

【02 力のつりあい 作用・反作用】

- ・ 重力

$$W = m g \text{ [N]}$$

- ・ 垂直抗力

$$N \text{ [N]}$$

- 張力

$$T \text{ [N]}$$

- 摩擦力

$$F \text{ [N]}$$

- ・ 弾性力 (フックの法則)

$$F = k x \text{ [N]}$$

- ・ 力のつりあい (1つの物体にはたらきあう力が等しい、または合力が0の状態。)

$$\begin{cases} \text{上向きの合力} = \text{下向きの合力} \\ \text{左向きの合力} = \text{右向きの合力} \end{cases}$$

または

$$\begin{cases} \text{上下にはたらく力の合力} = 0 \\ \text{左右にはたらく力の合力} = 0 \end{cases}$$

- ・ 作用反作用の法則 (2つの異なる物体にはたらきあう2力の関係。作用点異なる。)

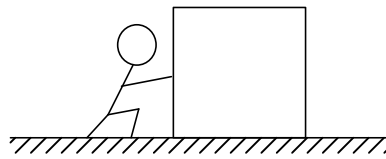
()年 ()科 ()組 ()番 名前()

第2章 運動の法則

1 力とそのはたらき

A 力

{
.
.
.



【力】

[]

B いろいろな力

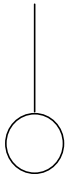
 ...


重力は必ず「質量×重力加速度」で計算してください。中学校の頃習った「~~100g=1N~~」というのは近似した値なので、高校では絶対に使わないように！

【重力】

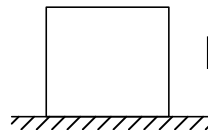
[]

 ...

 ...


【張力】

[]



【垂直抗力】

[]

 ...

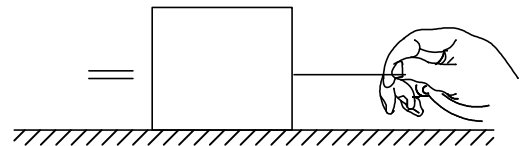
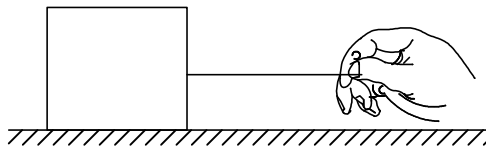
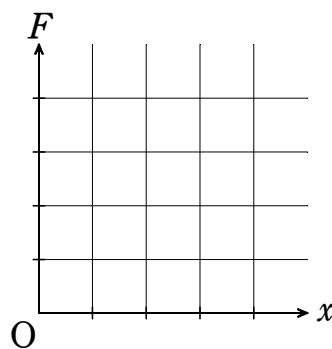
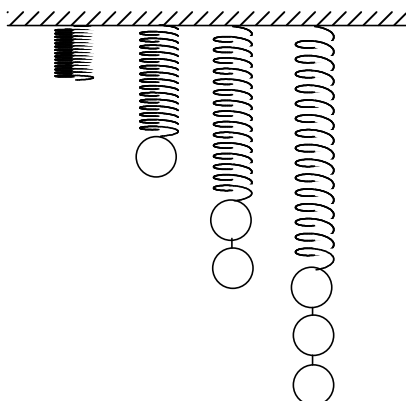
※摩擦については後日詳しく扱います。

引っ張っても動かないとき「

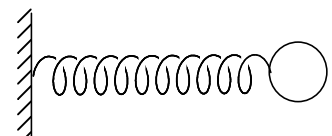
」

動いているとき「

」

 ...


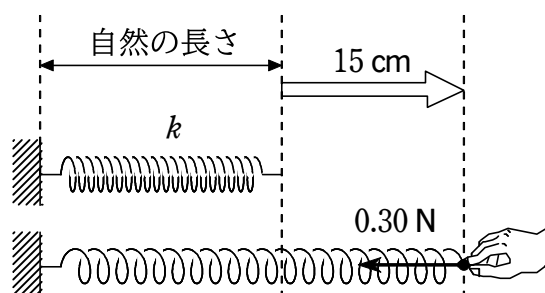
【フックの法則】



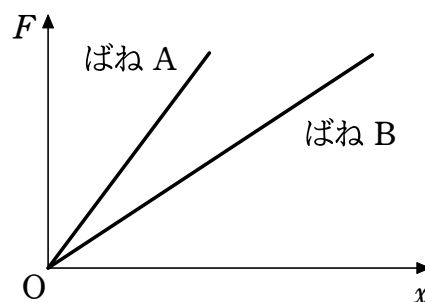
問題演習(アウトプット) シャベる、質問する、説明する、動く、他者と協力する

- 1 質量 10 kg の物体にはたらく重力の大きさは何 N か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。
- 2 質量 5.0 kg の物体にはたらく重力の大きさは何 N か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。
- 3 ばね定数が 20 N/m のつる巻きばねを手で引いて 0.15 m 伸ばした。このとき、手がばねから受ける力の大きさは何 N か。

- 4 一端を固定したばねの他端を持ち、自然の長さから 15 cm だけ伸ばすと、手はばねから 0.30 N の力で引きかえされた。
- (1) このばねのばね定数は何 N/m か。
 - (2) このばねを自然の長さから 25 cm だけ引き伸ばすと、手はばねから大きさ何 N の力で引きかえられるか。



- 5 図は、2つのばね A, B の、伸び x と弾性力の大きさ F の関係を示したグラフである。
- (1) ばね A, B のうち、伸ばしやすいばねはどちらか。
 - (2) ばね定数が大きいのは、ばね A, B のいずれか。



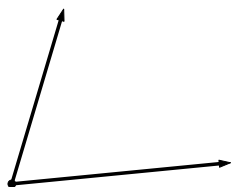
2 力のつりあい

A 力の合成・分解

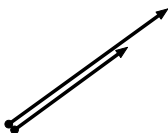
ここは中学校の復習なので、教えずともすぐに問題が解けると思います。

- 1 ①～③ について、合力を図にかきこめ。

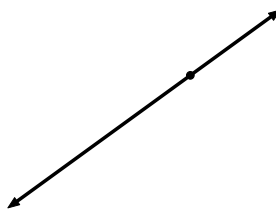
①



②

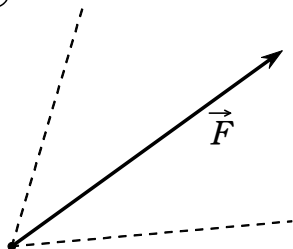


③

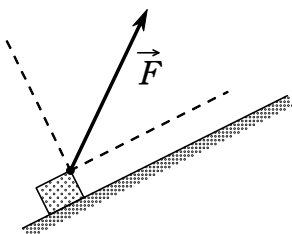


- 2 ①～③ について、力 $\vec{F}$ を破線の 2 方向に分解し、分力をかきこめ。

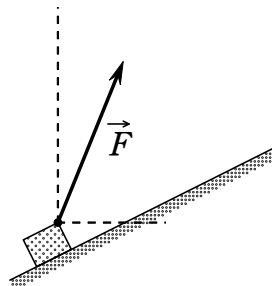
①



②

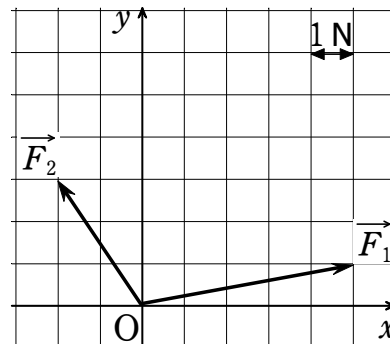


③

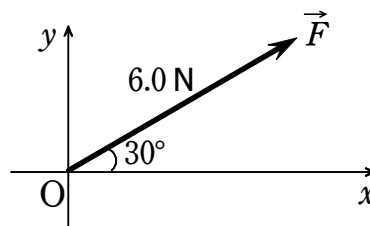


- 3 (1) 図の力 $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ について、 x 成分、 y 成分をそれぞれ求めよ。ただし、方眼の 1 目盛りが 1 N に対応しており、整数値で答えてよい。

- (2) 力 $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ の合力の x 成分、 y 成分と、合力の大きさをそれぞれ求めよ。



- 4 図の力 $\vec{F}$ (大きさ 6.0 N) の x 成分、 y 成分をそれぞれ求めよ。

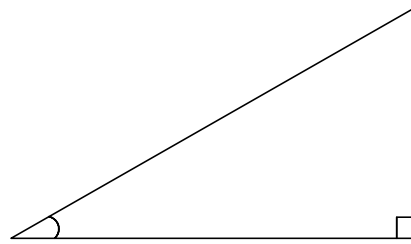


三角比と力の成分

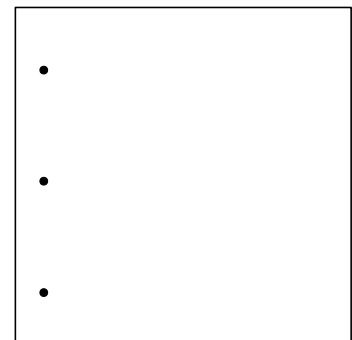
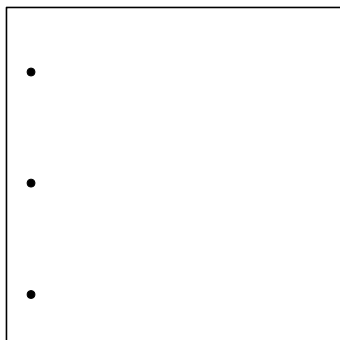
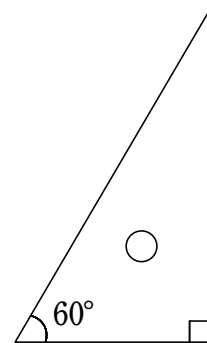
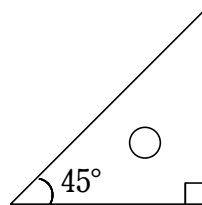
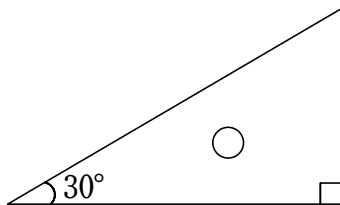
$$\sin \theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\cos \theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan \theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

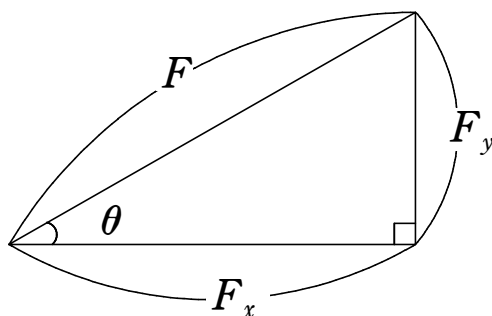


三角定規の形



斜辺と一つの角度さえわかれば、残りの2辺を求めることができます。

F_x と F_y を $\sin$ (サイン) $\cos$ (コサイン) で表すと



$$\cos \theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

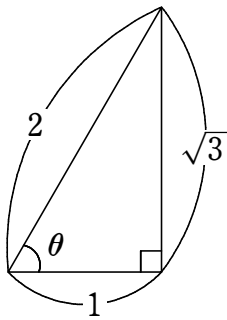
$$F_x = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sin \theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$F_y = \underline{\hspace{2cm}}$$

1 次の角 θ について、 $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ 、 $\tan \theta$ を求めよ (答えの分数、根号はそのままよい)。

(1)

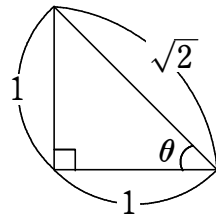


$$\sin \theta =$$

$$\cos \theta =$$

$$\tan \theta =$$

(2)

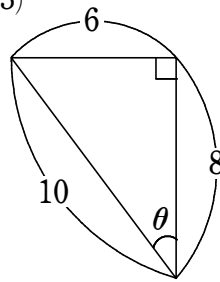


$$\sin \theta =$$

$$\cos \theta =$$

$$\tan \theta =$$

(3)

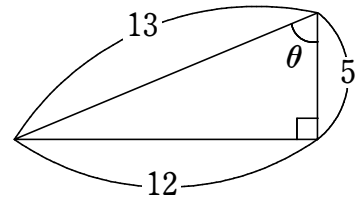


$$\sin \theta =$$

$$\cos \theta =$$

$$\tan \theta =$$

(4)



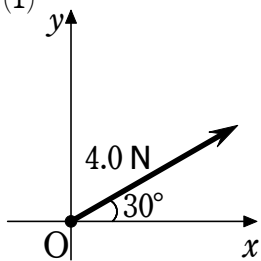
$$\sin \theta =$$

$$\cos \theta =$$

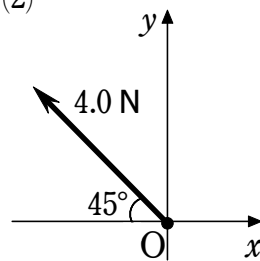
$$\tan \theta =$$

2 次の力の x 成分、 y 成分をそれぞれ求めよ。

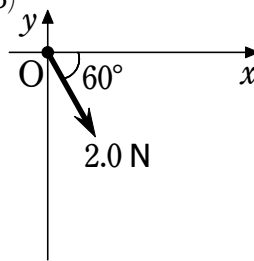
(1)



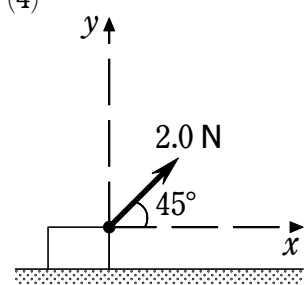
(2)



(3)



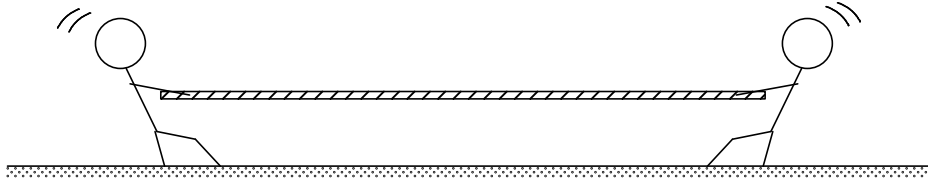
(4)



(1)	x		y		(2)	x		y	
(3)	x		y		(4)	x		y	

B 力のつりあい

体育大会の綱引きで、思い切り引っ張っているのに動かずに静止しているときがありますよね。



この状態を「力がつりあっている」と表現します。左の人が綱を引く力の大きさを F_1 [N]、右の人が綱を引く力の大きさを F_2 [N] とすると、次の式が成り立つことになります。

・ ※左向きの力＝右向きの力と考えている。

or

・ ※正の向きを考え、左右にはたらく合力＝0と考えている。

① 2力のつりあい



力のつりあいより

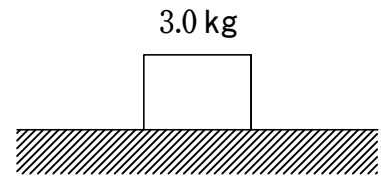
・ ※上向きの力＝下向きの力と考えている。

or

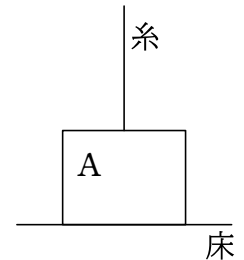
・ ※正の向きを考え、上下にはたらく合力＝0と考えている。

※教科書や問題集では「合力＝0」で書かれていることが多いので、もちろんそれを理解するにこしたことはありませんが、ベクトルの知識もまだない初学者の皆さんにとっては、ひとまず直感的に理解しやすい「左向きの力＝右向きの力」や「上向きの力＝下向きの力」で立式した方がいいです。

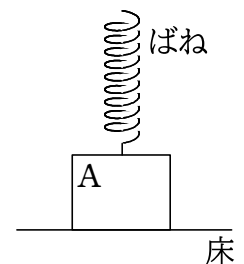
- 1 図のように、水平な床に質量 3.0 kg の物体を置く。物体が床から受ける垂直抗力の大きさは何 N か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



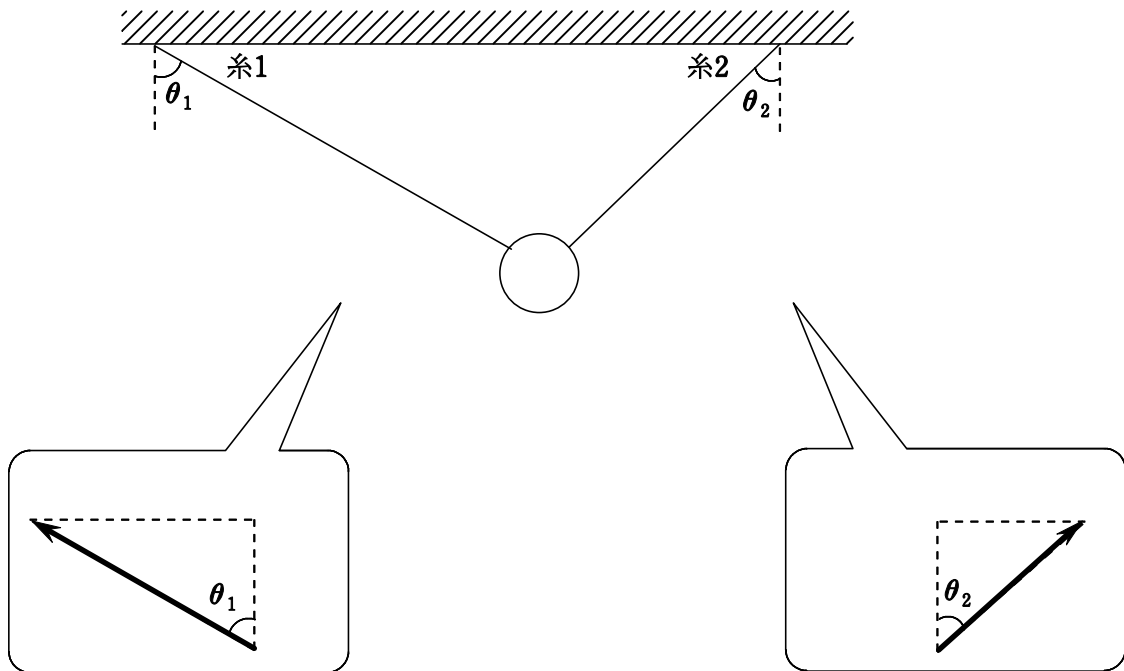
- 2 次の静止した物体が受ける力を、大きさを考慮して図示し、問いに答えよ。
糸が 10 N の力で物体 A (重さ 30 N) を引く。床が A に及ぼす垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。



- 3 次の静止した物体が受ける力を、大きさを考慮して図示し、問いに答えよ。
ばねが 20 N の力で物体 A (重さ 30 N) を引く。床が A に及ぼす垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。



② 3力のつりあい



力のつりあいより

- $$\left\{ \begin{array}{l} \cdot \text{水平方向：} \\ \cdot \text{鉛直方向：} \end{array} \right.$$

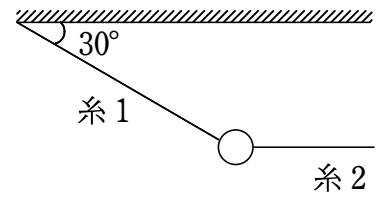
or

- $$\left\{ \begin{array}{l} \cdot \text{水平方向：} \\ \cdot \text{鉛直方向：} \end{array} \right.$$

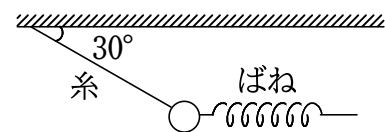
豆知識

角度 (θ) と触れている辺は 斜辺 $\times \cos \theta$
 角度 (θ) の向かい側の辺は 斜辺 $\times \sin \theta$

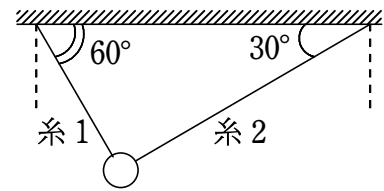
- 1 軽い糸1に重さ(重力の大きさ) 10 N の小球をつけ、天井からつるす。小球を軽い糸2で水平方向に引き、糸1が天井と 30° の角をなす状態で静止させた。糸1、糸2が小球を引く力の大きさ $T_1\text{ [N]}$, $T_2\text{ [N]}$ をそれぞれ求めよ。



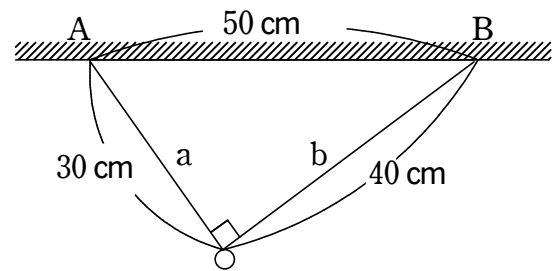
- 2 軽い糸に重さ(重力の大きさ) 2.0 N の小球をつけ、天井からつるす。小球をばねで水平方向に引き、糸が天井と 30° の角をなす状態で静止させた。
- (1) 糸が小球を引く力の大きさ $T\text{ [N]}$ を求めよ。
 - (2) ばねが小球を引く力の大きさ $F\text{ [N]}$ を求めよ。



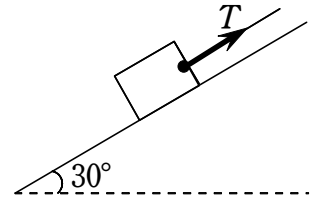
- 3 重さ(重力の大きさ) 20 N の小球に軽い糸 1, 糸 2 をつけ、図のように天井からつるして小球を静止させた。糸 1, 糸 2 が小球を引く力の大きさ $T_1 [\text{N}]$, $T_2 [\text{N}]$ をそれぞれ求めよ。



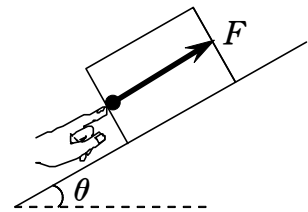
- 4 天井の 2 点 A, B から長さ 30 cm と 40 cm の糸 a, b で重さ 6.0 N のおもりをつり下げた。AB 間が 50 cm のとき、糸 a, b の張力の大きさ T , S を求めよ。



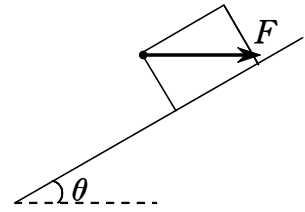
- 5 傾きの角 30° のなめらかな斜面上に重さ 20 N の物体を置き、斜面にそって上向きに糸で引いて静止させる。糸が引く力の大きさ $T[\text{N}]$ と、物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。



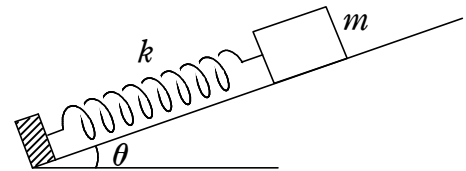
- 6 傾きの角 θ のなめらかな斜面上に質量 $m[\text{kg}]$ の物体を置き、斜面にそって上向きに力を加えて静止させる。加えた力の大きさ $F[\text{N}]$ と、物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。



- 7 傾きの角 θ のなめらかな斜面上に質量 m [kg] の物体をのせ、図のような水平方向の力を加えて静止させる。このとき、加えた力の大きさ F [N] と、物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさ N [N] を求めよ。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- 8 傾きの角 θ のなめらかな斜面の下端にばね定数 k の軽いばねの一端をつけ、他端に質量 m のおもりをつけて斜面上で静止させた。重力加速度の大きさを g とする。



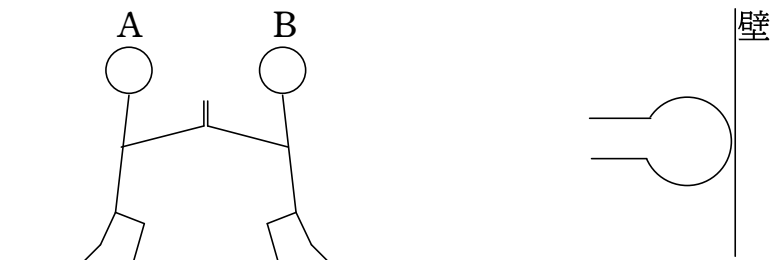
- (1) おもりが受ける弾性力の大きさ F 、垂直抗力の大きさ N を求めよ。
- (2) ばねの自然の長さからの縮み x を求めよ。

C 作用と反作用

1 作用反作用の法則

友達と押し相撲をすると、押した反動が返ってきますよね。壁を殴れば手が痛くなりますね。これは、ある物体が力を発すると、必ず同じだけの力が生じることを意味しています。

このことを「作用反作用の法則」といいます。



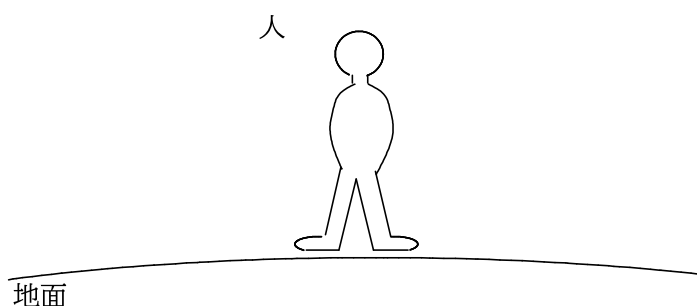
【作用反作用の法則】

物体Aから物体Bに力をはたらかせているときには、物体Bから物体Aに、同じ作用線上で、大きさが等しく、向きが反対の力がはたらいている。

2 力のつりあいと作用・反作用

「力のつりあい」も「作用・反作用」も、同一作用線上で、大きさが等しく、向きが反対ということでごっちゃにする人がいますが、この違いを明確にしておかないとこれ以降の物理でつまづく原因になります。ポイントは「力の作用点」です。力がはたらく物体を注意深く確認する必要があります。

- ・力のつりあいは、
- ・作用反作用は、

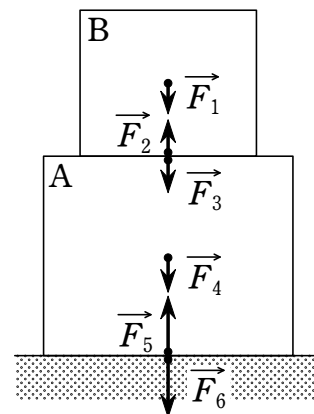


地球

この世界に生じる力は、必ず2力1セットで生じます。それが作用・反作用のすごいところ。

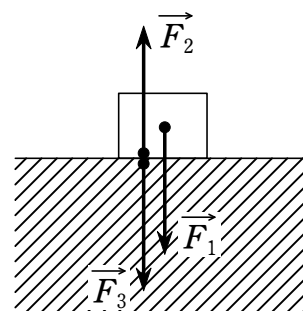
- 1 水平な床の上にある物体 A の上に、物体 B が置かれている。図の $\vec{F}_1 \sim \vec{F}_6$ は、物体 A、物体 B および床が受ける力である。

- (1) $\vec{F}_1 \sim \vec{F}_6$ は、何が何に及ぼす力か。
- (2) 作用・反作用の関係にある 2 力の組をすべてあげよ。
- (3) 物体 A が受ける力をすべてあげよ。
- (4) $\vec{F}_1$ の大きさを 20 N, $\vec{F}_4$ の大きさを 30 N として, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_5$, $\vec{F}_6$ の大きさをそれぞれ求めよ。



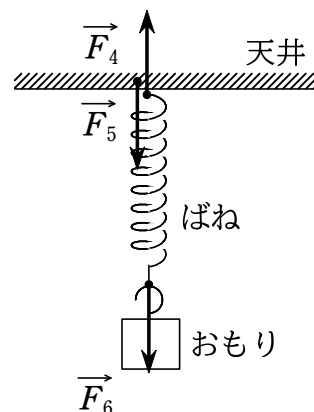
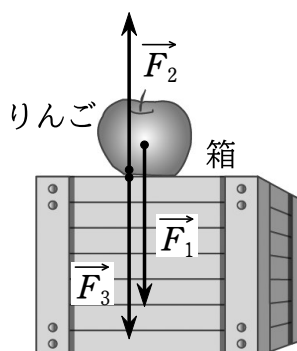
- 2 図のように、物体が床の上に置かれて静止している。 $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ は力を表す。

- (1) 物体が受けている力は $\vec{F}_1 \sim \vec{F}_3$ のうちどれか。
- (2) 物体が受ける力はつりあっている。つりあいの関係になっている力はどれとどれか。
- (3) 作用反作用の関係になっている力はどれとどれか。

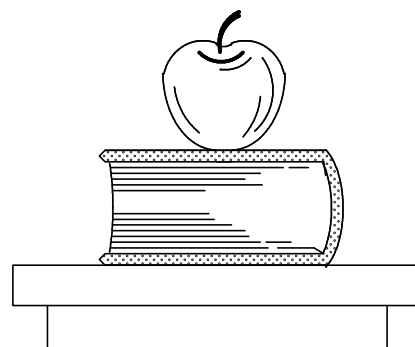


- 3 図を見て、次の [] の中に、正しい語句を入れよ。

- ① 力 $\vec{F}_1$: [] が受ける力
- ② 力 $\vec{F}_2$: [] が受ける力
- ③ 力 $\vec{F}_3$: [] が受ける力
- ④ 力 $\vec{F}_4$: [] が受ける力
- ⑤ 力 $\vec{F}_5$: [] が受ける力
- ⑥ 力 $\vec{F}_6$: [] が受ける力



- 4 水平な机面上に本を置き、その上にりんごを置く。
このとき、本とりんごと机には、次の f_1 から f_6 の大きさの力がはたらいている。これらの力を図に矢印で記入し、問いに答えよ。



f_1 : りんごにはたらく重力

f_2 : りんごが本を押す力

f_3 : 本がりんごを押す力

f_4 : 本にはたらく重力

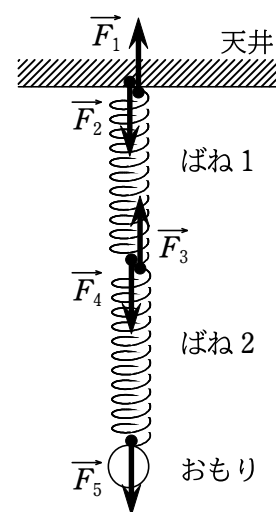
f_5 : 本が机を押す力

f_6 : 机が本を押す力

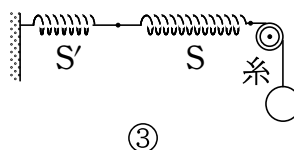
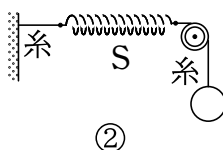
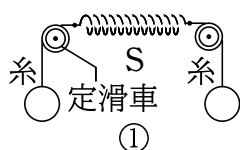
- (1) りんごにはたらく力のつりあいを表す式、および、本にはたらく力のつりあいの式を書け。
- (2) f_1 から f_6 の力のうち、作用・反作用の関係にある力をあげよ。

- 5 図を見て、次の [] の中に、正しい語句を入れよ。

- (1) 力 $\vec{F}_1$: [ア] が [イ] から受ける力
- (2) 力 $\vec{F}_2$: [ウ] が [エ] から受ける力
- (3) 力 $\vec{F}_3$: [オ] が [カ] から受ける力
- (4) 力 $\vec{F}_4$: [キ] が [ク] から受ける力
- (5) 力 $\vec{F}_5$: [ケ] が [コ] から受ける力



- 6 図の ①～③ での S, S' は軽いつる巻きばねで、おもりの重さはすべて等しく、ばねとおもりは静止している。各場合のばね S の伸びの大小を比較せよ。



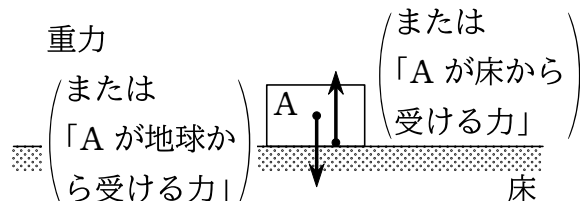
力の作図の方法

- 最初に重力を作図します。
- 次にその物体の外周をたどって、何かに触れている場合はそこにはたらく力を作図します。

- 1 次の(1)～(9)の各場合について、各物体が受ける力のベクトル(矢印)をそれぞれ図中に記入せよ。また、<例>にならって、記入した各力を用語で説明せよ。ただし、ばねや糸の質量と空気の抵抗は無視する。

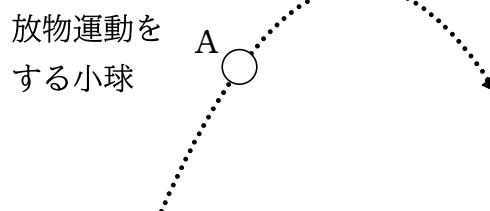
<例>

A が受ける力



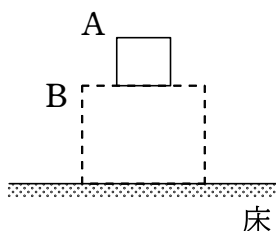
(1)

① A が受ける力

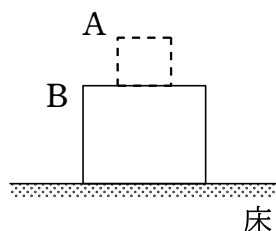


(2)

② A が受ける力

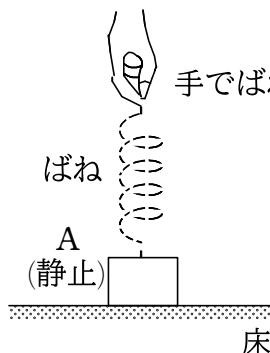


③ B が受ける力

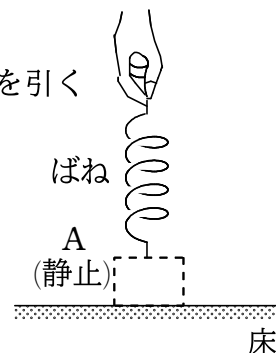


(3)

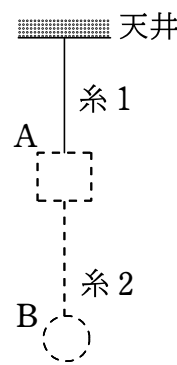
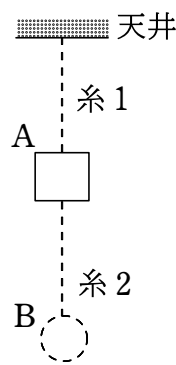
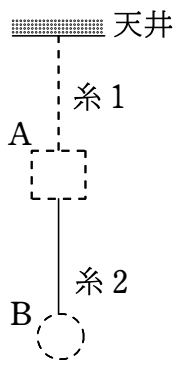
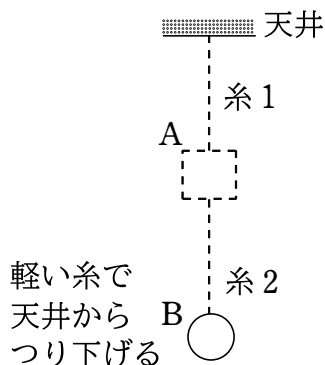
④ A が受ける力



⑤ ばねが受ける力

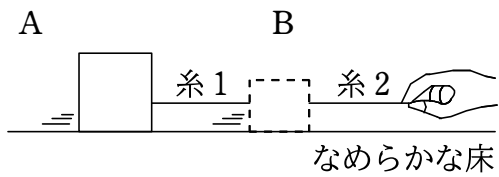


- (4) ⑥ B が受ける力 ⑦ 糸 2 が受ける力 ⑧ A が受ける力 ⑨ 糸 1 が受ける力

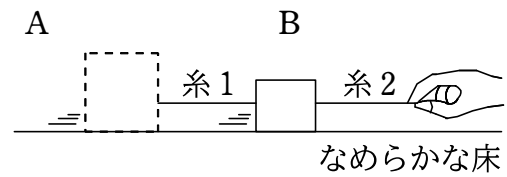


(5)

⑩ A が受ける力

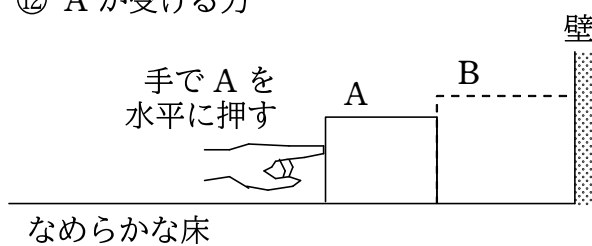


⑪ B が受ける力

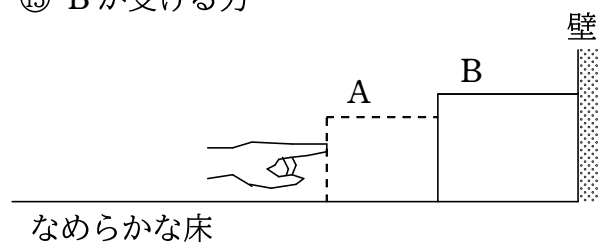


(6)

⑫ A が受ける力

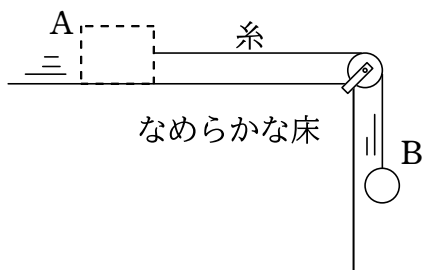


⑬ B が受ける力

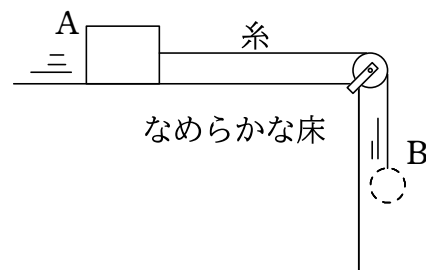


(7)

⑭ B が受ける力

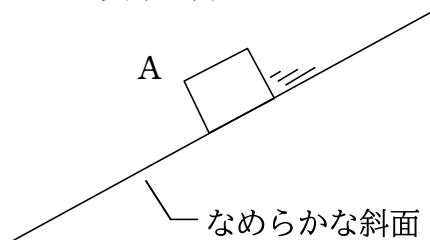


⑮ A が受ける力



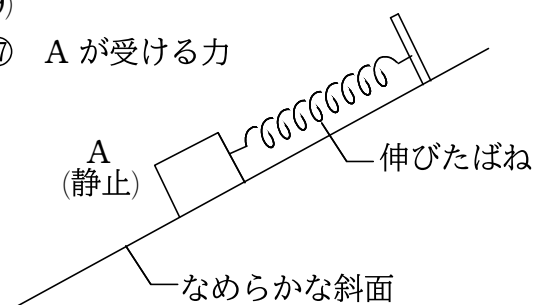
(8)

⑯ A が受ける力



(9)

⑰ A が受ける力





「不屈不撓の物理ホームページリンク」

パスワード ○○○○