t$ グラフをかいてみよう。

$v-t$ グラフの傾きは何を表しているか？

POINT

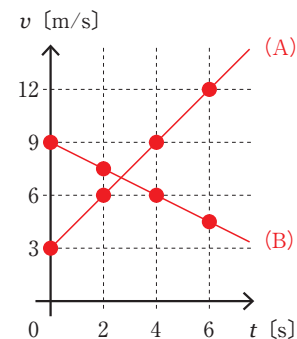


$v-t$ グラフの傾き \Rightarrow 加速度

⬇ 0s から 4s までの(A)(B)それぞれの変位を計算しよう。

$$(A) \quad (3+9) \times 4 \times \frac{1}{2} = 24\text{m}$$

$$(B) \quad (6+9) \times 4 \times \frac{1}{2} = 30\text{m}$$



復習

変位 $\Rightarrow v-t$ グラフの面積

5

等加速度直線運動

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



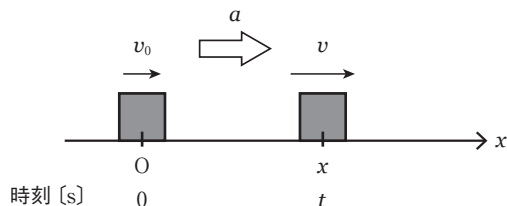
等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v = v_0 + at$

公式 2. $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

公式 3. $v^2 - v_0^2 = 2ax$

物体が、加速度一定の直線運動、すなわち等加速度直線運動をしている。物体のはじめの位置を原点 O、初速度を v_0 [m/s]、加速度を a [m/s²] とする。

⬇ t 秒後の速度 v を求めよう。

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

復習

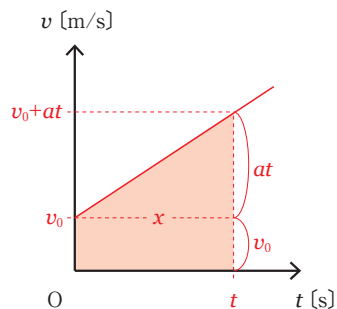
加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$at = v - v_0$$

$$v = v_0 + at \quad \dots \textcircled{1}$$

⬇ $v-t$ グラフをかいてみよう。

①のグラフは、切片が v_0 、傾きが a の直線になる。

⬇ t 秒後の変位 x を求めよう。

復習

変位 $\Rightarrow v-t$ グラフの面積

$$x = (v_0 + v_0 + at) \times t \times \frac{1}{2}$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

⬇ ①, ②より t を含まない関係式を導こう。

①より

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

これを②に代入して

$$\begin{aligned}
 x &= v_0 \times \frac{v - v_0}{a} + \frac{a}{2} \times \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{2a} (2v_0 v - 2v_0^2 + v^2 - 2v_0 v + v_0^2) \\
 &= \frac{1}{2a} (v^2 - v_0^2)
 \end{aligned}$$

ゆえに

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

POINT



等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v = v_0 + at$

公式 2. $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

公式 3. $v^2 - v_0^2 = 2ax$

6

等加速度直線運動
3 公式の使いかた

◎ 解説動画



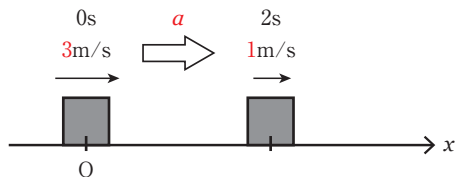
復習 公式 1. $v = v_0 + at$

公式 2. $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

公式 3. $v^2 - v_0^2 = 2ax$

やってみよう /
Q

x 軸上を一定の加速度で運動する物体について考える。物体は、時刻 0s のときに原点 O を速度 3m/s で通過し、時刻 2s のときに速度 1m/s になった。



つづき /
Q

(1) 物体の加速度はいくらか。

解答 $v = v_0 + at$ において、 $v = 1$, $v_0 = 3$, $t = 2$ として

$$1 = 3 + a \times 2 \quad a = -1\text{m/s}^2 \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(2) 時刻 4s のとき、物体の原点 O からの変位 (位置座標) はいくらか。

解答 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ において、 $v_0 = 3$, $t = 4$, $a = -1$ として

$$x = 3 \times 4 + \frac{1}{2} \times (-1) \times 4^2 = 4\text{m} \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(3) 物体の速度が 0 となる位置座標はどこか。

解答

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ において、 $v = 0$, $v_0 = 3$, $a = -1$ として

$$0^2 - 3^2 = 2 \times (-1) \times x \quad x = 4.5\text{m} \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(4) 物体が原点 O に戻ってくる時刻はいつか。

解答

$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ において、 $x = 0$, $v_0 = 3$, $a = -1$ として

$$0 = 3 \times t + \frac{1}{2} \times (-1) \times t^2$$

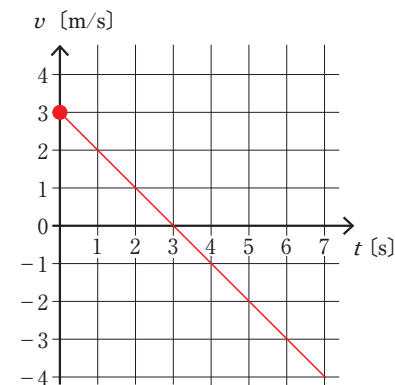
$$t \neq 0 \text{ だから} \quad t = 6\text{s} \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(5) 速度 v [m/s] と時刻 t [s] の関係を表すグラフをかけ。

解答

$v = 3 - t$ だから
グラフは右のとおり



復習

$v-t$ グラフの傾き \Rightarrow 加速度

$v-t$ グラフの面積 \Rightarrow 変位

7

自由落下運動

◎ 解説動画



空気の抵抗を無視すると、地表付近では物体は質量によらず一定の加速度で落下する。この加速度を**重力加速度**という。重力加速度は**鉛直下向き**で、大きさ $g = 9.8\text{m/s}^2$ である。

手に持った物体を静かにはなしたとき、物体は**自由落下運動**する。この運動は、初速度が **0**、加速度が**鉛直下向き**で大きさ **g** の**等加速度直線運動**である。

復習 等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v = v_0 + at$

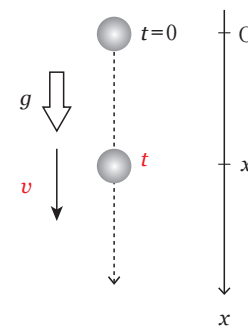
公式 2. $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

公式 3. $v^2 - v_0^2 = 2ax$

やってみよう /

Q

物体を自由落下させる。物体のはじめの位置を原点 O とし、鉛直下向きを x 軸正の向きとする。また、物体が落下し始めた時刻を $t=0\text{s}$ とし、重力加速度の大きさを $g [\text{m/s}^2]$ とする。



つづき /
Q

(1) 時刻 $t [\text{s}]$ での物体の速度 $v [\text{m/s}]$ を求めよ。

解答

$v = v_0 + at$ において、 $v_0 = 0$ 、 $a = g$ として

$v = gt$ 答

つづき /
Q

(2) 時刻 $t [\text{s}]$ での物体の位置 $x [\text{m}]$ を求めよ。

解答

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ において、 $v_0 = 0$ 、 $a = g$ として

$x = \frac{1}{2}gt^2$ 答

つづき /
Q

(3) 位置 $x [\text{m}]$ における物体の速度 $v [\text{m/s}]$ を求めよ。

解答

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ において、 $v_0 = 0$ 、 $a = g$ として

$v^2 = 2gx$

$v > 0$ だから

$v = \sqrt{2gx}$ 答

8

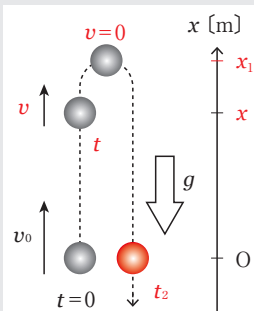
鉛直投げ上げ運動

◎ 解説動画

やって
みよう /

Q

物体を初速度 v_0 [m/s] で鉛直投げ上げ運動させます。物体のはじめの位置を原点 O 、鉛直上向きを x 軸正方向とします。また、投げ上げた時刻を $t=0$ s とし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とします。



復習

等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v = v_0 + at$ 公式 2. $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

公式 3. $v^2 - v_0^2 = 2ax$

つづき /

Q

(1) 時刻 t [s] での物体の速度 v [m/s] を求めよ。

解答

$v = v_0 + at$ において、 $a = -g$ として

$v = v_0 - gt$ 答

つづき /

Q

(2) 時刻 t [s] での物体の位置 x [m] を求めよ。

解答

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ において、 $a = -g$ として

$x = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ 答

つづき /

Q

(3) 物体が最高点に達する時刻 t_1 [s] を求めよ。

解答

$v = v_0 + at$ において、 $v = 0$, $a = -g$, $t = t_1$ として

$0 = v_0 - gt_1$ 答 $t_1 = \frac{v_0}{g}$

POINT



最高点 ⇒ 速度の鉛直成分が 0

つづき /

Q

(4) 最高点の座標 x_1 [m] を求めよ。

解答

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ において、 $v = 0$, $a = -g$, $x = x_1$ として

$0^2 - v_0^2 = 2 \times (-g) \times x_1$ 答 $x_1 = \frac{v_0^2}{2g}$

つづき /

Q

(5) 物体が原点 O に戻ってくる時刻 t_2 [s] を求めよ。

解答

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ において、 $x = 0$, $t = t_2$, $a = -g$ として

$0 = v_0 t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$

$t_2 \neq 0$ だから 答 $t_2 = \frac{2v_0}{g}$

つづき /

Q

(6) 物体が原点 O に戻ってくる時の速度 v_2 [m/s] を求めよ。

解答

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ において、 $v = v_2$, $a = -g$, $x = 0$ として

$v_2^2 - v_0^2 = 2 \times (-g) \times 0$

$v_2^2 = v_0^2$

$v_2 < 0$ だから 答 $v_2 = -v_0$

9

水平投射

◎ 解説動画



\ 押さえよ /

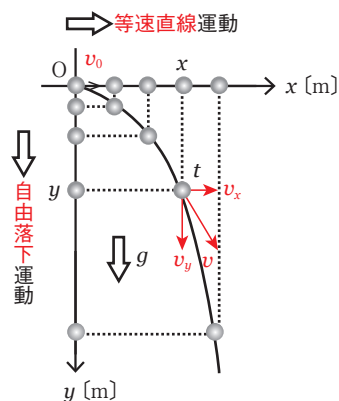


放物運動

水平方向 \Rightarrow 等速直線運動鉛直方向 \Rightarrow 等加速度直線運動

原点 O から小球を初速度 v_0 [m/s] で水平方向に投げ出す。初速度の向きを x 軸正の向き、鉛直下向きを y 軸正の向きとする。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、小球は x , y 平面内で運動するものとする。

小球の運動を、水平方向と鉛直方向との運動に分解して考える。

⬇ 水平(x 軸)方向の運動について考えよう。

等速直線運動をするから、 t [s] 後の速度の x 成分 v_x [m/s], 位置座標 x [m] は、

$$v_x = v_0$$

$$x = v_0 t \quad \dots \textcircled{1}$$

⬇ 鉛直(y 軸)方向の運動について考えよう。

等加速度直線運動をするから、 t [s] 後の速度の y 成分 v_y [m/s], 位置座標 y [m] は、鉛直(y 軸)方向の初速度が 0 だから

$v = v_0 + at$ を用いて

$$v_y = gt$$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ を用いて

$$y = \frac{1}{2} gt^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

⬇ 経路を表す式を求めよう。

①, ②式より t を消去すればよいから、

①より

$$t = \frac{x}{v_0}$$

これを②に代入して

$$y = \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \\ = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

経路は投げ出した点を頂点とする放物線になる。

POINT



放物運動

水平方向 \Rightarrow 等速直線運動鉛直方向 \Rightarrow 等加速度直線運動

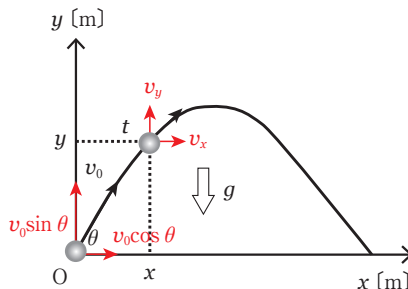
10

斜方投射①

◎ 解説動画



水平方向に x 軸，鉛直方向に y 軸をとり，原点 O から小球を $x y$ 平面内に投げ出す。小球の初速度は，大きさ v_0 [m/s] で， x 軸より角 θ 上向きである。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



⬇ 水平(x 軸)方向の運動について考えよう。

速さ $v_0 \cos \theta$ [m/s] の等速直線運動をするので， t [s] 後の速度の x 成分 v_x [m/s]，位置座標 x [m] は

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad x = (v_0 \cos \theta) t \quad \cdots \textcircled{1}$$

⬇ 鉛直(y 軸)方向の運動について考えよう。

初速度 $v_0 \sin \theta$ [m/s]，加速度 $-g$ [m/s²] の等加速度直線運動をするので， t [s] 後の速度の y 成分 v_y [m/s]，位置座標 y [m] は，

$v = v_0 + at$ を用いて

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ を用いて

$$y = (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} gt^2 \quad \cdots \textcircled{2}$$

⬇ 経路を表す式を求めよう。

①，②式より t を消去すればよいから

①より

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$$

これを②に代入して

$$\begin{aligned} y &= v_0 \sin \theta \times \frac{x}{v_0 \cos \theta} - \frac{g}{2} \times \left(\frac{x}{v_0 \cos \theta} \right)^2 \\ &= -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2 + (\tan \theta) x \end{aligned}$$

経路は原点を通る放物線になる。

復習

放物運動

水平方向 \Rightarrow 等速直線運動

鉛直方向 \Rightarrow 等加速度直線運動

11

斜方投射②

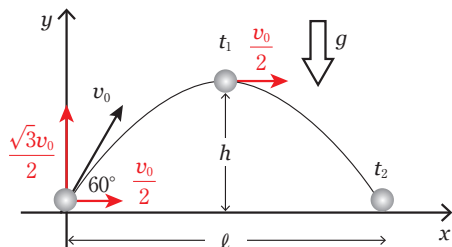
◎ 解説動画



やってみよう /

Q

水平な地面から 60° 上向きに初速度 v_0 で物体を投げ出した。重力加速度の大きさを g として、次の問いに答えよ。



つづき /

Q

(1) 最高点における、物体の速度の向きと大きさはいくらか。

解答

向き \Rightarrow 水平方向 , 大きさ $\Rightarrow v_0 \cos 60^\circ = \frac{v_0}{2}$ 答

つづき /

Q

(2) 投げ出してから最高点に達するまでの時間 t_1 を求めよ。

解答

$v = v_0 + at$ を用いて

$$0 = \frac{\sqrt{3}v_0}{2} - gt_1 \quad t_1 = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g} \quad \dots \text{答}$$

つづき /

Q

(3) 最高点の高さ h を求めよ。

解答

$v_2 - v_0^2 = 2ax$ を用いて

$$0^2 - \left(\frac{\sqrt{3}v_0}{2}\right)^2 = 2 \cdot (-g) \cdot h \quad h = \frac{3v_0^2}{8g} \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(4) 投げ出してから地面に達するまでの時間 t_2 を求めよ。

解答

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ を用いて

$$0 = \left(\frac{\sqrt{3}v_0}{2}\right)t_2 - \frac{g}{2}t_2^2$$

ここで $t_2 \neq 0$ だから

$$t_2 = \frac{\sqrt{3}v_0}{g} \quad \dots \text{答}$$

つづき /
Q

(5) 水平到達距離 l を求めよ。

解答

$$l = \frac{v_0}{2} \times t_2$$

$$l = \frac{v_0}{2} \times \frac{\sqrt{3}v_0}{g} = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{2g} \quad \dots \text{答}$$

復習

放物運動

水平方向 \Rightarrow 等速直線運動

鉛直方向 \Rightarrow 等加速度直線運動

12

力の表しかた

◎ 解説動画

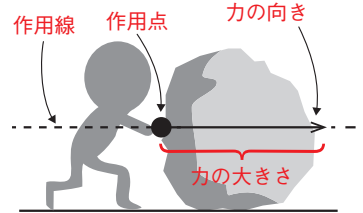


❶ 力とは何か？

力とは、物体を**変形**させたり、物体の運動状態を**変化**させたりする原因となるもの。

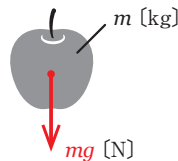
❷ 力はどうに表されるか？

力は速度や加速度と同様に大きさと向きをもつ**ベクトル**であり、矢印を用いて表される。力の大きさを表す単位は**ニュートン**〔N〕である。

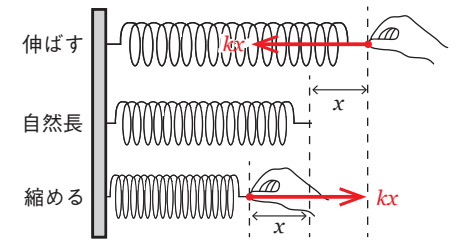


❸ 力学でよく出てくる力について学ぼう。

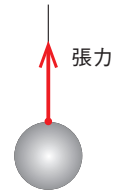
- 重 力…地球上にあるすべての物体は地球に引かれている。この力を**重力**といい、物体に対して**鉛直下**向きにはたらく。質量 m 〔kg〕の物体にはたらく重力の大きさ(**重さ**)は mg 〔N〕である。



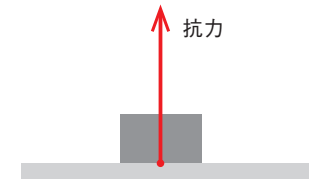
- 弾性力…伸びたり縮んだりしているばねが、もとの長さ(自然長)にもどろうとして、他の物体に及ぼす力を**弾性力**という。弾性力の大きさは**フック**の法則で表される。

フックの法則 $F = kx$ F 〔N〕：弾性力の大きさ k 〔N/m〕：ばね定数 x 〔m〕：ばねの伸び
または縮み

- 張 力…ピンと張った糸が、物体を糸の方向に引く力を、糸の**張力**という。



- 抗 力…面が物体を押す力を**抗力**という。



※摩擦力や浮力についてはあとで学ぶ。

13

物体にはたらく力の
見つけかた

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



物体にはたらく力の見つけかた

1. 重力 2. 近接力 (3. 慣性力)

質量 m の小球にばね定数 k のばねをつけて、傾斜角 30° のなめらかな斜面上に置く。重力加速度の大きさを g とする。

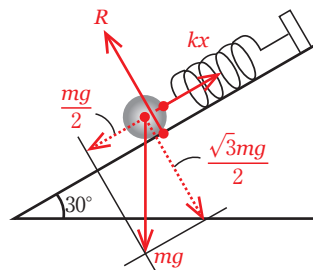
⬇ 小球にはたらく力を矢印で示し、
その大きさを適切な文字で表現しよう。

⬇ 力を斜面に平行な方向と斜面
に垂直な方向に分解しよう。

秘
テクニック

物体にはたらく力の
見つけかた

1. 重力
2. 近接力
(3. 慣性力)



⬇ 力のつりあいの式を立てよう。

力のつりあい

斜面に平行な方向

$$kx = \frac{mg}{2} \dots ①$$

斜面に垂直な方向

$$R = \frac{\sqrt{3}mg}{2} \dots ②$$

⬇ ばねの伸びを求めよう。

①より $x = \frac{mg}{2k}$

⬇ 斜面が小球に及ぼす抗力の大きさを求めよう。

②より $R = \frac{\sqrt{3}mg}{2}$

14

力のつりあい

◎ 解説動画

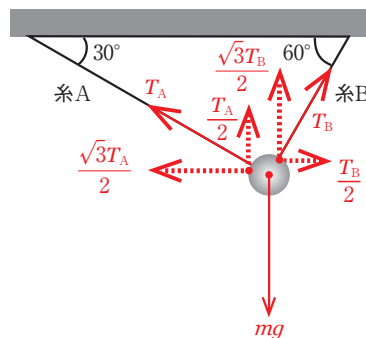


\ 押さえよ /



静止または
等速直線運動をしている物体 ⇒ 力のつりあい

質量 m の小球に 2 本の糸 A, B をつけて水平な天井からつるす。糸 A, B は天井とそれぞれ 30° , 60° の角度をなして静止した。重力加速度の大きさを g とする。



秘

テクニク

静止または
等速直線運動をしている物体 ⇒ 力のつりあい

⬇ 小球にはたらく力を図示しよう。

⬇ 力を水平方向と鉛直方向に分解しよう。

復習

物体にはたらく力の
見つけかた

1. 重力
2. 近接力
- (3. 慣性力)

⬇ 力のつりあいの式を立てよう。

力のつりあい

$$\text{水平方向: } \frac{\sqrt{3}T_A}{2} = \frac{T_B}{2} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\text{鉛直方向: } \frac{T_A}{2} + \frac{\sqrt{3}T_B}{2} = mg \quad \dots \textcircled{2}$$

⬇ 糸 A, B の張力 T_A , T_B の大きさを求めよう。

①を②に代入

$$\frac{T_A}{2} + \sqrt{3} \times \frac{T_B}{2} = mg \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\frac{T_A}{2} + \sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}T_A}{2} = mg$$

$$2T_A = mg$$

$$T_A = \frac{mg}{2}$$

①に代入

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{mg}{2} = \frac{T_B}{2}$$

$$T_B = \frac{\sqrt{3}mg}{2}$$

15

物体が面から離れる条件

◎ 解説動画

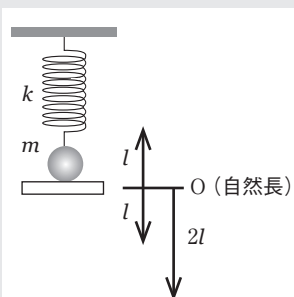


\ 押さえよ /

物体が面から離れる \Leftrightarrow 抗力 $R = 0$ \ やって
みよう /

Q

ばね定数 k のばねの一端を天井に固定し、他端に質量 m のおもりをつるす。このおもりを板で支えて、ばねが自然長となる位置で静止させた。このとき、板の位置を点 O とする。また、重力加速度の大きさを g とする。



\ つづき /

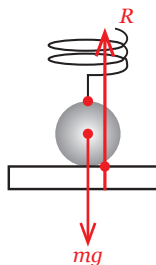
Q

(1) 板の位置が点 O のとき、板がおもりに及ぼす抗力の大きさ R はいくらか。

解答

力のつりあいより

$$R = mg \quad \cdots \text{答}$$



秘

テクニック

静止または等速直線運動 \Rightarrow 力のつりあい
をしている物体

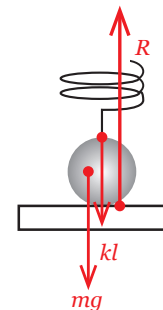
\ つづき /
Q

(2) 板の位置を点 O より l だけ引き上げた。抗力の大きさ R はいくらになるか。

解答

力のつりあいより

$$R = mg + kl \quad \cdots \text{答}$$

\ つづき /
Q

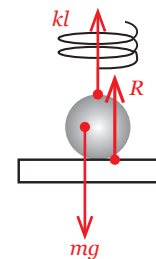
(3) 板の位置を点 O より l だけ下げた。抗力の大きさ R はいくらになるか。

解答

力のつりあいより

$$R + kl = mg$$

$$R = mg - kl \quad \cdots \text{答}$$

\ つづき /
Q

(4) 板の位置をさらに下げていくと、点 O より $2l$ だけ下げたところで、おもりが板から離れた。 l の値を求めよ。

秘

テクニック

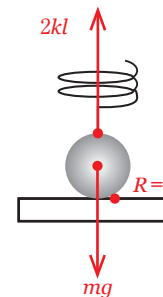
物体が面から離れる \Leftrightarrow 抗力 $R = 0$

解答

力のつりあいより

$$2kl = mg$$

$$l = \frac{mg}{2k} \quad \cdots \text{答}$$



16

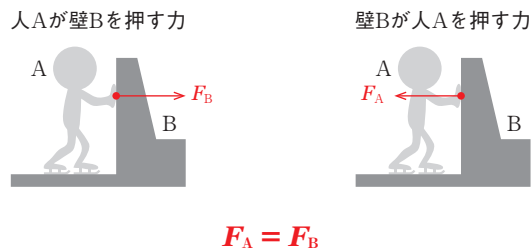
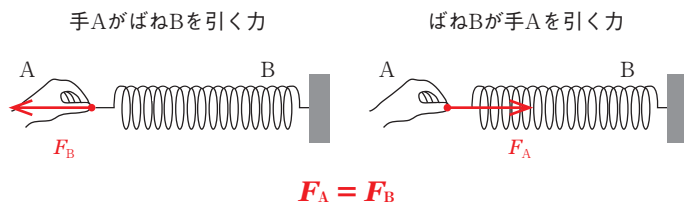
作用・反作用の法則

◎ 解説動画

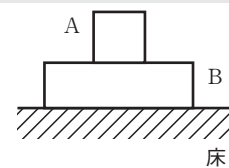

 \押さえよ/
→

作用・反作用の法則

物体 A から物体 B に力(作用)がはたらくと、物体 B から物体 A に同じ作用線上で大きさが等しく、向きが反対の力(反作用)がはたらく。

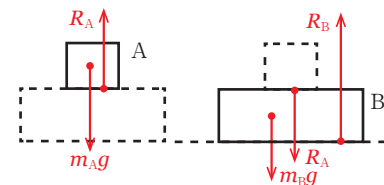

 やって
みよう /
Q

質量 m_A の物体 A と質量 m_B の物体 B が、床の上に重ねて置かれている。重力加速度の大きさを g として、次の問いに答えよ。


 つづき /
Q

(1) 両物体 A, B にはたらく力を矢印で示し、その大きさを適切な文字で表現せよ。

解答


 秘
テクニク

接触している 2 物体
⇒ 別々に図をかく

..... 答

 つづき /
Q

(2) (1) で示した力の中で、作用・反作用の関係にある 2 力を選び、「○が●を押す力」の言いかたで答えよ。

解答

作用・反作用の関係にある 2 力は

「B が A を押す力」と「A が B を押す力」..... 答

 つづき /
Q

(3) A, B にはたらく力のつりあいの式をかき、B が A に及ぼす抗力の大きさと床が B に及ぼす抗力の大きさをそれぞれ求めよ。

解答

力のつりあい A : $R_A = m_A g$ B : $R_B = R_A + m_B g$

B が A に及ぼす抗力の大きさ R_A は $m_A g$ 答

床が B に及ぼす抗力の大きさ R_B は

力のつりあいの 2 式より $(m_A + m_B)g$ 答

17

圧力

◎ 解説動画

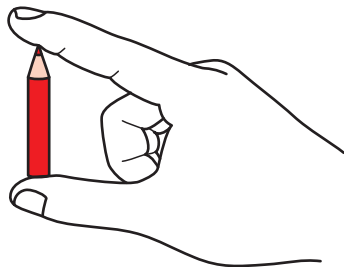


\ 押さえよ /



$$\text{圧力 } P = \frac{F}{S}$$

面を押す力のはたらきは、 1m^2 あたりの面を垂直に押す力の大きさを表される。これを圧力という。 $S[\text{m}^2]$ の面を垂直に押す力が $F[\text{N}]$ であると、圧力 P は次の式で表される。



POINT



$$\text{圧力 } P = \frac{F}{S}$$

上の式から、圧力の単位は N/m^2 だとわかる。これをパスカル $[\text{Pa}]$ と表す。

【水压】

水から受ける圧力を水压という。深さ $h[\text{m}]$ の水中で受ける水压 $P[\text{Pa}]$ は、次のようにして求めることができる。ただし、大気圧を $P_0[\text{Pa}]$ 、水の密度を $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、重力加速度の大きさを $g[\text{m}/\text{s}^2]$ とする。

⬇ まずは、底面積を $S[\text{m}^2]$ とする
水の柱の質量 $m[\text{kg}]$ を求めよう。

復習

$$\text{密度 } \rho = \frac{\text{質量 } m[\text{kg}]}{\text{体積 } V[\text{m}^3]}$$

解答

したがって

$$m = \rho V = \rho Sh$$

⬇ 水の柱の重さは何 $[\text{N}]$ か？

解答

重さは重力の大きさだから、水の柱の重さは

$$mg = \rho Shg$$

⬇ 水の柱の重さによる圧力は何 $[\text{Pa}]$ か？

解答

$$\frac{mg}{S} = \rho hg$$

⬇ 深さ $h[\text{m}]$ での水压 $P[\text{Pa}]$ を計算しよう。

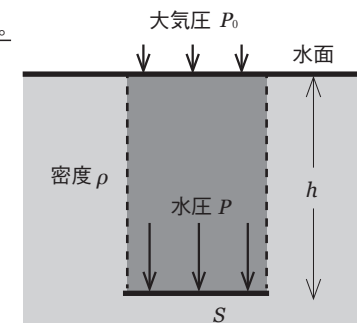
解答

$$P = P_0 + \rho hg$$

POINT



$$\text{水压 } P = P_0 + \rho hg$$



18

浮力①

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



アルキメデスの原理

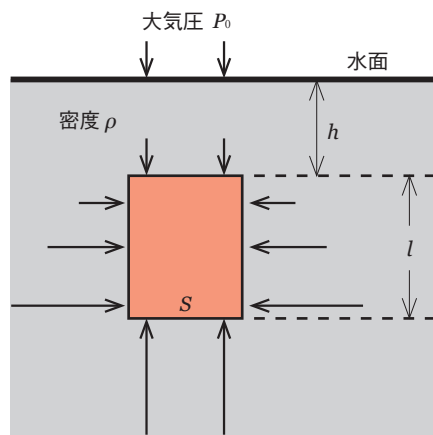
液体(気体)中にある物体が、受ける浮力の大きさは、
物体が**排除**している**液体**(気体)の重さに等しい。

17では水圧について学習した。深さ h [m] での水圧 P [Pa] は、大気圧 P_0 [Pa]、水の密度 ρ [kg/m³]、重力加速度の大きさ g [m/s²] を用いてどのように表されたか。

復習

$$P = P_0 + \rho hg$$

底面積 S [m²]、高さ l [m] の四角柱の物体を、上面の深さが h [m] になるように沈める。物体にはたらく浮力の大きさ F [N] は、次のようにして求めることができる。



⬇ 物体の上面が受ける水圧は、どちら向きでいくらか？

解答

鉛直下向きで

$$P_0 + \rho hg$$

⬇ 物体の下面が受ける水圧は、どちら向きでいくらか？

解答

鉛直上向きで

$$P_0 + \rho(h+l)g$$

⬇ 物体の側面が受ける水圧は、どのようなになっているか。

解答

つりあっている(合力 0)

⬇ 物体全体が受ける水圧による力は、どちら向きでいくらか。

解答

鉛直上向きで

$$\{P_0 + \rho(h+l)g\}S - (P_0 + \rho hg)S = \rho Slg$$

POINT



$$\text{浮力 } F = \rho Vg \quad \left(\begin{array}{l} \rho : \text{液体の密度} \\ V : \text{物体の体積} \end{array} \right)$$

19

浮力②

◎ 解説動画



復習

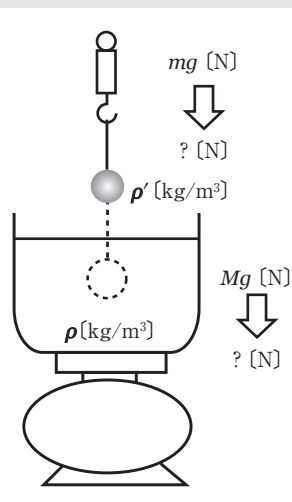
浮力 $F = \rho Vg$ (ρ : 液体の密度
 V : 物体の体積)

やってみよう /

Q

密度 ρ [kg/m³] の液体を入れた水槽を台ばかりにのせたところ、台ばかりの目盛りは Mg [N] を示した。ただし、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。また、密度 ρ' [kg/m³] のおもりをバネばかりにつるしたところ、バネばかりの目盛りは mg [N] を示した。

おもりを液体中に沈め中央付近でつると、バネばかりと台ばかりの目盛りはそれぞれ何 [N] を示すか。



秘

テクニク

接触している 2 物体 ⇒ 別々に図をかく

復習

$$\text{密度 } \rho = \frac{m}{V}$$

解答

バネばかりの目盛りは、張力の大きさ T と同じ値になる。

おもりにはたらく力のつりあい

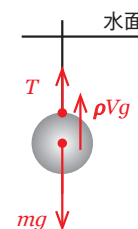
$$T + \rho Vg = mg$$

ここで、おもりの体積 $V = \frac{m}{\rho'}$ だから

$$T + \rho \cdot \frac{m}{\rho'} \cdot g = mg$$

$$T = \frac{(\rho' - \rho) mg}{\rho'} \text{ [N]} \cdots \text{答}$$

液体中のおもりにはたらく力



解答

台ばかりの目盛りは、抗力の大きさ R と同じ値になる。

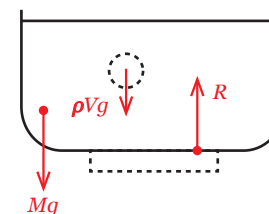
水槽にはたらく力のつりあい

$$R = \rho Vg + Mg$$

$$R = \rho \cdot \frac{m}{\rho'} \cdot g + Mg$$

$$R = \frac{(\rho m + \rho' M) g}{\rho'} \text{ [N]} \cdots \text{答}$$

水槽にはたらく力



20

力のモーメント

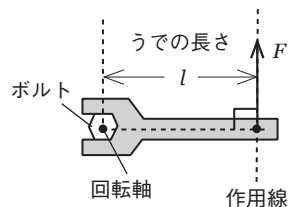
◎ 解説動画



\ 押さえよ /

力のモーメント $M = Fl$

物体を回転させるはたらきを**力のモーメント**という。力のモーメント M は、力の大きさ F と回転軸から力の作用線に下ろした垂線の長さ(**うでの長さ**) l の両方に比例し、次のように表される。



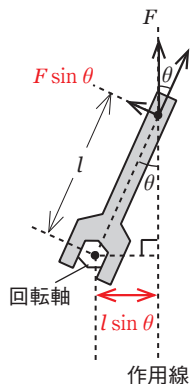
POINT

力のモーメント $M = Fl \sin \theta$

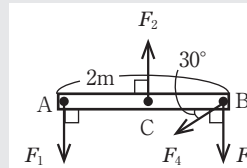
右図ではうでの長さは、 **$l \sin \theta$** である。したがって、この場合の力のモーメント M は

$$M = Fl \sin \theta$$

となる。これを **$F \sin \theta$** と **l** の積と考えてもよい。回転の向きを符号を用いて表す場合、反時計まわりを**正**、時計まわりを**負**とすることが多い。


 やって
みよう /
Q

長さ 2m の棒 AB にいずれも 6N の力 $F_1 \sim F_4$ がはたらいている。このとき、AB の中点 C のまわりの力 $F_1 \sim F_4$ のモーメント $M_1 \sim M_4$ を求めよ。ただし、反時計まわりに回転させる力のモーメントを正とする。



解答

$$M_1 = 6 \times 1 = 6 \text{ [Nm]}$$

$$M_2 = 6 \times 0 = 0 \text{ [Nm]}$$

$$M_3 = -(6 \times 1) = -6 \text{ [Nm]}$$

$$M_4 = -(6 \times 0.5) = -3 \text{ [Nm]} \dots\dots \text{答}$$