

物理 授業プリント②

<力学 第2章 力と運動>

<力学 第3章 剛体のつり合い>

○力の表し方

力は_____なので、向きと大きさがある。

… 力を表すときには、向きと大きさに加えて_____も示す必要がある。

_____：作用点を通り、力の方向に引いた直線

○力の種類

物体にはたらく力 = $\left(\begin{array}{l} \text{_____ しているものから受ける力} \\ + \\ \text{_____ していなくても受ける力} \end{array} \right)$

接触していなくても受ける力の例

- ・重力：質量 m (kg) の物体にはたらく重力の大きさは_____ (N)
- ・電気力、磁気力など

接触しているものから受ける力の例

- ・糸に吊るされた物体は、糸から_____を受ける。
- ・ばねにつながれた物体は、ばねから_____を受ける。

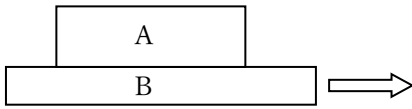
弾性力の向き：_____に戻ろうとする向き
弾性力の大きさ = _____ と表せる

- ・面に接する物体は、面から_____と_____を受ける。

- ・接する面に対して静止しているとき：_____
- ・接する面に対して動いているとき：_____

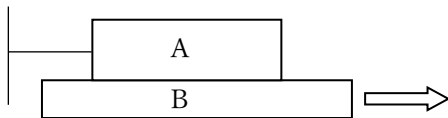
・ A と B が一緒に（ずれずに）動いていくとき

… A と B の間では _____ 摩擦力 がはたらく。



・ 動いていく B の上で A が静止しているとき

… A と B の間では _____ 摩擦力 がはたらく。



どちらの場合も、摩擦力は

- ・ A → B と B → A の両方がある
- ・ 物体が滑る or 滑ろうとする のを妨げる向きに生じることに注意する。

(練習) 質量 300 g のりんごにはたらく重力の大きさはいくらか。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

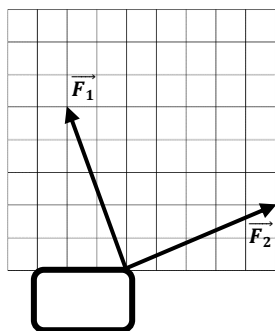
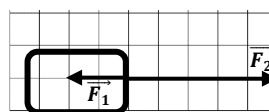
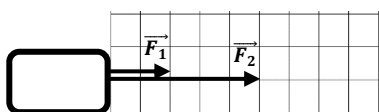
(練習) 軽いばねに質量 0.50 kg のおもりをつるしたところ、ばねが自然の長さよりも 0.14m だけ伸びた状態でおもりは静止した。このばねのばね定数は何 N/m か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

○力の合成と分解

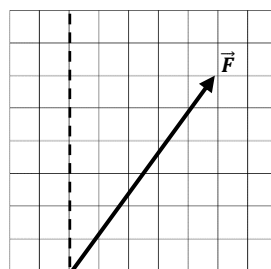
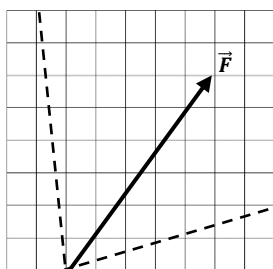
力は_____なので、速度と同じように合成や分解ができる。

… いくつかの力を合成して1つにしたものを_____、
1つの力を2つ以上に分けたものを_____という。

2つの力 \vec{F}_1 と \vec{F}_2 との合力 \vec{F} を描く練習

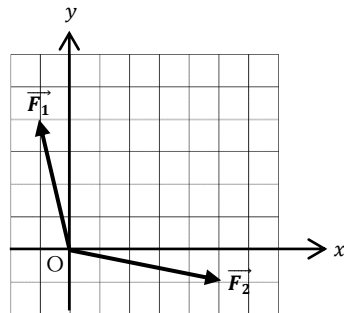


力 \vec{F} を2つの力に分解する練習（2本の破線の方角へ分解する）

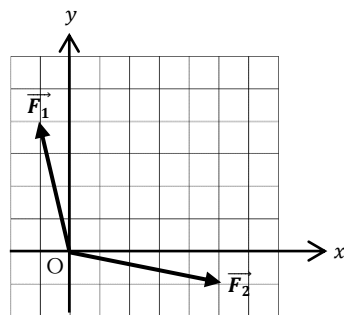


力の合成の仕方は_____だが、
分解の仕方は_____にあることが分かる。

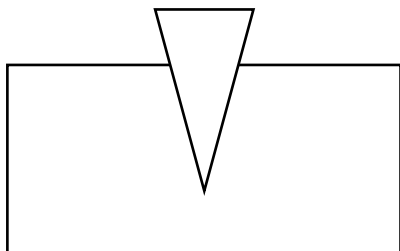
(練習) 次の図の2つの力 \vec{F}_1 と \vec{F}_2 の合力の x 成分と y 成分を求めよ。また、合力の大きさを求めよ。ただし、図の1目盛りを1Nとする。



・図形的に求める
 ・2力をそれぞれ分解してから合成する
 の2通りの方法で求めてみよ。



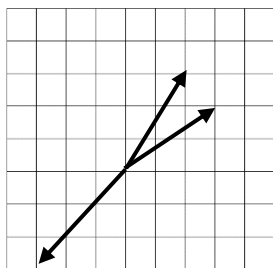
(練習) 斧を使うと、木を割ってしまうほどの大きな力が発生する。その仕組みを、斧が木を押す力を分解して説明せよ。



○力のつりあい

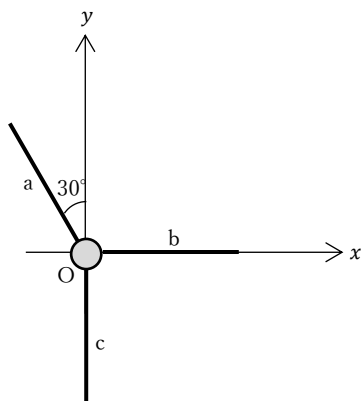
物体にはたらく力がつりあっている = はたらく力の合力が _____ となる

3つ以上の力のつりあいの考え方



3つの力がつりあっているかどうかは、
図形的に合力を求めても分かるが、
各成分を調べることでも分かる。

(練習) 3本の糸 a、b、c をつけた物体を、なめらかで水平な xy 平面上に置く。物体が原点 O で静止するようにそれぞれの糸を xy 平面内で引いたところ、下の図のようになった。糸 b が物体を引く力の大きさが 10 N のとき、糸 a、c が物体を引く力の大きさはそれぞれ何 N か ($\sqrt{3} = 1.7$ として計算せよ)。



(練習) 傾きの角が θ のなめらかな斜面上に質量 m の物体を置き、物体に水平方向の力を加えて静止させた。重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 物体に加えた力の大きさを求めよ。
- (2) 物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

斜面が登場する場合、物体にはたらく力を

- ・ 斜面に沿った (平行な) 方向
- ・ 斜面に垂直な方向

の 2 つの方向に分解すると考えやすくなる。

○作用・反作用の法則

作用反作用の法則 = 作用があれば必ず反作用も生まれる。

作用と反作用は同じ_____上にあり、

_____向きで、大きさが_____。

↑

2つの物体をA、Bとすると

・作用 = AからBにはたらく力

・反作用 = BからAにはたらく力

となる。

(練習) 手でばねをひっぱるとき、「手がばねを引く力」の反作用を答えよ。

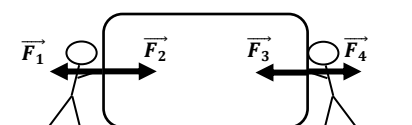
(練習) 手で軽いボールを鉛直な壁に押しつけるとき、「手がボールを押し力」と「壁がボールを押し力」の反作用をそれぞれ答えよ。

(練習) 人が台車を動かしているとき、「人が台車を押し力」と「台車が人を押し力」は、どちらの方が大きいかな。

(練習) 軽自動車とトラックが衝突したとき、「軽自動車がトラックを押し力」と「トラックが軽自動車を押し力」のどちらの方が大きいかな。

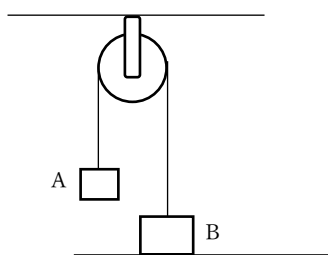
(練習) 「Aさんにはたらく重力」の反作用を答えよ。

(練習) 次の図で、物体が静止しているとき、つりあいの関係にある2力と、作用・反作用の関係にある2力をそれぞれ答えよ。



(練習) 図のように、重さがそれぞれ4.0 N、7.0 Nの物体A、Bを、軽くて伸びない糸を使ってつなぎ、なめらかに回る軽い滑車を通して物体Bを床上に静止させた。

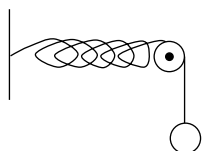
- (1) 糸が物体Aを引く力の大きさを求めよ。
- (2) 床が物体Bから受ける力の大きさを求めよ。



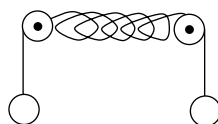
質量を無視できる糸の張力は、どこでも等しい。

(練習) 次の(1)~(6)において、ばねの伸びの大きさを比較せよ。ただし、ばねもおもりもすべて同一で、ばねは軽いものとする。

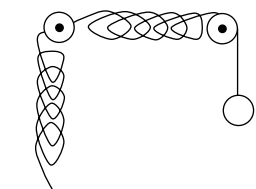
(1)



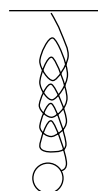
(2)



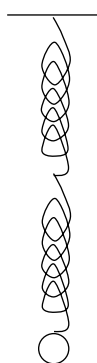
(3)



(4)



(5)



(6)



○慣性の法則

慣性の法則 = $\left[\begin{array}{l} \text{物体に力がはたらいていないとき} \\ \text{or} \\ \text{物体にはたらく合力が } \vec{0} \text{ のとき} \end{array} \right]$ 物体の速度は _____

・ 静止している物体 \Rightarrow _____ を続ける

・ 運動している物体 \Rightarrow _____ を続ける

○運動の法則

運動の法則 = 物体に力がはたらくと、物体には _____ が生じる

… 生じる _____ の

$\left[\begin{array}{l} \cdot \text{向き} : \text{はたらく力と} \text{ _____ 向き} \\ \cdot \text{大きさ} : \text{はたらく力の大きさに} \text{ _____ し、} \\ \text{物体の質量に} \text{ _____ する} \end{array} \right]$

\Downarrow

質量 1 kg の物体に 1 m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさを 1 _____ とすると、物体の質量 m (kg)、生じる加速度 \vec{a} (m/s^2)、受ける力 \vec{F} (N) の間には

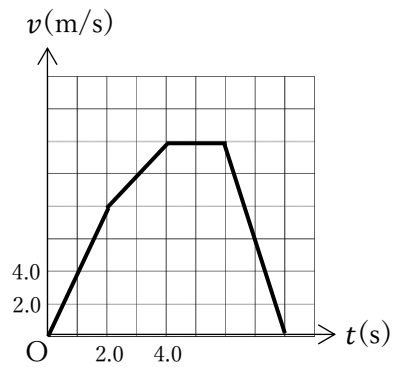
$\boxed{\text{_____ (運動方程式)}}$

という関係が成り立つ。

(練習) 質量 2.0 kg の物体が、直線上を右向きに 4.0 m/s^2 の一定の加速度で等加速度直線運動をしている。このとき、物体にはたらいている力はどちら向きに何 N か。

(練習) 質量 10 kg の物体が直線上を運動して、その速度が時刻とともに図のように変化した。

- (1) 物体が動きはじめたとき、はたらいていた力の大きさは何 N か。
- (2) 物体にはたらく力がつりあっていたのは、何 s から何 s の間か。
- (3) 物体にはたらく力がどのように変化したかを、グラフに示せ。ただし、速度の正の向きにはたらく力を正とする。



※ ニュートンは、

- ・慣性の法則を第1法則
- ・運動の法則を第2法則
- ・作用・反作用の法則を第3法則

としてまとめ、3つの法則によって物体のどんな運動も説明できることを示した。

○重さと質量

質量 m (kg) の物体の重さ W (N) = _____ である。

重さ = _____ の大きさ

重力加速度を g (m/s²) とする。

↑

物体の質量は _____ だが、重さは _____

(練習) 月面上で物体を自由落下させたときの加速度の大きさは 1.6 m/s^2 である。質量 50 kg の物体の月面上での重さを求めよ。

(練習) ある高さから質量 0.50 kg の物体を水平方向に投げ出した。運動中の物体にはたらく力の大きさと向きを答えよ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

※ 力の単位 N は、_____ 単位である。

… N は、基本単位だけを使って _____ と表すことができる。

↑

組立単位が、基本単位をどのように組み合わせたものか (=次元) が分かると、物理法則を理解しやすくなることがある。

(練習) 次の中から、物理法則に絶対現れないものをすべて選べ。

(1) $v + at$ (2) $v + a$ (3) $F + v$ (4) $\frac{F}{m} + a$

○運動方程式の活用手順（注意点）

- ・物体にはたらく力を漏れなく確認する。

接触しているものから + 接触していても受ける特別な力

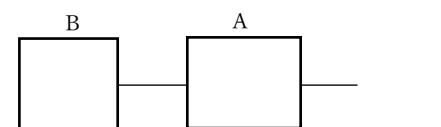


- ・ 正（+）の向きを決めてから、運動方程式を書く。
 - … 複数の物体が登場する場合は、それぞれ運動方程式を書く。

（練習）質量 0.50 kg の物体に軽い糸をつけ、 6.0 N の力で鉛直上向きに引く。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

- (1) このときに物体に生じる加速度を求めよ。
- (2) 糸を引く力の大きさを 3.0 N とすると、物体の加速度はどうなるか求めよ。
- (3) 物体を一定の速さで引き上げるためには、糸を何 N の力で引けばよいか。

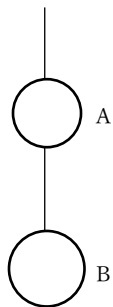
(練習) なめらかな水平面上に、軽くて伸びない糸でつながれた質量 M の物体 A と質量 m の物体 B がある。A を水平右向きに大きさ F の力で引くと、A、B は糸でつながれたまとも右向きに動き出した。A、B に生じる加速度の大きさと、糸が B を引く力の大きさを求めよ。



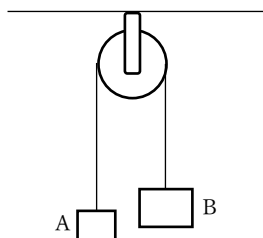
一緒に動く物体の加速度は
共通である。

(練習) 図のように、質量 0.20 kg の物体Aと質量 0.30 kg の物体Bを軽く伸びない糸でつなぎ、Aを鉛直上向きに 6.0 N の力で引いた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

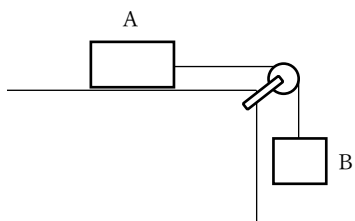
- (1) A、Bに生じる加速度を求めよ。
- (2) 糸がBを引く力の大きさを求めよ。



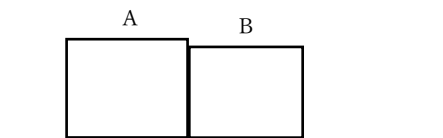
(練習) なめらかに回る軽い滑車に軽くて伸びない糸をかけ、糸の両端に質量 m の物体 A と質量 $M (> m)$ の物体 B をつけて静かにはなした。A の加速度の大きさと、糸の張力の大きさを求めよ。重力加速度の大きさを g とする。



(練習) なめらかで水平な机の上に置かれた質量 M の物体 A に軽くて伸びない糸をつけ、なめらかに回る軽い滑車を通して糸の他端に質量 m の物体 B をつるした。A、B の加速度の大きさと、糸の張力の大きさを求めよ。重力加速度の大きさを g とする。



(練習) なめらかな水平面上に質量 M の物体Aと質量 m の物体Bを接触させて置き、Aを水平右向きに大きさ F の力で押すと、A、Bは接触したまま右向きに動き出した。A、Bに生じる加速度の大きさと、AがBを押し力の大きさを求めよ。



AがBを押し力の反作用を
忘れないよう気をつける。

(練習) なめらかな水平面上に質量がそれぞれ m_1 、 m_2 、 m_3 の3つの物体A、B、Cを接触させて置き、Aを水平右向きに大きさ F の力で押すと、3つの物体は接触したまま右向きに動き出した。AがBを押し力の大きさと、BがCを押し力の大きさを求めよ。

