

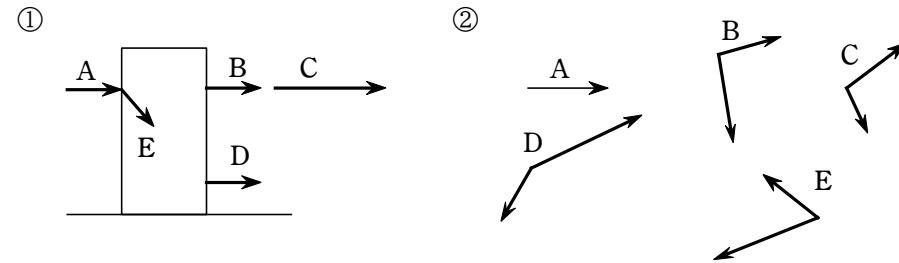
力のつりあい

19. 力と何か

(1) 力とは速度を変化させるものである。このことに注意して。次の物体に力は作用しているか、力が作用している場合その方向を答えよ。

- ① 物体Aは右向きに加速した。
- ② 物体Bは下向きに落下した。
- ③ 物体Cは左向きに等速で移動した。
- ④ 物体Dは静止していた。
- ⑤ 右向きに動いていた物体が減速して静止した。

(2) 次の力Aと同じ力はどれか。すべて答えよ。



20. 運動方程式

(1) 1Nとは1kgの物体に 1m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさである。これを基にして次の加速度を生じさせる力の大きさはいくらか

- ① 1kgの物体に 2m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさはいくらか
- ② 2kgの物体に 1m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさはいくらか
- ③ 2kgの物体に 3m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさはいくらか
- ④ $m[\text{kg}]$ の物体に $a[\text{m/s}^2]$ の加速度を生じさせる力の大きさはいくらか

(2) 地球上の物体は 9.8m/s^2 の加速度（重力加速度）で落下する。これは落下中の物体に力が作用しているためである。これについて以下の問いに答えよ。

- ① 質量1kgの物体に作用する重力の大きさはいくらか
- ② 質量10kgの物体に作用する重力の大きさはいくらか

(3) 地球上の物体は重力加速度 g で落下する。これについて以下の問いに答えよ。

- ① 質量 m の物体に作用する重力の大きさはいくらか
- ② 質量 $2m$ の物体に作用する重力の大きさはいくらか

21. 重力

(1) 次の物体に作用する重力の大きさはいくらか。

- ① 空中にある4kgの物体（重力加速度の大きさを 10m/s^2 とする）
- ② 机の上にある4kgの物体（重力加速度の大きさを 10m/s^2 とする）
- ③ 質量 $m[\text{kg}]$ の物体に作用する重力（重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする）

(2) 質量1kgの物体が次のような運動をしている。重力の大きさはいくらか。重力加速度を 10m/s^2 とする。

- ① 物体にひもを結びつけ上向きに 2m/s^2 で加速している。
- ② ①と同じようにして 2m/s の等速で持ち上げた。

解説

(1) 力とは速度を変化させるものである。

- ① 右向き ② 下向き ③ 力は作用していない。 ④ 力は作用していない。
- ⑤ 左向き 減速した場合は速度と逆方向に加速している。

(2) ① 同一作用線上同じ向き同じ大きさの力は、物体に同じ速度変化をさせるので同じ力である。 よって、 B

- ② 合成した力と元の2本の力は物体に同じ速度変化をさせるので同じ力である。合力が同一作用線上にある同じ大きさ同じ方向になる力は C

解説

(1) ① 2N ② 2N ③ 6N ④ $ma[\text{N}]$

(2) ① 9.8N ② 98N

(3) ① mg ② $2mg$

解説

(1) 重力は空中であろうが地上であろうが同様に作用する。

- ① 40N ② 40N ③ $mg[\text{N}]$ 問題に単位があった場合は答えにも単位をつける

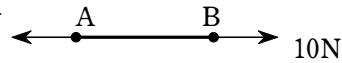
(2) どのような運動をしようとも重力の大きさは同じである。 ①②③いずれも10N

力のつりあい

③ ①と同じようにして下向きに 2m/s^2 で下ろした。

22. 張力

(1) 質量の無視できるひもABを右向きに10Nの力で引っ張った。



左向きにいくら力で引く必要があるか

(2) 質量 2kg の物体にひもをつけてつるした。重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。

- ① この物体に作用する重力の大きさはいくらか
- ② この物体を静止させているときひもの張力はいくらか
- ③ この物体を 2m/s で引き上げた。このひもの張力はいくらか
- ④ この物体を 2m/s で引き下げた。このひもの張力はいくらか

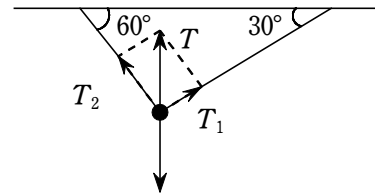
(3) 図のように天井から二本のひもを 30° と 60° になるように質量 4kg の物体をつるした。重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。

① このおもりに作用している重力の大きさはいくらか

② 2本の張力 T_1 と T_2 の合力 T の大きさと方向を求めよ。

③ 力 T と T_1 の間の角度は及び力 T と T_2 の間の角度は何度か

④ 力 T_1 と T_2 の大きさを求めよ。



(4) 右図のような天井と壁からA,B二本のロープを使い質量 4kg の物体をつるした。重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。

① このおもりに作用する重力の大きさはいくらか

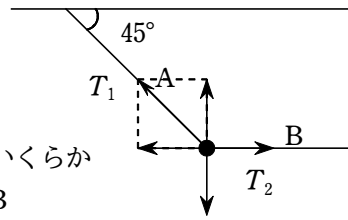
② ロープAの張力の大きさを T_1 、ロープB

の張力を T_2 とするとき、この張力の鉛直成分及び水平成分の大きさを T_1 を用いて表わせ。

③ この物体は鉛直方向に動かないことを利用して鉛直方向のつりあいの式を立てよ。

④ この物体は水平方向に動かないことを利用して水平方向のつりあいの式を立てよ。

⑤ 二本のロープの張力を求めよ。



23. 抗力

(1) 物体が面から受ける力を抗力という。抗力を面に水平な成分と面に垂直な成分に分解

解説

(1) 張力の両端に作用する二本の力は同一作用線上、逆向き、同じ大きさの力である。よって、 10N

(2) ① $2 \times 10 = 20\text{N}$

力とは物体の速度を変化させるものである。②③④いずれも物体の速度は変化していない。そのためこの物体に作用している重力には同一作用線上逆向き同じ大きさの張力が作用していることになる。よって、

②、③、④ともに張力は 20N

(3) ① $4 \times 10 = 40\text{N}$

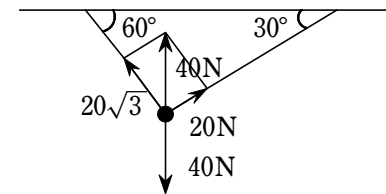
② この物体は動いていないので重力と同一作用線上逆向き同じ大きさの力が作用している。この力は張力である。よって、 40N

③ 力 T と T_1 の間の角度 60° 力 T と T_2 の角度 30°

④ 力 T を分解すればよい。

$$T_1 = T \cos 60^\circ = 40 \times \frac{1}{2} = 20\text{N}$$

$$T_2 = T \sin 60^\circ = 40 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3}\text{N}$$



(4) ① $4 \times 10 = 40\text{N}$

② 鉛直成分 $T_1 \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} T_1$

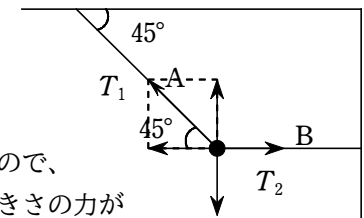
水平成分 $T_1 \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} T_1$

③ この物体は鉛直方向に速度変化を起さないで、鉛直方向の力は同一作用線上逆向き同じ大きさの力が

作用している。よって、 $\frac{\sqrt{2}}{2} T_1 = 40$

④ ③と同様に水平方向も成立 $\frac{\sqrt{2}}{2} T_1 = T_2$

⑤ ③④を連立して解くと $T_1 = 40\sqrt{2}\text{N}$ $T_2 = 40\text{N}$



解説

(1) 抗力の面に対する水平成分が摩擦力である。摩擦力 $= 20 \cos 60^\circ = 10\text{N}$

抗力の面に対する垂直成分が垂直抗力である。垂直抗力 $= 20 \sin 60^\circ = 10\sqrt{3}\text{N}$

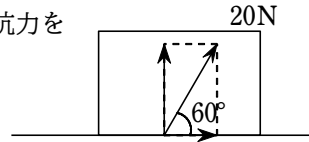
(2)

① 重力が 20N であるので、垂直抗力は 20N 、水平方向には力が作用していないので、摩擦力は 0 、よって抗力は垂直抗力と等しく 20N である。

力のつりあい

した時の水平成分を摩擦力といい、垂直成分を垂直抗力という。

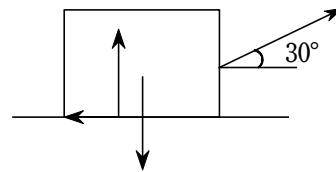
右図のようにある物体が水平面から 60° 上方に 20N の抗力を受けている時、この物体が面から受ける摩擦力と垂直抗力の大きさを求めよ。



(2) 水平な摩擦のある机の上に 2kg の物体を静かにおいた。これについて以下の問いに答えよ。

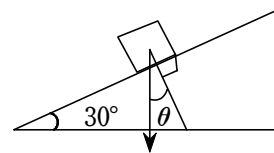
- ① この物体に作用している垂直抗力、摩擦力、抗力の大きさをそれぞれ求めよ。次にこの物体に 10N の力を水平に加えたところこの物体は動かなかった。
- ② この物体に作用している垂直抗力、摩擦力、抗力の大きさをそれぞれ求めよ。次にこの物体に 20N の力を水平に加えたところこの物体は等速で動いた。
- ③ この物体に作用している垂直抗力、摩擦力、抗力の大きさをそれぞれ求めよ。

(3) 右図のように粗い水平面上に 4kg の物体を置き、水平より 30° 上方に 20N の力を加えた。この物体は動いていないとし、重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。



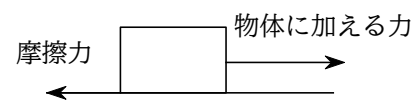
- ① 重力の大きさはいくらか
 - ② 張力の水平成分と鉛直成分を求めよ。
 - ③ 垂直抗力の大きさを N 、摩擦力の大きさを F として、物体が動いていないことに着目して方程式を立てよ。
 - ④ N, F の値及び抗力の大きさを求めよ。
- (4) 30° の斜面上に 4kg の物体が静止している。重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。

- ① 重力の大きさはいくらか
- ② 抗力の大きさはいくらか
- ③ 重力と面の垂直方向との角度 θ を求めよ。
- ④ 重力の面に垂直な成分と面に沿う方向の成分を求めよ。
- ⑤ 摩擦力の大きさはいくらか
- ⑥ 垂直抗力の大きさはいくらか



24. 摩擦力

(1) 右図のように粗い水平面上に置かれた物体に水平に様々な大きさの力を加えた時にその物体に作用する摩擦力の大きさの変化を調べた結果が下のグラフである。このグラフを見て以下の



- ② 水平方向に 10N の力が作用しておりこの物体は動いていないので摩擦力は 10N 。垂直抗力は鉛直方向のつりあいより重力と等しく 20N 。抗力は三平方の定理より、 $\sqrt{10^2 + 20^2} = 10\sqrt{5}\text{N}$
- ③ この物体は等速で動いているため、速度が変化していないので力がつりあっている。鉛直方向のつりあいより垂直抗力は 20N 、水平方向のつりあいより摩擦力は 20N 。抗力は三平方の定理より $20\sqrt{2}\text{N}$

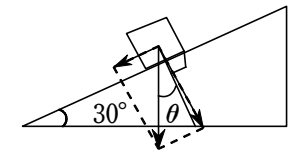
(3)

- ① $4 \times 10 = 40\text{N}$
- ② 水平成分 $20\cos 30^\circ = 10\sqrt{3}\text{N}$ 鉛直成分 $20\sin 30^\circ = 10\text{N}$
- ③ この物体は静止しているので力がつりあっている。張力の水平成分と摩擦力はつりあっている 摩擦力 $F = 10\sqrt{3}\text{N}$ 鉛直成分のつりあいより 上向きの張力の鉛直成分と垂直抗力 N の和が重力と等しくなる。よって、 $10 + N = 40$

- ④ $F = 10\sqrt{3}\text{N}$ 、 $N = 30\text{N}$

(4)

- ① 40N
- ② 抗力は重力とつりあっている よって、 40N
- ③ 直角三角形の相似より 30°
- ④ 面と水平成分は $40\sin 30^\circ = 20\text{N}$
面と垂直成分は $40\cos 30^\circ = 20\sqrt{3}\text{N}$
- ⑤ 面と垂直な成分は垂直抗力とつりあう 垂直抗力は $20\sqrt{3}\text{N}$
- ⑥ 面と水平な成分は摩擦力とつりあっている 摩擦力 $= 20\text{N}$



解説

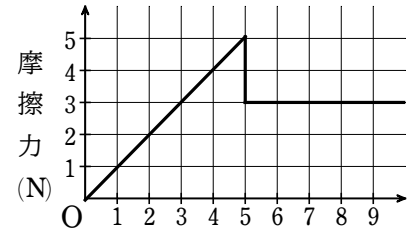
(1)

- ① グラフの最高点である。 5N ② グラフの水平になっている部分である 3N 摩擦力は最大摩擦力を超えるまでは物体が動かないので力の釣り合いが成立する。物体が動き始めたら動摩擦力になる。
- ③ 2N ④ 3N ⑤ 5N (最大摩擦力) ⑥ 3N (動摩擦力) 滑っている物体はすべて動摩擦力である。

力のつりあい

問いに答えよ。

- ① 最大摩擦はいくらか
- ② 動摩擦はいくらか



物体に加えた力(N)

この物体に以下の力を水平に加えた時にこの物体に作用する摩擦力の大きさを求めよ。

- ③ 2Nの力を加えた。
- ④ 3Nの力を加えた。
- ⑤ 5Nの力を加えた。
- ⑥ 6Nの力を加えた。

この物体を右向きに滑らせ、滑っている物体に右向きの力を加えた。

- ⑦ 6Nの力を加えた。
- ⑧ 5Nの力を加えた。
- ⑨ 3Nの力を加えた。
- ⑩ 2Nの力を加えた。

- ⑪ ⑩のときこの物体はいずれも静止する。2Nの力を静止した後も継続的に加えられた時、静止した直後この物体に作用する摩擦力はいくらか

- (2) 静止摩擦係数0.4、動摩擦係数0.3の水平な摩擦面に質量5kgの物体が置いてある。重力加速度の大きさを 10m/s^2 として以下の問いに答えよ。

- ① この物体に作用する重力はいくらか
- ② この物体に作用している垂直抗力はいくらか
- ③ 最大摩擦はいくらか
- ④ 動摩擦はいくらか

この物体に水平方向に次の力を加えた。摩擦力の大きさはいくらか。

- ⑤ 10Nの力を加えた。
- ⑥ 15Nの力を加えた。
- ⑦ 20Nの力を加えた。
- ⑧ 50Nの力を加えた。

水平面上を右向きに滑っている物体に右向きの力を加えた。

- ⑨ 50Nの力を加えた。
- ⑩ 20Nの力を加えた。
- ⑪ 15Nの力を加えた。
- ⑫ 10Nの力を加えた。

25. ばね

- (1) ばね定数とはばねを1m伸ばすのに必要な力の大きさである。ばね定数 100N/m 、自然長2mの質量の無視できるばねについて以下の問いに答えよ。

- ⑦⑧⑨⑩ いずれも 3N

- ⑪ 物体が静止すると力の釣り合いとなる。 2N

(2)

- ① $W = mg = 5 \times 10 = 50\text{N}$
- ② 重力と垂直抗力はつりあい関係 よって 50N
- ③ $F = \mu N = 0.4 \times 50 = 20\text{N}$
- ④ $F' = \mu' N = 0.3 \times 50 = 15\text{N}$
- ⑤ 10N ⑥ 15N ⑦ 20N (最大摩擦) ⑧15N (動摩擦)
- ⑨⑩⑪⑫ いずれも15N

解説

(1)

- ① ばね定数 100N/m とは、1m伸ばすのに必要な力が 100N 必要であるということであ

力のつりあい

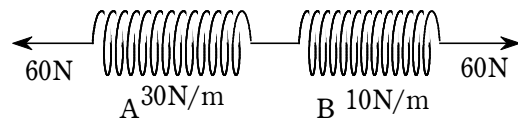
- ① このばねを2m伸ばすのに必要な力の大きさ
- ② このばねを2m縮める力の大きさ
- ③ このばねの両端を40Nの力で引張った時このばねは何mのびたか、また、このばねの長さは何mになったか
- ④ このばねの両端を40Nの力で押した。このばねの長さはいくらになったか。
- ⑤ 水平面上に置いたこのばねの片方を40Nの力で引っ張った。このばねは何m伸びたか
- ⑥ このばねの片方を固定して反対側を40Nの力で引張った。このばねは何m伸びたか
- ⑦ このばねに5kgの物体をつるしたとき、何m伸びたか。

重力加速度の大きさを 10m/s^2 とする。

(2) 右図のように

ばね定数 30N/m

のばねAと 10N/m の

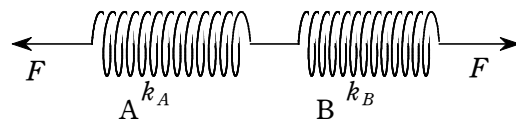


ばねBを直列につなぎ、両端を 60N の力で引張った。これについて以下の問いに答えよ。

- ① ばねAの両端に作用する力はいくらか
- ② ばねBの両端に作用する力はいくらか
- ③ ばねAは何mのびたか
- ④ ばねBは何m伸びたか
- ⑤ ばねA,Bは全体で何m伸びたことになるか
- ⑥ このばねA、Bをひとつのばねと考えた時、そのばねのばね定数はいくらになるか。

(3) 右図のようにばね定数 k_A のばねA

と k_B のばねBを直列につないだ時、この二つのばねをひとつと考えた時の



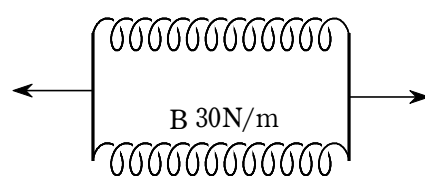
ばね定数を k_A 、 k_B で表わせ。

(4) 右図のようにばね定数 20N/m のばねA

と 30N/m のばねBを並列につなぎ

全体を 1m 伸ばした。これについて

以下の問いに答えよ。



- ① ばねA,Bはそれぞれ何mのびるか
- ② ばねAの両端にかかる力はいくらか
- ③ ばねBの両端にかかる力はいくらか
- ④ 2つのバネを引く力の大きさはそれぞれいくらか
- ⑤ このばねA,Bをひとつのばねと考えた時のばね定数はいくらになるか。

る。 2m 伸ばすのに 200N 必要となる。

- ② 同じだけばねを伸ばすのと縮めるのは同じ大きさの力である。よって、 200N
- ③ $F=kx$ より、 $40=100x$ $x=0.4\text{m}$ よって、 0.4m 伸びたことになり、ばねの長さが 2m であるので、ばねの長さは 2.4m となる。
- ④ ばねの両端を 40N で押したのであるから③と同じ計算により 0.4m 縮んだことになる。元のばねの長さが 2m なので、 1.6m の長さになっている。
- ⑤ ばねの両端に逆向きで同じ大きさの力を加えなければ、ばねは伸び縮みしない。よって、ばねの伸びは 0m
- ⑥ 片方を固定していれば、ばねは動かないので力がつりあっていることになり両端に同じ大きさの力 40N が加わったことになる。よって、 0.4m 伸びる
- ⑦ 5kg の物体に作用する重力の大きさは $5 \times 10 = 50\text{N}$ である。このばねは静止しているので両端に逆向きの力がかかっていることになり、ばねは伸びている。
 $F=kx$ より $50=100x$ で $x=0.5\text{m}$ 0.5m 伸びたことになる。

(2)

- ① ばねは静止しているために両端に同じ大きさの力がかかっている。Aは 60N
- ② ①と同じく 60N
- ③ ばね定数 30N/m で 60N の力である。 $F=kx$ より $60=30x$ $x=2$ 2m 伸びている。
- ④ ばね定数 10N/m で 60N の力である。よって、 6m 伸びている。
- ⑤ Aが 2m 、Bが 6m なので全体として 8m 伸びている。
- ⑥ 60N の力で 8m 伸びたことになるので $k = \frac{F}{x} = \frac{60}{8} = 7.5\text{N/m}$

(3) このばねに F の力がかかっているため、ばねA、Bともに F の力がかかっていることになる。

ばねAは $x_A = \frac{F}{k} = \frac{F}{k_A}$ 、ばねBは $x_B = \frac{F}{k} = \frac{F}{k_B}$ 伸びていることになる。

連結したばね全体の伸びは $x = x_A + x_B = \frac{F}{k_A} + \frac{F}{k_B}$ となる。

$F=kx$ より、 $F = k(\frac{F}{k_A} + \frac{F}{k_B})$ これより、 $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_B}$ $k = \frac{k_A k_B}{k_A + k_B}$

(4)

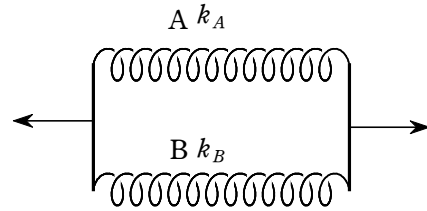
- ① A,Bは同じように伸びるのでA,Bともに 1m 伸びる
- ② ばねAは 20N/m なので、 1m 伸ばすのに 20N
- ③ ばねBは 30N/m なので、 1m 伸ばすのに 30N
- ④ 全体にかかる力はそれぞれのばねにかかる力の和である。よって、 50N
- ⑤ このばね全体を 1m 伸ばすのに 50N 必要なので、ばね定数は 50N/m

(5)

このばね全体を x 伸ばすとばねAには $k_A x$ 、ばねBには $k_B x$ であるから、全体にかかる力は $k_A x + k_B x$ である。全体のばね定数 k は

力のつりあい

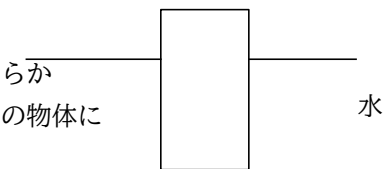
- (5) 右図のようにばね定数 k_A のばねAと、 k_B のばねBを並列につないだ、このばねを x 伸ばしたとして、この二つのばねを一つと考えた時のばね定数を求めよ。



$$k = \frac{F}{x} = \frac{k_A x + k_B x}{x} = k_A + k_B$$

26. 浮力

- (1) 密度とは物体 1m^3 あたりの質量である。空気の密度が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ であるとして以下の問いに答えよ。
- ① この空気 2m^3 の質量はいくらか
 - ② 空気の質量が 3.6kg であった。この気体の体積はいくらか
- (2) 水中にある 5kg の水塊について以下の問いに答えよ。重力加速度の大きさを $10\text{m}/\text{s}^2$ とする。
- ① この水塊に作用する重力の大きさはいくらか
 - ② この水塊は水中で静止している。このことに注目してこの水塊に作用する浮力の大きさを求めよ。
- (3) 水中に体積 1l 、質量 3kg の石の物体を沈めた。水の密度は 1l あたり 1kg であり、重力加速度の大きさは $10\text{m}/\text{s}^2$ として以下の問いに答えよ。
- ① この物体に作用する重力の大きさはいくらか
 - ② この物体と同じ体積の水の質量はいくらか
 - ③ この物体を水に置き換えたらこの物体は静止する。この点に注目してこの物体に作用する浮力の大きさを計算せよ。
 - ④ この物体の水中での重さはいくらか
- (4) 水中に密度 $4\text{kg}/\text{l}$ 、体積 5l の物体を水中に沈めた。水の密度を $1\text{kg}/\text{l}$ とし、重力加速度の大きさを $10\text{m}/\text{s}^2$ として以下の問いに答えよ。
- ① 水 5l の質量はいくらか、また、この水 5l に作用する重力の大きさはいくらか
 - ② 水中にある 5l の水塊に作用する浮力はいくらか
 - ③ この物体の質量はいくらか
 - ④ この物体に作用する重力の大きさはいくらか
 - ⑤ この物体の浮力はいくらか
 - ⑥ この物体の水中での重さはいくらか
- (5) 密度 d_0 の水中にある密度 d 、体積 V の物体の水中での重さを求めよ。重力加速度の大きさを g とする。
- (6) 密度 $0.8\text{kg}/\text{l}$ 、体積 5l の物体を水に浮かべた。水の密度 $1\text{kg}/\text{l}$ 、重力加速度の大きさを $10\text{m}/\text{s}^2$ として、以下の問いに答えよ。
- ① この物体の質量はいくらか
 - ② この物体に作用する重力の大きさはいくらか
 - ③ この物体が動かないことに注目して、この物体に作用する浮力の大きさを求めよ。



解説

- (1) 密度 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ということは 1m^3 の質量が 1.2kg であるという意味である。
- ① 2m^3 は体積が2倍であるから質量も2倍で 2.4kg
 - ② 質量が 1.2kg の3倍なので、体積も3倍で 3m^3
- (2) 水の場合、重力と浮力は等しい
- ① $W = mg$ より $5 \times 10 = 50\text{N}$
 - ② 水塊は静止しているので重力と等しい浮力が作用していることが分かる。よって、 50N
- (3) 物体を水で置き換えた時の重力が浮力と等しい
- ① 質量 3kg なので、 $3 \times 10 = 30\text{N}$
 - ② この物体の体積は 1l なので、水に置き換えた時の質量は 1kg
 - ③ 水に置き換えた時の重力は $1 \times 10 = 10\text{N}$ なので、これと等しい浮力が作用している。よって、 10N
 - ④ 水中のこの物体には下向きに重力が 30N 、上向きに浮力が 10N 作用しているので、水中での重さは浮力の分だけ軽くなり 20N
- (4)
- ① 水の密度は 1l あたり 1kg なので、 5l では 5kg となる。重力は $5 \times 10 = 50\text{N}$
 - ② 5l の水の重力の大きさは 50N である。よって、水の浮力は 50N
 - ③ この物体は 1l あたり 4kg なので、 5l では 20kg
 - ④ この物体に作用する重力の大きさは $20 \times 10 = 200\text{N}$
 - ⑤ この物体に作用する浮力の大きさは水に置き換えた時の重力と同じなので 50N
 - ⑥ 水中のこの物体には重力が 200N 、浮力が 50N なので、水中の重さは 150N
- (5) この物体の質量は dV なので、重力は dVg
この物体を水に置き換えるとその質量は d_0V なので重力は d_0Vg 。水に置き換えた時の重力が浮力なので、浮力の大きさは d_0Vg となる。
水中での重さは重力から浮力の分だけ軽くなるので、 $dVg - d_0Vg$
- (6)
- ① 密度 $0.8\text{kg}/\text{l}$ 、体積 5l なので、質量は $0.8 \times 5 = 4\text{kg}$
 - ② 重力の大きさは $4 \times 10 = 40\text{N}$
 - ③ この場合この物体は動かない。そのために浮力はこの重力と等しい

力のつりあい

- ④ この物体の水上部を取り去り、水中にある部分を水に置き換えるとその水は動かない。つまり、これが③の浮力である。これを利用して水中部分の体積を求めよ。
- (7) 密度 d 、体積 V の物体を水に浮かべた。重力加速度の大きさを g 、水の密度を d_0 としてこの物体の水中部分の体積を求めよ。

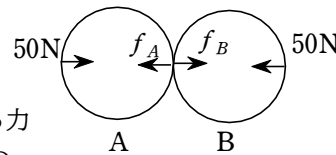
27. 作用反作用の法則

- (1) 物体A,Bを等しい50Nの力で

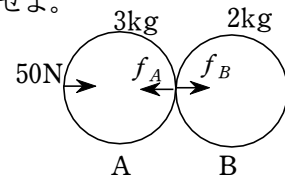
互いを押し付けた。このとき、物体AもBも動かない。

このことに注意してAがBから受ける力の大きさ f_A 及びBがAから受ける力の

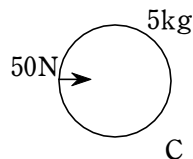
大きさ f_B を求め、同じ大きさであることを確認せよ。



- (2) 右図は質量3kgの物体Aと質量2kgの物体Bを接触させて50Nの力を加えた時のものである。このとき物体BがAを押す力を f_A 、物体AがBを押す力を f_B とする。



下の図は質量5kgの物体Cに50Nの力を加えた時のものである。これについて以下の問いに答えよ。



- ① 物体Cの加速度の大きさを求めよ。
 - ② 物体ABは合計質量5kgである。物体ABの加速度の大きさはいくらか
 - ③ 物体A、Bそれぞれの加速度の大きさを求めよ
 - ④ 物体Bに関して運動方程式をたてよ。
 - ⑤ 物体Aに関して運動方程式をたてよ。
 - ⑥ f_A 、 f_B を求め、同じ大きさであることを確認せよ。
- (3) 抗力の作用反作用

よって、40N

- ④ 水中部分の物体を水に置き換えた時の重力が浮力である。水中部分の体積はこの浮力と等しい重力が作用する水の体積を求めればよいことになる。水の重力が40Nとなるためには4kgの水の質量が必要である。4kgの水の体積は4lとなる。
- (7) 密度 d 、体積 V の物体の質量は dV なので、この物体に作用する重力の大きさは dVg である。この物体は水に浮いているのであるから浮力は dVg である。

浮力が dVg になるには水の質量が dV でなければならない。水の密度が d_0 なので、水の体積は

$$\text{体積} = \frac{\text{質量}}{\text{密度}} = \frac{dV}{d_0}$$

これが水中部分の体積である。

解説

- (1) 物体Aは動かないので、 $f_A = 50\text{N}$

物体Bも動かないので力が等しい。 $f_B = 50\text{N}$

f_A も f_B も50Nで等しい。同一作用線上逆向き同じ大きさである。

- (2) 物体が加速している場合も作用反作用の法則が成立している。

- ① $F = ma$ より、 $50 = 5a$ 、 $a = 10\text{m/s}^2$
- ② 力も質量も①と同じなので、 $a = 10\text{m/s}^2$
- ③ ABが $a = 10\text{m/s}^2$ なので、AもBも同じ加速度 $a = 10\text{m/s}^2$
- ④ $F = ma$ より、 $f_B = 2 \times 10 = 20\text{N}$
- ⑤ $F = ma$ より、 $50 - f_A = 3 \times 10$
- ⑥ ⑤より、 $f_A = 20\text{N}$ 、④より $f_B = 20\text{N}$ 同じ大きさである。

- (3)

- ① 垂直抗力 $40\sin 60^\circ = 20\sqrt{3}\text{N}$ 摩擦力 $40\cos 60^\circ = 20\text{N}$
- ② 物体BにはAの抗力の反作用がかかるので大きさが等しく向きが逆である。
垂直抗力 $40\sin 60^\circ = 20\sqrt{3}\text{N}$ 摩擦力 $40\cos 60^\circ = 20\text{N}$

- (4)

- ① 物体A,Bは片方から6Nの力が作用しており、この物体は静止している。同一作用線上逆向き同じ大きさの力が作用していることになるので、Pは左向き6N、Sは右向き6Nとなる。P点の力とQ点の力、R点の力とS点の力はそれぞれ作用反作用の関係にあるのでQは右向き6N、Rは左向き6Nとなる。

- ② ばねの両端から押す方向に6Nの力が加わっており、ばね定数が10N/mなので



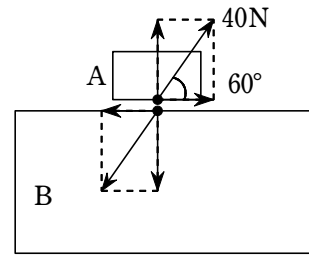
ばねは $x = \frac{F}{k} = \frac{6}{10} = 0.6\text{m}$

ばねは0.6m縮んでいる。

- ③ 外力を取り去ってもばねから力を受けるのでその大きさ方向は力を加える前と同じ
P: 左向き6N Q: 右向き6N R: 左向き6N S: 右向き6N

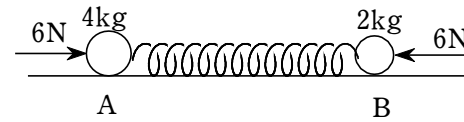
力のつりあい

右図のように物体Aが物体Bから面に対して 60° の方向で大きさ40Nの抗力が作用している時、以下の問いに答えよ。

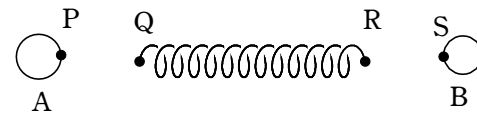


- ① 物体Aに作用する垂直抗力、摩擦力の大きさを求めよ。
- ② 物体Bにかかる抗力、垂直抗力、摩擦力の大きさを求めよ。

(4) ばね定数 10N/m のばねに質量 4kg と 2kg の物体を取り付け滑らかな水平面上に置き、両側から 6N の力で押した。

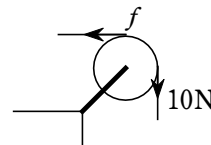


- ① 右は上の図を物体ごとに分けて描いたものである。物体A,B及びばね上の黒点P,Q,R,Sに作用している力の方向と大きさを答えよ。
- ② ばねは伸びているか縮んでいるか。又その距離はいくらか
- ③ この状態から急激に両端の力を取り去った。このとき、P,Q,R,Sに作用している力の方向と大きはいくらか
- ④ このときの物体A,Bの加速度の方向と大きさを求めよ。

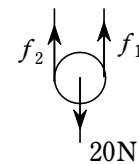


28. 滑車

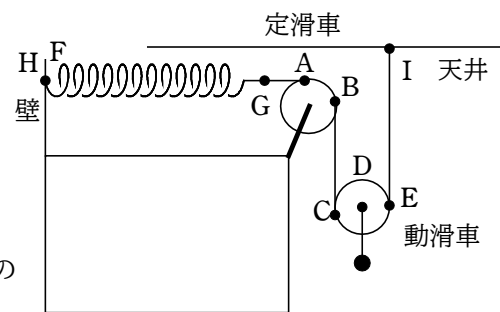
(1) 右図のように質量の無視できる定滑車にロープを通し、ロープの片方を 10N の力で引張った。ロープの反対側に作用している張力 f はいくらか。



(2) 右図のように質量が無視できる動滑車にロープを通し下に 20N の力を加えた。このとき、ロープにかかる力 f_1 、 f_2 の大きさを求めよ。



(3) 右図は直方体の台の上に定滑車を設置し、壁からばねを介してロープ張り、定滑車、動滑車を通し、ロープの反対側を天井に取り付けた。動滑車には質量 2kg の物体を取り付けた。下の図は構成器具ごとを図示したものである。



ばねのばね定数を 20N/m 、重力加速度

④ 物体Aは左向き 6N で 4kg の質量であるから、 $a = \frac{F}{m} = \frac{6}{4} = 1.5\text{m/s}^2$ 。

物体Bは右向き 6N で 2kg の質量であるから、 $a = \frac{F}{m} = \frac{6}{2} = 3\text{m/s}^2$ 。

A:左向き 1.5m/s^2 B:右向き 3m/s^2

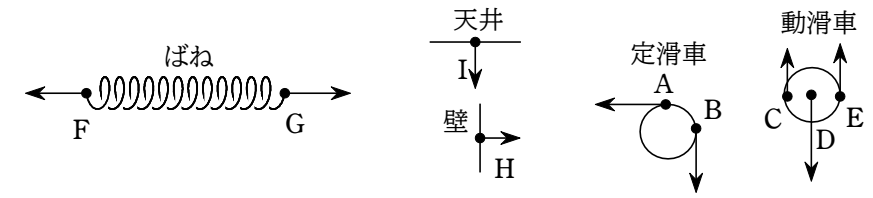
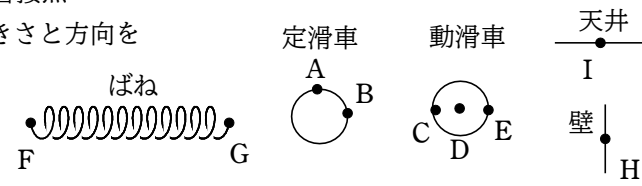
解説

- (1) 質量の無視できる滑車、あるいは滑らかに回る滑車は、まわすのに力は不要である。滑車を一方方向に回す力が作用している場合には必ず逆方向に回す力が作用している。よって、 $f=10\text{N}$
- (2) 動滑車の場合も滑車を回す力は逆方向に同じ力である。よって、 $f_1=f_2$ 。動滑車自体に力の釣り合いが成立しているため、 $f_1+f_2=20$ 。この連立方程式を解くことにより、 $f_1=10\text{N}$ 、 $f_2=10\text{N}$ となる。
- (3) 動滑車につるしたおもりに作用する重力の大きさは $2 \times 10 = 20\text{N}$ 、よって、Dは下向き 20N 。(2)と同様にしてC,Eは上向きに 10N 。天井から同じ大きさの力が作用するので、Iは下向きに 10N 。CとBは同一ロープ上にあるので同じ張力である。よって、Bは下向きに 10N 。同じ滑車なので、Aは左向きに 10N 。作用反作用関係にあるのでGは右向きに 10N 。ばねの両端の力はつりあっているためFは左向きに 10N 。FとHは作用反作用の関係にあるためHは右向き 10N 。

力のつりあい

の大きさを 10m/s^2 として、各接点

A~Iに作用している力の大きさと方向を
答えよ。



A:左向き10N、B:下向き10N、C:上向き10N、D:下向き20N、E:上向き10N、
F:左向き10N、G:右向き10N、H:右向き10N、I:下向き10N