

1

速度

◎ 解説動画



\ 押さえよ /

速度 $v =$ \Rightarrow あたりの⬇ Δ (デルタ)は何を表しているか？ Δ (デルタ)は を表す記号

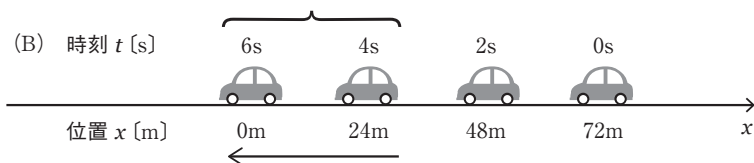
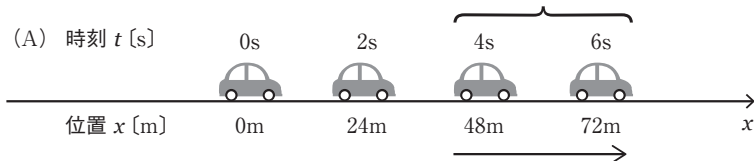
〇〇の変化 = (変化 の値) - (変化 の値)

秘

テクニク

〇〇の変化 = () - ()

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 $\Delta t =$ (の時刻) - (の時刻) だから

$$\Delta t = \text{ s} - \text{ s} = \text{ s}$$

⬇ 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 $\Delta x =$ (の位置) - (の位置) だから(A) の場合: $\Delta x = \text{ m} - \text{ m} = \text{ m}$ (B) の場合: $\Delta x = \text{ m} - \text{ m} = \text{ m}$

POINT

位置の変化 $\Delta x \Rightarrow$ ⬇ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ は何を表しているか？あたりの を表している \Rightarrow という。(A) の場合: $v = \frac{\text{ m}}{\text{ s}} = \text{ m/s}$ (B) の場合: $v = \frac{\text{ m}}{\text{ s}} = \text{ m/s}$

POINT

速度 $v =$

⬇ 速度と速さはどこが違うのか？

POINT

速度 \Rightarrow 速さ \Rightarrow

2

相対速度

◎ 解説動画



＼押さえよ／

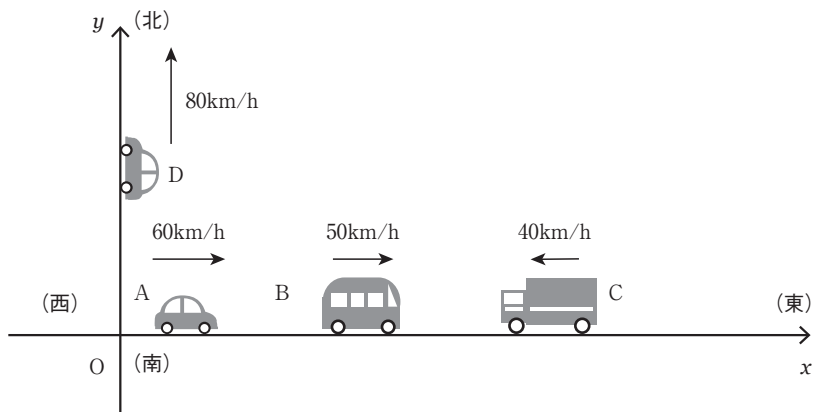


A から見た B の速度

$v_{AB} =$

(A に対する B の)

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

=

km/h (向きに km/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

=

km/h (向きに km/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？

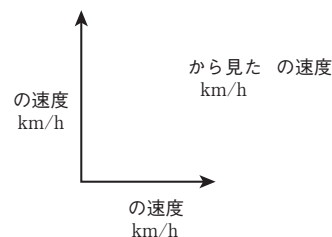
解答

=

km/h (向きに km/h) …… 答

⬇ 乗用車 A から見た乗用車 D の速さは何 km/h か？

解答



km/h …… 答

秘

テクニック

を引く

3

$x-t$ グラフと $v-t$ グラフ

◎ 解説動画



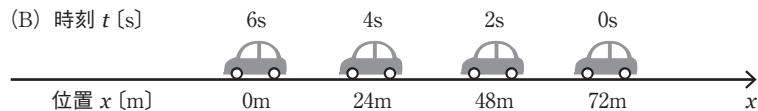
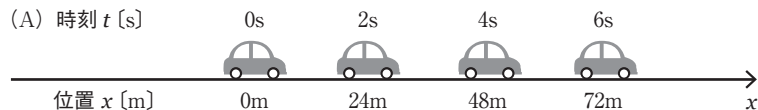
＼押さえよ／



$x-t$ グラフの傾き \Rightarrow

$v-t$ グラフと横軸の間の面積 \Rightarrow

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。

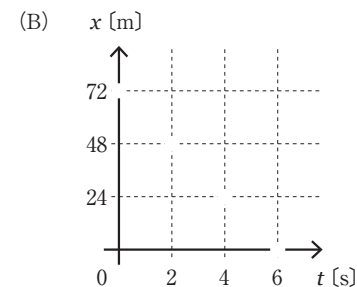
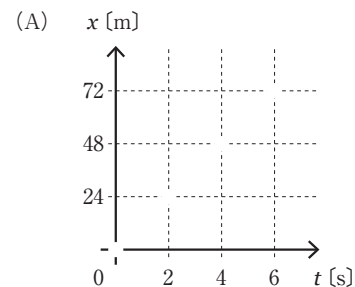
(A) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{72\text{m}}{6\text{s}} = 12\text{ m/s}$

(B) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-72\text{m}}{6\text{s}} = -12\text{ m/s}$

復習

速度 $v =$

⬇ $x-t$ グラフをかいてみよう。



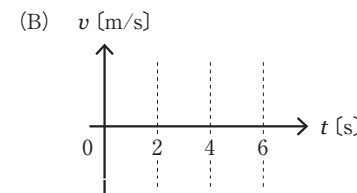
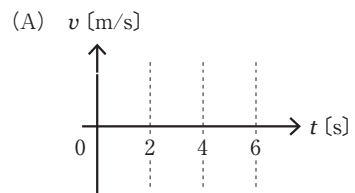
⬇ $x-t$ グラフの傾きは何を表しているか？

POINT



$x-t$ グラフの傾き \Rightarrow

⬇ $v-t$ 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 \Rightarrow

4

加速度

◎ 解説動画



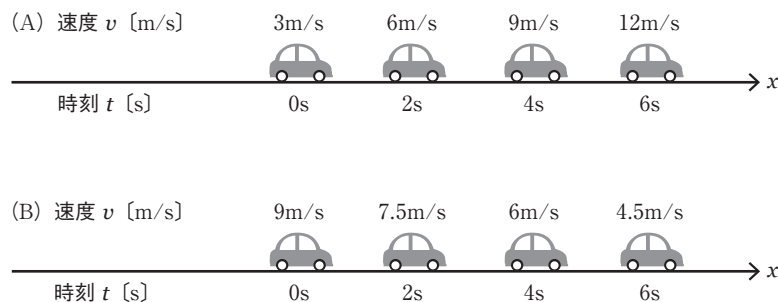
\ 押さえよ /


 加速度 $a = \text{——}$ \Rightarrow あたりの

復習

 速度 $v = \text{——}$ \Rightarrow あたりの

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？

 あたりの を表している \Rightarrow

POINT


 加速度 $a = \text{——}$ \Rightarrow 1 秒当たりの速度変化

⬇ (A)(B)それぞれの加速度を計算しよう。

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

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

POINT


 変位, 速度, 加速度 \Rightarrow

⬇ $v-t$ 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？

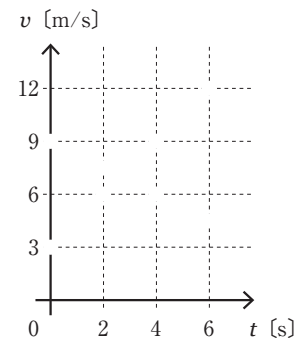
POINT


 $v-t$ グラフの傾き \Rightarrow

⬇ 0s から 4s までの(A)(B)それぞれの変位を計算しよう。

$$(A) \quad (\quad + \quad) \times \text{——} = \text{——} \text{ m}$$

$$(B) \quad (\quad \quad) \times \text{——} = \text{——} \text{ m}$$



復習

 変位 \Rightarrow グラフの

5

等加速度直線運動

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



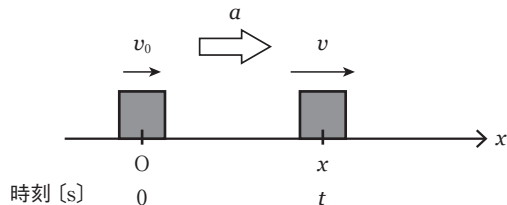
等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v =$ 公式 2. $x =$ 公式 3. $v^2 - \quad =$

物体が、加速度一定
の直線運動，すなわち
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。

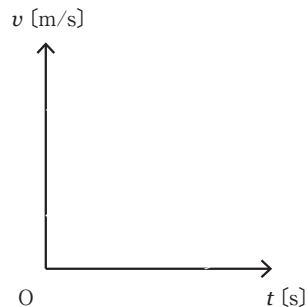
 $a =$ $=$ $v = \quad \dots \textcircled{1}$

⬇ $v-t$ グラフをかいてみよう。

①のグラフは，切片が \quad ，
傾きが \quad の \quad になる。

⬇ t 秒後の変位 x を求めよう。

復習

加速度 $a =$ 

復習

変位 \Rightarrow グラフの $x = (\quad + \quad) \times \quad$ $x = \quad \dots \textcircled{2}$

⬇ ①，②より t を含まない関係式を導こう。

①より

 $t =$

これを②に代入して

 $x =$ $=$ $=$

ゆえに

POINT



等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v =$ 公式 2. $x =$ 公式 3. $v^2 - \quad =$

6

等加速度直線運動
3 公式の使いかた

◎ 解説動画



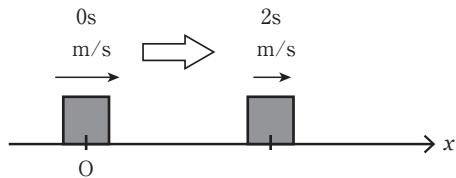
復習

公式 1. $v =$ 公式 2. $x =$ 公式 3. $v^2 - =$

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

において, , , として

 $a =$ 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

において, , , として

 $x =$ 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

において, , , として

 $x =$ 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

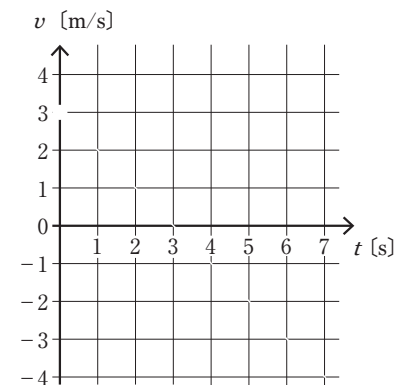
において, , , として

だから

 $t =$ 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 $v-t$ グラフの面積 \Rightarrow

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 という。重力加速度は 向きで、大きさ $g = \quad \text{m/s}^2$ である。

手に持った物体を静かにはなしたとき、物体は 運動する。この運動は、初速度が , 加速度が 向きで大きさ の運動である。

復習

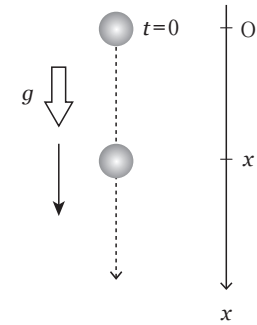
等加速度直線運動の3公式

公式 1. $v =$ 公式 2. $x =$ 公式 3. $v^2 - \quad =$

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

において, , として

 $v = \quad \cdots \cdots$ 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

において, , として

 $x = \quad \cdots \cdots$ 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

において, , として

だから

 $v = \quad \cdots \cdots$ 答

8

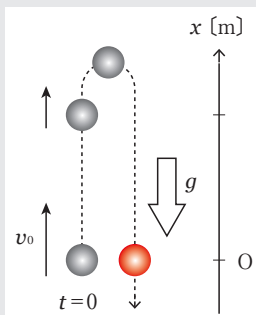
鉛直投げ上げ運動

◎ 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. $v =$ 公式 2. $x =$ 公式 3. $v^2 -$ $=$

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

において, として

 $v =$ 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

において, として

 $x =$ 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

において, , , として

 $t_1 =$ 答

POINT



最高点 ⇒ 速度の鉛直成分が

つづき /

Q

(4) 最高点の座標 x_1 [m] を求めよ。

解答

において, , , として

 $x_1 =$ 答

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

において, , , として

だから

 $t_2 =$ 答

つづき /

Q

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

解答

において, , , として

だから

 $v_2 =$ 答

9

水平投射

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



放物運動

水平方向 ⇒

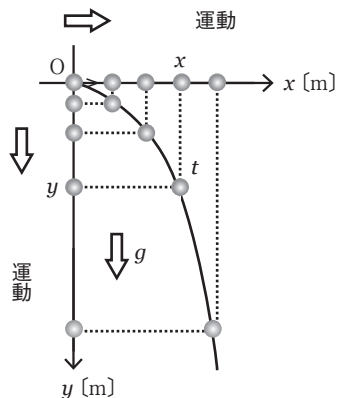
運動

鉛直方向 ⇒

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。

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、

$$v_x =$$

$$x = \dots \textcircled{1}$$

⬇ 鉛直(y 軸)方向の運動について考えよう。

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
を用いて

$$v_y =$$

を用いて

$$y = \dots \textcircled{2}$$

⬇ 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

$$t =$$

これを②に代入して

$$y =$$

$$=$$

経路は投げ出した点を頂点とする になる。

POINT



放物運動

水平方向 ⇒

運動

鉛直方向 ⇒

運動

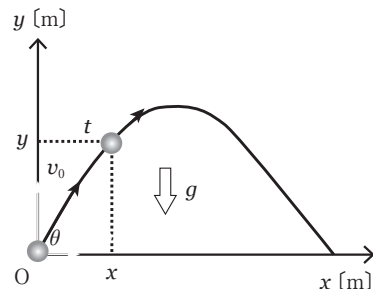
10

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 [m/s] の 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

$$v_x = \quad, \quad x = \quad \dots \textcircled{1}$$

⬇ 鉛直(y 軸)方向の運動について考えよう。

初速度 [m/s]，加速度 [m/s²] の 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，

$v =$ を用いて

$$v_y =$$

$x =$ を用いて

$$y = \quad \dots \textcircled{2}$$

⬇ 経路を表す式を求めよう。

①，②式より を消去すればよいから

①より

$$t =$$

これを②に代入して

$$y =$$

$$=$$

経路は を通る になる。

復習

放物運動

水平方向 \Rightarrow 運動

鉛直方向 \Rightarrow 運動

11

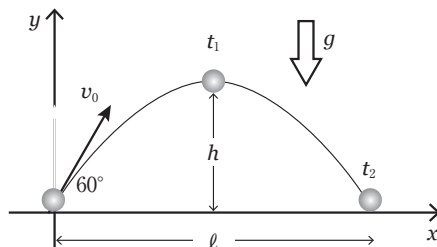
斜方投射②

◎ 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 , 大きさ \Rightarrow 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

を用いて

$=$ $t_1 =$ 答

つづき /

Q

(3) 最高点の高さ h を求めよ。

解答

を用いて

$=$ $h =$ 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

を用いて

$=$

ここで だから

$t_2 =$ 答

つづき /

Q

(5) 水平到達距離 l を求めよ。

解答

$l =$

$l =$ $=$ 答

復習

放物運動

水平方向 \Rightarrow 運動

鉛直方向 \Rightarrow 運動

12

力の表しかた

◎ 解説動画

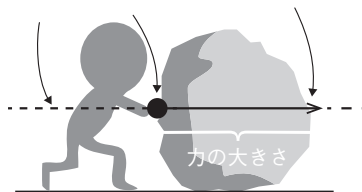


❶ 力とは何か？

力とは、物体を させたり、物体の運動状態を させたりする原因となるもの。

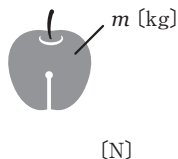
❷ 力はどうように表されるか？

力は速度や加速度と同様に大きさと向きをもつ であり、矢印を用いて表される。力の大きさを表す単位は [] 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 といい、物体に対して 向きにはたらく。質量 $m[\text{kg}]$ の物体にはたらく重力の大きさ()は [N] である。

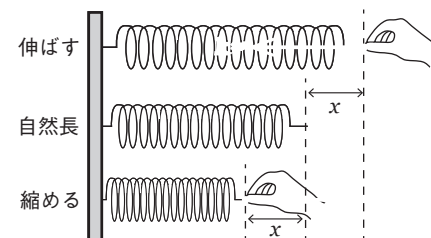


● 弾性力…伸びたり縮んだりしているばねが、もとの長さ(自然長)にもどろうとして、他の物体に及ぼす力という。弾性力の大きさは の法則で表される。

POINT

フックの法則 $F =$ $F[\text{N}]$: 弾性力の大きさ $k[\text{N/m}]$: ばね定数 $x[\text{m}]$: 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 という。

張力



● 抗 力…面が物体を押す力を と いう。

抗力



※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



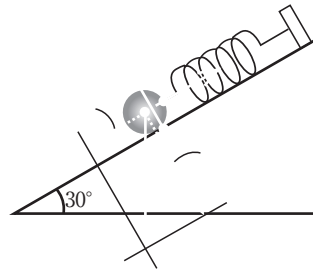
\ 押さえよ /



物体にはたらく力の見つけかた

1. 2. (3.)

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.
2.
(3.)

⬇ 力のつりあいの式を立てよう。

力のつりあい

に な方向

…①

に な方向

…②

⬇ ばねの伸びを求めよう。

より $x =$

⬇ 斜面が小球に及ぼす抗力の大きさを求めよう。

より $R =$

14

力のつりあい

◎ 解説動画



\ 押さえよ /

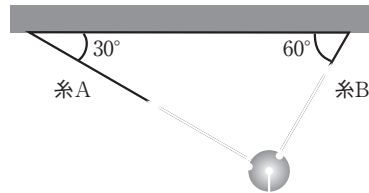


または

をしている物体



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

テクニック

または

をしている物体



⬇ 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.

2.

(3. 慣性力)

⬇ 力のつりあいの式を立てよう。

力のつりあい

方向： …①

方向： …②

⬇ 糸 A, B の張力 T_A , T_B の大きさを求めよう。

 $T_A =$ $T_B =$

15

物体が面から離れる条件

◎ 解説動画



\ 押さえよ /

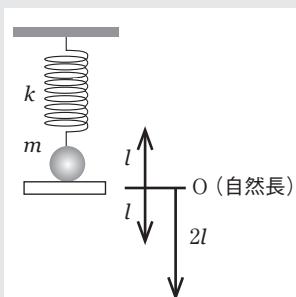


物体が面から離れる ⇔

\ 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。



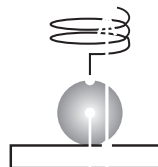
\ つづき /

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

より

 $R =$ 答

秘

テクニック

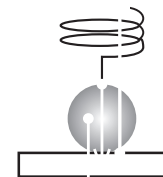
静止または等速直線運動
をしている物体 ⇒

\ 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

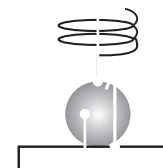
より

 $R =$ 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

より

 $R =$ 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。

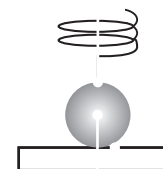
秘

テクニック

物体が面から離れる ⇔

解答

より

 $l =$ 答

16

作用・反作用の法則

◎ 解説動画



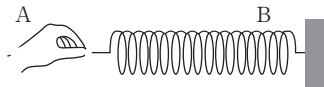
\ 押さえよ /



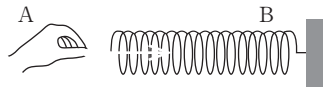
作用・反作用の法則

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、向きの力がはたらく。

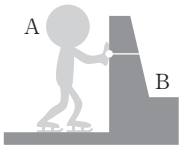
手AがばねBを引く力



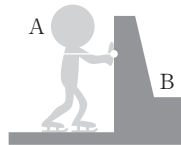
ばねBが手Aを引く力



人Aが壁Bを押す力

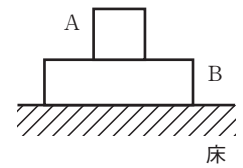


壁Bが人Aを押す力

\ 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。

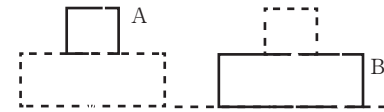


\ つづき /

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

⇒

..... 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●を押し力」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

と

..... 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 :

B :

B が A に及ぼす抗力の大きさ R_A は

..... 答

床が B に及ぼす抗力の大きさ R_B は

..... 答

17

圧力

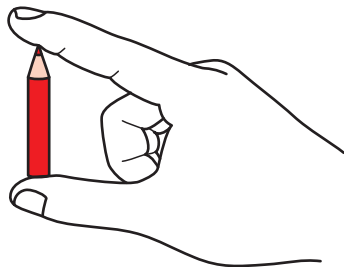
◎ 解説動画



\ 押さえよ /

圧力 $P =$

面を押す力のはたらきは、 m^2 あたりの面を に押す の大きさで表される。これを 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

圧力 $P =$

上の式から、圧力の単位は だとわかる。これを [] と表す。

【水压】

水から受ける圧力を 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

密度 $\rho =$

解答

したがって

 $m =$ ⬇ 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

 $=$ ⬇ 水の柱の重さによる圧力は何 $[\text{Pa}]$ か？

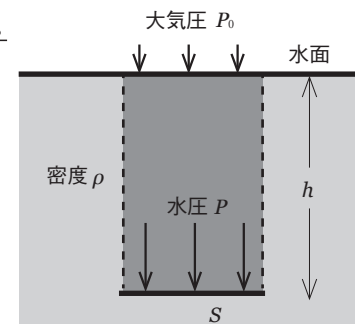
解答

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

解答

 $P =$

POINT

水压 $P =$ 

18

浮力①

◎ 解説動画



\ 押さえよ /



アルキメデスの原理

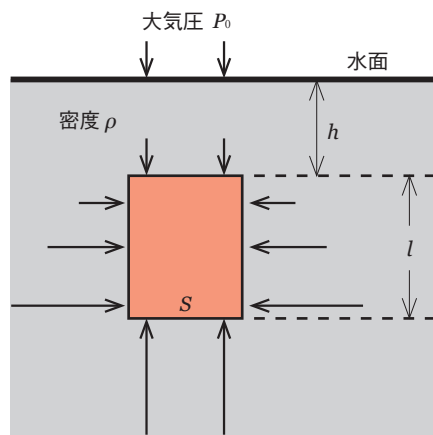
液体(気体)中にある物体が、受ける浮力の大きさは、
物体が している (気体)の重さに等しい。

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

 $P =$

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

向きで

⬇ 物体の下面が受ける水圧は、どちら向きでいくらか？

解答

向きで

⬇ 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

⬇ 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

向きで

POINT



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

19

浮力②

◎ 解説動画



復習

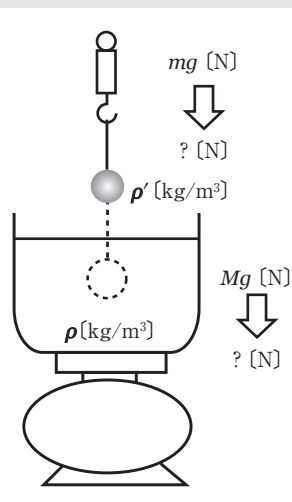
$$\text{浮力 } F = \left(\begin{array}{l} \rho : \text{液体の密度} \\ V : \text{物体の体積} \end{array} \right)$$

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すと、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

テクニック

接触している 2 物体 ⇒

復習

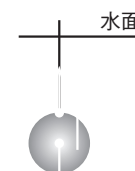
密度 $\rho =$

解答

バネばかりの目盛りは、 の大きさ
と同じ値になる。

おもりにはたらく力のつりあい

液体中のおもりにはたらく力



ここで、おもりの体積 $V =$ だから

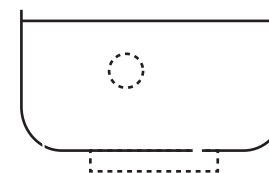
$$T = \quad \text{[N]} \cdots \text{答}$$

解答

台ばかりの目盛りは、 の大き
さ と同じ値になる。

水槽にはたらく力のつりあい

水槽にはたらく力



$$R = \quad \cdots \text{答}$$

20

力のモーメント

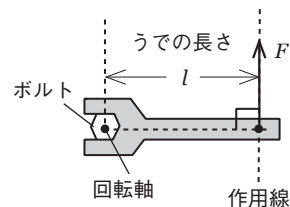
◎ 解説動画



\ 押さえよ /

力のモーメント M

物体を回転させるはたらきを
 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() l の両方に比例し、次のように表される。



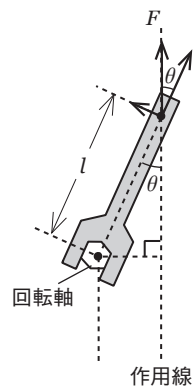
POINT

力のモーメント M

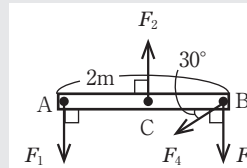
右図ではうでの長さは、
 である。したがって、この場合の力のモーメント M は

$$M =$$

となる。これを と 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、時計まわりを 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

$$M_1 = \quad = \quad \text{[Nm]}$$

$$M_2 = \quad = \quad \text{[Nm]}$$

$$M_3 = \quad = \quad \text{[Nm]}$$

$$M_4 = \quad = \quad \text{[Nm]} \cdots \cdots \text{答}$$