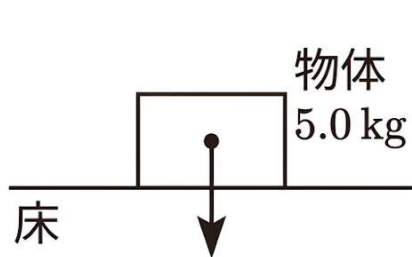


No.7 力を表現する数式

1. 重力質量と重力の計算 次の(1), (2)について、地球上および月面上ではたらく重力を求めよ。

ただし、地球上の重力加速度を $9.8[\text{m/s}^2]$ 、月面上の重力加速度を $1.6[\text{m/s}^2]$ とする。

【例題】物体にはたらく重力



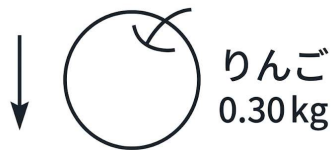
地球上

$$W_{\text{地}} = 5.0 \times 9.8 = 49\text{N}$$

月面上

$$W_{\text{月}} = 5.0 \times 1.6 = 8.0\text{N}$$

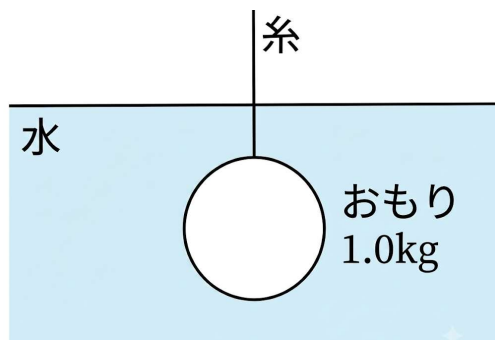
(1) 落下中のりんごにはたらく重力



地球上

月面上

(2) 水中のおもりにはたらく重力



地球上

月面上

2. 慣性質量の定義 次の問いに答えよ。

【例題】体積が 2.0 m^3 の水の質量は何kgか。
ただし、水の密度を 1000 kg/m^3 とする。

【解】 $m = \rho V$ より、 $1000\text{kg/m}^3 \times 2.0\text{m}^3 = 2.0 \times 10^3 \text{ kg}$

(1) 体積が 0.50 m^3 の鉄の塊の質量は何 kg か。
ただし、鉄の密度を 7800 kg/m^3 とする。

(答)

(2) 体積が 50 m^3 の教室の中にある空気の質量は何 kg か。ただし、空気の密度を 1.2 kg/m^3 とする。

(答)

(3) ある金属の塊は、体積が 2.0 m^3 で、質量が 5400 kg だった。この金属の密度は何 kg/m^3 か。

(答)

(4) ある木材の密度は 500 kg/m^3 で、その質量が 1500 kg だった。この木材の体積は何 m^3 か。

(答)

3. 運動量 次のそれぞれの場合について、運動量の大きさ p [kg・m/s]と向きを求めよ。

【例題】質量0.60kgのバスケットボールが右向きに13m/sの速さで進んでいるときの運動量

【解】 $p=mv$ より、 $0.60\text{kg}\times 13\text{m/s}=7.8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

(答) 右向きに $7.8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

(1)質量0.44kgのサッカーボールが北に向かって25m/sの速さで進んでいるときの運動量

大きさ:

向き:

(2)質量0.15kgの野球ボールが南に向かって144km/hの速さで進んでいるときの運動量

大きさ:

向き:

4. 水平方向の運動① なめらかな水平面上での物体の運動について、次の問いに答えよ。なお、加速度や力については、向きと大きさを答えよ。

【例題】質量2.0kgの物体に、水平右向きに12Nの力を加えたとき、物体に生じる加速度を求めよ。

【解】 右向きを正の向きとする。運動方程式 $ma=F$ (力 F [N], 質量 m [kg], 加速度 a [m/s²])より、
 $2.0\times a=12$ $a=6.0$ [m/s²] (答) 右向きに 6.0m/s^2

(1)質量1.5kgの物体に、水平右向きに18Nの力を加えたとき、物体に生じる加速度を求めよ。

(答)

(2)質量4.5kgの物体に、水平右向きに27Nの力を加えたとき、物体に生じる加速度を求めよ。

(答)

(3)質量4.0kgの物体に力を加えると、水平右向きに 6.0m/s^2 の加速度を生じた。加えた力を求めよ。

(答)

(4)ある物体が水平右向きに13Nの力を受けたところ、右向きに 2.6m/s^2 の加速度が生じた。この物体の質量を求めよ。

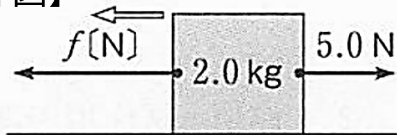
(答)

5. 水平方向の運動② なめらかなで水平な床の上での物体の運動について、物体にはたらく水平方向の力を作図して、運動方程式を立てよ。

次に(1)～(5)で指定された量を求めよ。

【例題】質量 2.0kg の物体に、水平右向きに 5.0N 、左向きに大きさ $f[\text{N}]$ の力を加えたところ、 2.0m/s^2 の加速度が生じた。このときの力の大きさ $f[\text{N}]$ 。

【作図】



【解】左向きを正の向きとする。運動方程式 $ma=F$ (力 $F[\text{N}]$ は運動方向の力の合力であることに注意)より、

【運動方程式】 $2.0 \times 2.0 = f - 5.0$ より (答) $f = 9.0\text{N}$

(1)質量 6.0kg の物体に、右向きに 15N の力を加えた時の物体の加速度

【作図】



【運動方程式】

(答)

(2)質量 4.0kg の物体に、右向きに 36N 、左向きに 24N の力を加えた時の物体の加速度

【作図】

物体



【運動方程式】

(答)

(3)質量 3.0kg の物体に、右向きに 21N 、左向きに 54N の力を加えた時の物体の加速度

【作図】

物体



【運動方程式】

(答)

(4)質量 2.0kg の物体に、糸で右向きに $T[\text{N}]$ の力を加えたところ、右向きに 4.0m/s^2 の加速度が生じた。このときの糸の張力 $T[\text{N}]$

【作図】

物体

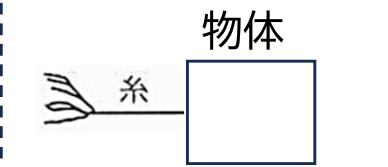


【運動方程式】

(答)

(5)質量1.2kgの物体に、糸で左向きに S [N]の力を加えたところ、左向きに 6.0m/s^2 の加速度が生じた。このときの糸の張力 S [N]

【作図】



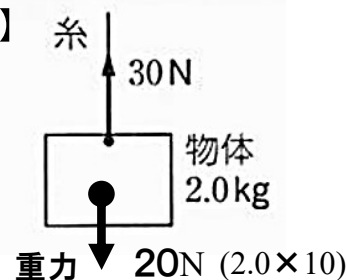
【運動方程式】

(答)

6. 鉛直方向の運動 軽い糸でつるした物体の運動について、物体にはたらく力を作図して、運動方程式を立てよ。次に(1)～(3)で指定された量を求めよ。

【例題】質量 2.0kg の物体を、鉛直上向きに 30N 、の力を加えたときの物体の加速度。

【作図】



【解】鉛直上向きを正の向きとする。 $ma=F$ より、

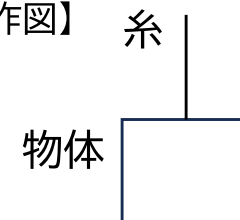
【運動方程式】

$$2.0 \times a = 30 - 20 \text{ より} \quad (\text{答}) \text{ 鉛直上向きに } 5.0\text{m/s}^2$$

(1)質量 3.0kg の物体に、糸で鉛直上向きに 18 [N]の力を加えた。このとき生じた物体の加速度。

【運動方程式】

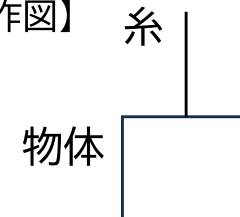
【作図】



(答)

(2)質量 1.5kg の物体を糸で引いたところ、鉛直上向きに 4.0m/s^2 の加速度が生じた。このときの糸の張力。

【作図】

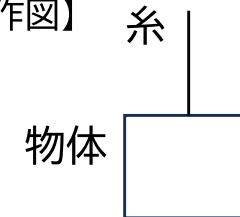


(答)

【運動方程式】

(3)質量 2.0kg の物体を糸で引いたところ、鉛直下向きに 2.5m/s^2 の加速度が生じた。このときの糸の張力。

【作図】

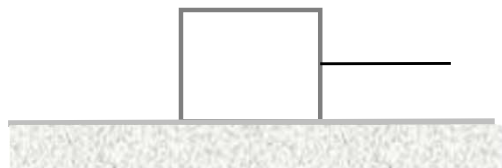


(答)

【運動方程式】

時間調整の問題：時間に余裕のある人は取り組んでください。

- ① あらい水平面上にある質量 1.5kg の物体に、右向きに 7.0N の張力を加えたところ、左向きに 4.0N の摩擦力を受けながら、物体は運動した。重力加速度の大きさは 10m/s^2 とする。



- (1) 物体にはたらく力を上図に図示せよ。
(2) 鉛直方向に関する力のつり合いの式から、床が物体を支える力(垂直抗力)を求めよ。

【力のつり合いの式】

(答) _____

- (3) 水平方向に関する運動方程式から、物体の加速度がどの向きに何 m/s^2 になるか求めよ。

【運動方程式】

(答) _____

- ② あらい水平面上にある質量 2.0kg の物体に、右向きに 20N の張力を加えたところ、物体は 2.0m/s^2 の加速度で運動した。重力加速度の大きさは 10m/s^2 とする。



- (1) 物体にはたらく力を上図に図示せよ。
(2) 床が物体を支える力(垂直抗力)を求めよ。

(答) _____

- (3) 物体にはたらく摩擦力は、どの向きに何Nか。

(答) _____

No.7 力を表現する数式(解答)

1. 重力質量と重力の計算

(1) 落下中のりんごにはたらく重力

$$\begin{array}{c} \text{有効数字2桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ \text{地球上} \quad W_{\text{地}} = 0.30 \times 9.8 = 2.94 \approx 2.9\text{N} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{有効数字2桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ \text{月面上} \quad W_{\text{月}} = 0.30 \times 1.6 = 0.48\text{N} \end{array}$$

(2) 水中のおもりにはたらく重力

$$\begin{array}{c} \text{有効数字2桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ \text{地球上} \quad W_{\text{地}} = 1.0 \times 9.8 = 9.8\text{N} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{有効数字2桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ \text{月面上} \quad W_{\text{月}} = 1.0 \times 1.6 = 1.6\text{N} \end{array}$$

2. 慣性質量の定義

$$\begin{array}{c} \text{有効数字4桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ (1) \quad m = \rho V \text{ より、} 7800\text{kg/m}^3 \times 0.50\text{m}^3 = \underline{3.9 \times 10^3 \text{ kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{有効数字2桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ (2) \quad m = \rho V \text{ より、} 1.2\text{kg/m}^3 \times 50\text{m}^3 = \underline{60 \text{ kg}} \quad (6.0 \times 10\text{kg}) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{有効数字4桁} \quad 2\text{桁} \quad 2\text{桁} \\ (3) \quad \rho = \frac{m}{V} \text{ より、} 5400\text{kg/m}^3 \div 2.0\text{m}^3 = \underline{2.7 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^3} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{有効数字4桁} \quad 3\text{桁} \quad 3\text{桁} \\ (4) \quad V = \frac{m}{\rho} \text{ より、} 1500\text{kg} \div 500\text{kg/m}^3 = \underline{3.00\text{m}^3} \end{array}$$

3. 運動量

$$(1) \quad p = mv \text{ より、} 0.44\text{kg} \times 25\text{m/s} = 11\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\text{大きさ: } 11\text{kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{向き: } \text{北向き}$$

$$(2) \quad 1\text{km} = 1000\text{m} \quad 1\text{h} = 3600\text{s}$$

$$\begin{aligned} 144\text{km/h} &= 144 \times \text{km} \div \text{h} \\ &= 144 \times 1000\text{m} \div 3600\text{s} \\ &= 40\text{m/s} \text{ であるから、} \end{aligned}$$

$$p = mv \text{ より、} 0.15\text{kg} \times 40\text{m/s} = 6.0\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\text{大きさ: } 6.0\text{kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{向き: } \text{南向き}$$

4. 水平方向の運動①

$$(1) \quad ma = F \text{ より、} 1.5\text{kg} \times a \text{ [m/s}^2\text{]} = 18\text{N}$$

$$\text{これより、} a = 12\text{m/s}^2 \quad \text{右向きに} \underline{12\text{m/s}^2}$$

$$(2) \quad ma = F \text{ より、} 4.5\text{kg} \times a \text{ [m/s}^2\text{]} = 27\text{N}$$

$$\text{これより、} a = 6.0\text{m/s}^2 \quad \text{右向きに} \underline{6.0\text{m/s}^2}$$

$$(3) \quad ma = F \text{ より、} 4.0\text{kg} \times 6.0\text{m/s}^2 = 24\text{N}$$

$$\text{右向きに} \underline{24\text{N}}$$

$$(4) \quad ma = F \text{ より、} m[\text{kg}] \times 2.6\text{m/s}^2 = 13\text{N}$$

$$\text{これより、} m = \underline{5.0\text{kg}}$$

5. 水平方向の運動②

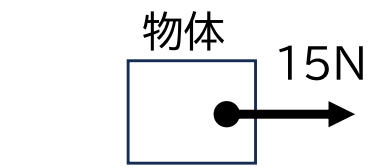
(1) 右向きを正の向きとする。

【運動方程式】

$$6.0 \times a = 15$$

$$\text{(答)} \quad a = 2.5 \text{ m/s}^2$$

【作図】



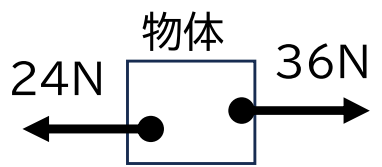
(2) 右向きを正の向きとする。

【運動方程式】

$$4.0 \times a = 36 - 24$$

$$\text{(答)} \quad a = 3.0 \text{ m/s}^2$$

【作図】



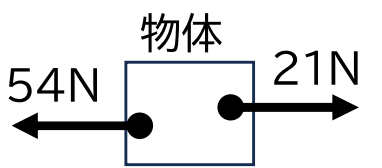
(3) 左向きを正の向きとする。

【運動方程式】

$$3.0 \times a = 54 - 21$$

$$\text{(答)} \quad a = 11 \text{ m/s}^2$$

【作図】



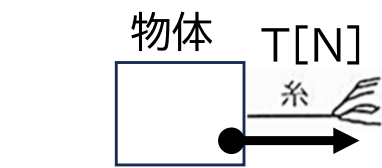
(4) 右向きを正の向きとする。

【運動方程式】

$$2.0 \times 4.0 = T$$

$$\text{(答)} \quad T = 8.0 \text{ N}$$

【作図】



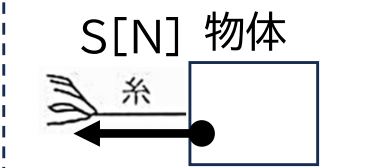
(5) 左向きを正の向きとする。

【運動方程式】

$$1.2 \times 6.0 = S$$

$$\text{(答)} \quad S = 7.2 \text{ N}$$

【作図】



6. 鉛直方向の運動

(1)

鉛直上向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】

$$3.0 \times a = 18 - 30$$

$$a = -4.0 \text{ m/s}^2 \text{ より } \text{(答)} \quad \text{鉛直下向き } 4.0 \text{ m/s}^2$$

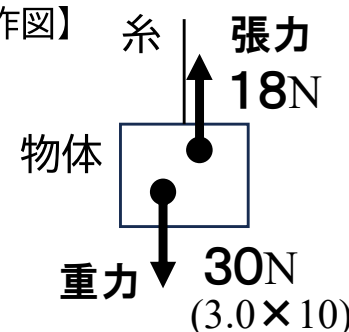
鉛直下向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】

$$3.0 \times a = 30 - 18$$

$$a = 4.0 \text{ m/s}^2 \text{ より } \text{(答)} \quad \text{鉛直下向き } 4.0 \text{ m/s}^2$$

【作図】

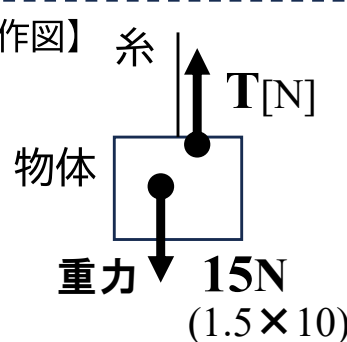


(2) 張力の大きさを $T[\text{N}]$ とする。【作図】

鉛直上向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】

$$1.5 \times 4.0 = T - 15$$



これより $T = 21[\text{N}]$ (答) 鉛直上向き $21[\text{N}]$

鉛直下向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】 $1.5 \times (-4.0) = 15 - T$

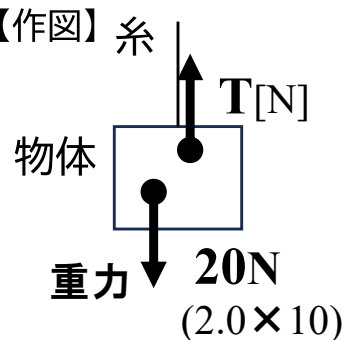
これより $T = 21[\text{N}]$ (答) 鉛直上向き $21[\text{N}]$

(3) 張力の大きさを $T[\text{N}]$ とする。【作図】

鉛直上向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】

$$2.0 \times (-2.5) = T - 20$$



これより $T = 15[\text{N}]$ (答) 鉛直上向き $15[\text{N}]$

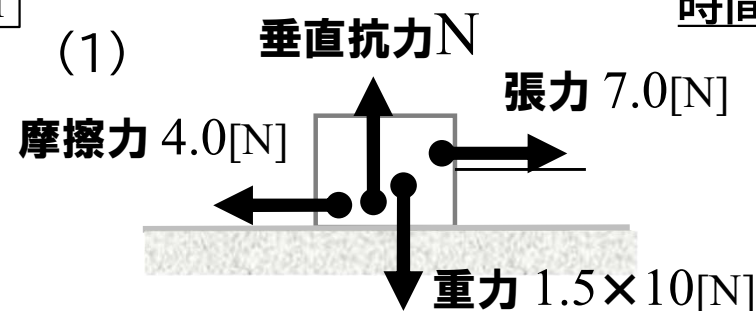
鉛直下向きを正の向きとする場合。

【運動方程式】 $2.0 \times 2.5 = 20 - T$

これより $T = 15[\text{N}]$ (答) 鉛直上向き $15[\text{N}]$

1

(1)



(2) 鉛直方向の力のつり合いの式は、上向きを正の向きとすると、 $N - 1.5 \times 10 = 0$

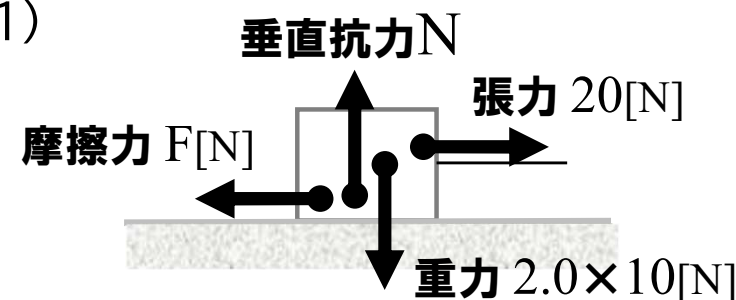
これより垂直抗力 N は、(答) $N = 15[\text{N}]$

(3) 水平方向に関する運動方程式は、右向きを正の向きとすると、 $1.5 \times a = 7.0 - 4.0$

これより、 $a = 2.0[\text{m/s}^2]$ 右向きに $2.0[\text{m/s}^2]$

2

(1)



(2) 鉛直方向の力のつり合いの式は、上向きを正の向きとすると、 $N - 2.0 \times 10 = 0$

これより垂直抗力 N は、(答) $N = 20[\text{N}]$

(3) 水平方向に関する運動方程式は、右向きを正の向きとすると、 $2.0 \times 2.0 = 20 - F$

これより、 $F = 16[\text{N}]$ 左向きに $16[\text{N}]$