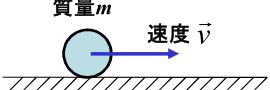


1. 運動の法則

運動の法則

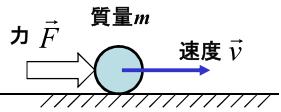
第一法則(慣性の法則)



質量 m
速度 \vec{v}

$\vec{v} = \text{一定}$

第二法則

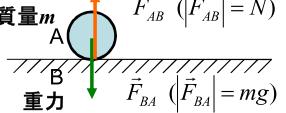


力 \vec{F}
質量 m
速度 \vec{v}

$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F}$

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x & (\text{x成分}) \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = F_y & (\text{y成分}) \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} = F_z & (\text{z成分}) \end{cases}$$

第三法則(作用反作用の法則)



質量 m
A
B
重力

\vec{F}_{AB} ($|\vec{F}_{AB}| = N$)

\vec{F}_{BA} ($|\vec{F}_{BA}| = mg$)

$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$
 $(N = mg)$

1. これから力学の勉強を始めます.
 2. 力学の基本となるのが(ニュートンの)運動の法則です.
 3. 運動の法則は3つの法則から成り立っています.
 4. まず、第1法則(慣性の法則)です.
 5. 図のように平らでなめらかな床の上を、質量 m の球が速度 v で移動しているとします.
 6. この質点に力が何も働いていないとすると、球は速度 v で等速運動をし続けます.
 7. もし球が最初から止まっていれば、速度0のままそこに留まり続けます.
 8. このような法則を慣性の法則と呼びます.
 9. つぎに、第2法則です.
 10. 第2法則は、物体に働く力と物体の加速度の関係を示す法則です.
 11. 図のように平らでなめらかな床の上を、
1. Now, we will study mechanics.
 2. The basis of mechanics is the law of motion.
 3. There are three laws in the law of motion.
 4. First, I will explain the first law (the law of inertia).
 5. As shown in the figure, an object whose mass is m moves with velocity v on the flat floor that has little friction.
 6. If no force works on the object, the object continues to move with a constant velocity.
 7. If the object is stopped from the beginning, it continues to be stopped.
 8. This law is called the law of inertia.
 9. Next, the second law.
 10. The second law indicates the relation between the force working on the object and the acceleration produced.
 11. As shown in this figure, a force F is applied

- 質量 m の球に力 F が働くいた状態で、移動しているとします。ここで、物体の質量は一定とします。
12. 物体の加速度は速度の1階微分、つまり位置の2階微分で表されます。
13. このとき物体の加速度は、物体に働くいる外力 F に比例し、物体の質量 m に反比例します。
14. つまり、こちらの式のような関係があります。
15. この関係は x, y, z 方向それぞれでも成り立ちます。
16. このような関係を第2法則といいます。
17. 最後に第3法則です。
18. 図のように床Bの上に質量 m の物体Aがあり、物体Aに重力 mg が作用している状態を考えます。
19. このとき物体は床を力 mg で押し、逆に床は物体を力 N で押しています。
20. このとき $N = mg$ の関係が成り立ち、2つの力は大きさが等しく、方向が反対になっています。
21. 一般に、床Bが物体Aを押す力 \vec{F}_{AB} 、物体Aが床Bを押す力を \vec{F}_{BA} とすると $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ が成立します。
21. これを運動の第3法則で、作用反作用の法則ともいいます。

- to an object with mass m which moves on a flat surface. It is assumed that the mass of the object is constant.
12. The acceleration of the object is expressed by the first derivative of the velocity or the second derivative of the position
13. The acceleration of the object is proportional to the force F working to the object and inversely proportional to the mass of the object.
14. That is, this relation holds.
15. The same relation holds in the x, y, z directions, respectively
16. This law is called the second law.
17. Next, the third law.
18. As shown in this figure, there is an object A with mass m on the surface B, and gravity mg works on object A.
19. At this time, the object pushes the surface by the force mg , and the surface pushes the object by force N in the opposite direction.
20. At this time, the relation $N = mg$ holds. The magnitudes of these two forces are equal and work in opposite directions.
- Let the force by which the floor B pushes the object A be \vec{F}_{AB} and the force by which the object A pushes the floor B be \vec{F}_{BA} . Then the relation $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ always holds.
21. This law is called the third law or the law of action and reaction.

キーワード

- ・運動の法則,
- ・慣性の法則,

日本語解説

題「運動」

「運」という字には「軍」があります。もとは戦車をめぐらすという意味でしたが、物がめぐり動くことを意味するようになりました。

「動」という字は「重」と「力」からなります。つまり、重いものに力を加えて動かすことを意味します。

現在の「運動」という言葉には次のような意味があります。

- ①物体が時間の経過とともに空間内の位置を変える現象
 - ②健康や楽しみのために体を動かすこと
 - ③目的を達成するために積極的に行動すること
- 物理学で使うのは①ですが、例えば「何か_____していますか」(②) や「市民_____をする」(③)のように、日常的によく使う言葉です。

文4 「慣性」

「慣性」とよく似た言葉に「惰性」があります。「惰」という字は、もとは緊張がとれて、くずれることを意味し、心の緊張がとれて、つしみがないことを意味するようになりました。「慣性」は物理学以外ではありませんが、「惰性」は日常生活でもよく使われます。その場合、例えば「惰性で暮らす」のように、従来からのくせや習慣を意味し、それが変わらないことを表します。

文12 「表される」

「表す」の可能性。「表す」は内面にあるものを外に示したり、事物を象徴したりする場合に使い、「現す」は隠れていたものが姿を見せる場合に使います。

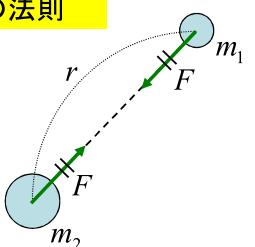
文21 「作用」「反作用」

ある物体が他の物体に力をおよぼすことを「作用」といい、その力と同じ大きさの反対向きの力が返ってくることを「反作用」といいます。

2. 万有引力

万有引力

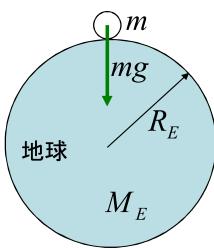
万有引力の法則



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6.672 \times 10^{-11} (m^3 / kg \cdot s^2)$$

地球の重力の場合



$$mg = G \frac{m M_E}{R_E^2}$$

$$g = G \frac{M_E}{R_E^2}$$

1. ここでは、万有引力について説明します。
2. 地球が地球上の物体に及ぼす重力の原因は、2つの物体の間に作用する万有引力です。
3. 図のように質量 m_1 と質量 m_2 の物体が引力 F で引き合っている場合を考えます。
4. 引力 F の大きさは、図横の式のように2つの物体の質量の積 $m_1 m_2$ に比例し、2つの物体の距離の2乗に反比例します。
5. これを万有引力の法則といいます。
6. このときの比例定数 G は重力定数といい、その値は $6.672 \times 10^{-11} (m^3/kg \cdot s^2)$ とわかっています。
7. ここで、地球の重力の場合を考えてみます。
8. 図のように質量 M_E 、半径 R_E の地球上に、

1. Now, I will explain about universal gravitation.
2. The cause of the gravity which works to every object on the earth is universal gravitation, which works between two objects.
3. As shown in this figure, consider the case that two objects with mass m_1 and mass m_2 pull against each other by attraction F .
4. As shown by this equation, the magnitude of attraction F is proportional to the product of masses m_1 and m_2 , and inversely proportional to the square of the distance between two objects.
5. This is called the law of universal gravitation.
6. Here, the proportional ratio G is called the gravitational constant and its value is $6.672 \times 10^{-11} (m^3/kg \cdot s^2)$.
7. Now, I will explain the case of the gravity of the earth.
8. As shown in this figure, consider the case in which there is an object whose mass is m on

質量 m の物体があるとします。

the earth whose mass is M_E and radius is

$$R_E.$$

9. 万有引力が働いて、物体に加速度は g が生じるので、運動方程式はこの式のようになります。
10. これから重力加速度が $g = \frac{GM}{R_E^2}$ と求まります。

Because universal gravitation works, the object has an acceleration g . The equation of motion is written like this.

10. From this equation, we can express the gravitational acceleration as $g = \frac{GM}{R_E^2}$.

キーワード

万有引力, 地球, 重力定数

日本語解説

題「万有」

「万有」の「万」は「ばん」と読みます。この場合、すべてのという意味です。たとえば、「万国」とはすべての国という意味です。したがって、「万有」とはすべての有るもの指し、「万有引力」とは宇宙空間にあるすべてのものに引力があることを意味します。

題「引力」

「引」という漢字は弓をひくことを表しており、「引力」は引き合う力を意味します。その反対が「斥力」です。「斥」の字は「斥ける」とも読むように物や人を遠ざけることを意味します。

文2「重力」

地球上の物体が地球から受ける引力を「重力」といいます。

文4「～に比例する／反比例する」

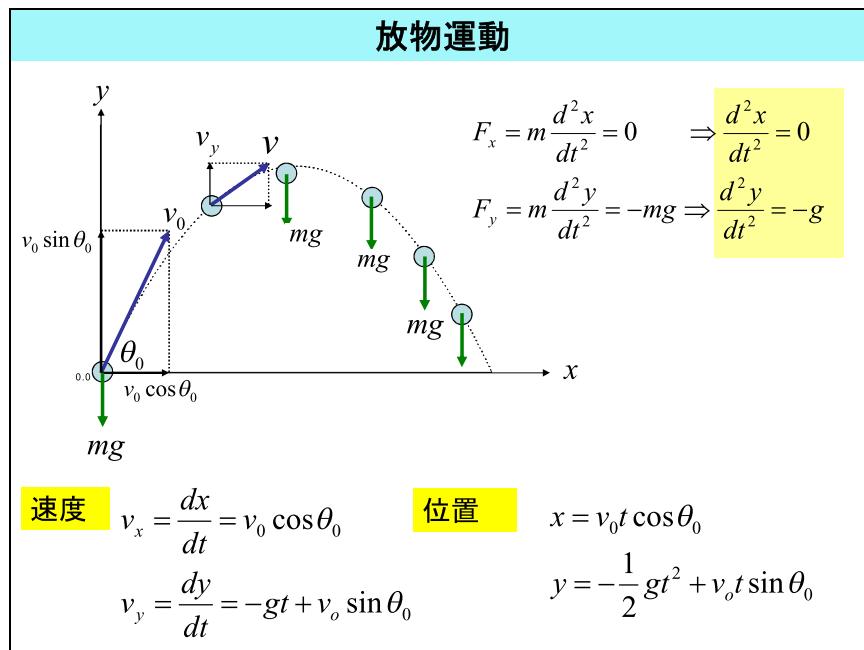
一般に、二つのものが一定の関係を持つとき、一方の増減につれて他方も増減することを「比例する」とい、それとは反する結果になったときに「反比例する」を使います。

例：あの歌手は人気に比例して歌が上手くなった。

あの歌手は人気に反比例して歌が下手になった。

☞ 「講義に役立つ日本語」

3. 放物運動



1. ここでは、放物運動について説明します。
 2. 図のように質量 m の物体が角度 θ ななめ
 上に初速度 v_0 で放たれた場合を考えます。

3. 水平方向を x 、鉛直方向を y とすると、
 初速度は x 方向で $v_0 \cos \theta_0$, y 方向で $v_0 \sin \theta_0$
 となります。
 4. また物体に作用する力は重力 mg だけな
 ので、運動の第2法則より物体の加速度は x
 方向では 0 , y 方向では $-g$ です。

5. このとき、ある時間 t での物体の速度と位置
 を計算します。
 6. 物体の速度は、加速度の関係式を時間で積分
 し、初速度をあてはめると計算できます。

1. Now, I will explain about parabolic motion.
 2. As shown in this figure, consider the case that an object with mass m is thrown at the angle θ with the velocity v_0 .

3. If we define that the horizontal direction is x and the vertical direction is y , the initial velocity is $v_0 \cos \theta_0$ in the x direction and $v_0 \sin \theta_0$ in the y direction.

4. Since the force working on the object is only gravity mg , the acceleration of the object is 0 in the x direction and $-g$ in the y direction according to the second law of motion.

Here, we calculate the velocity and the position of the object at time t .
 The velocity of the object can be calculated by integrating the equation for acceleration with

7. 計算の結果、時間 t での x 方向の速度は 7.

$v_0 \cos\theta_0$, y 方向の速度は $-gt + v_0 \sin\theta_0$ となります。

8. つまり、 x 方向の速度は時間によらず一定であるといえます。

9. また、 y 方向の速度は時間 t の一次式で表されます。

10. つぎに物体の位置は、速度を時間で積分し、初期位置 $x = 0$, $y = 0$ をあてはめて計算します。

11. 計算の結果、時間 t での x 方向の位置は

$$v_0 t \cos\theta_0, \quad y \text{ 方向の位置は } -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin\theta_0 \text{ となります。}$$

12. このように、 x 方向の位置は時間 t の 1 次式、 y 方向の位置は時間 t の 2 次式で表されます。

time and applying the condition for the elementary velocity.

After the calculation, the velocity in the x direction at time t is $v_0 \cos\theta_0$ and the velocity in the y direction at time t is

$$-gt + v_0 \sin\theta_0.$$

That is, the velocity in the x direction is constant regardless of time.

9. The velocity in the y direction is governed by a linear equation in regard to time t .

10. Next, the position of the object can be calculated by integrating the velocity with time and applying the initial condition $x = 0$, and $y = 0$.

11. From the calculation, the position in the x direction at time t is obtained as $v_0 t \cos\theta_0$ and the position in the y direction at time t is

$$-\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin\theta_0.$$

12. Like this, the position in the x direction is a linear equation in regard to time t and the position in the y direction is a quadratic equation in regard to time t .

キーワード

- ・ 放物運動, • 初期位置, • 初速度, • 1 次式, • 積分

日本語解説

題「放物運動」

斜め上に投げ上げた物体が重力の影響で放物線を描く運動。「抛物運動」とも表記します。

文2 「初」

「初」はものごとの始まり、早い時期、初めてであることを表しています。この字を使った言葉に「初期、初婚、初診、初心者、最初」などがあります。

文2 「放された」

動詞「放つ」の受身形。「放つ」には投げる、発射するという意味だけでなく、本体や中心との連続や関係を断ち切って自由にさせるという意味があります。

文3 「水平」

地球の重力と直角に交わる方向を意味します（⇒鉛直）。静かな水面のように平らなことを表します。

文3 「鉛直」

地球の重力の方向、つまり物体をつり下げる糸の示す方向を意味します（⇒水平）。

文6 「加速度」

速度変化の時間に対する割合を意味します。「_____がつく」というと、速さがしだいに増していく様を表します。「加」は「加える、たす」という意味で、これを用了った言葉がたくさんあります。例えば、加熱、加圧、加重、増加、追加などです。

☞ 「講義に役立つ日本語」

文6 「あてはめる」

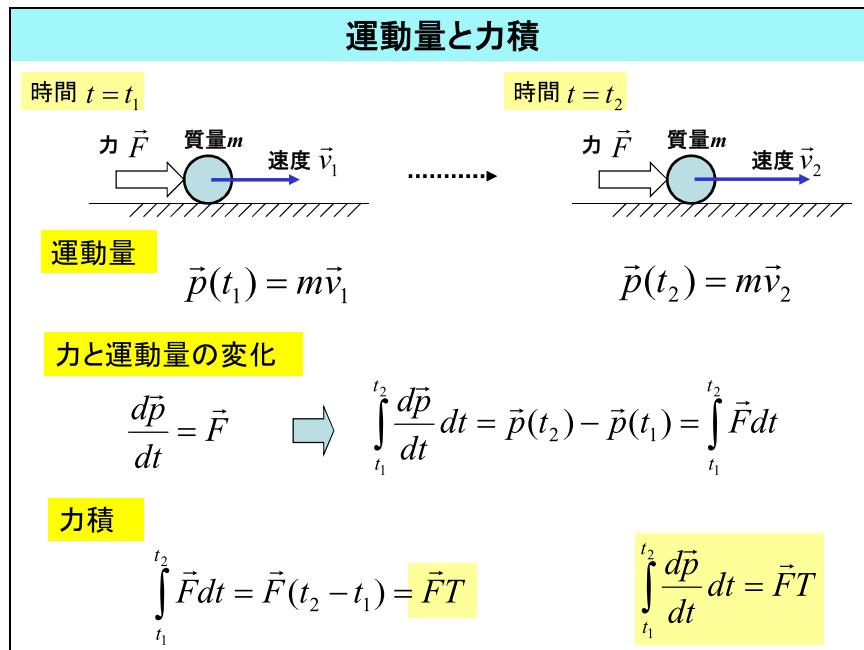
「当てる」と「嵌める」からなる動詞。他の物をそこへ持ってきて、うまく合うかどうか当ててみることを意味します。自動詞の「あてはまる」は、条件にうまく適合することを意味します。

文8 「つまり」

その前の説明の内容を言い換えるときに「つまり」を使います。「つまり」の後には重要なポイントが整理されていることが多いので、注意して読んでください。

☞ 「講義に役立つ日本語」

4. 運動量と力積



1. ここでは、運動量と力積について説明します。
2. まずは運動量についてです。
3. 運動量とは、物体の運動の勢いをあらわす量であり、質量と速度の積であらわされます。
4. 図のように質量 m の物体が、ある時間 $t = t_1$ において速度 v_1 で運動している場合の運動量は、 $p(t_1) = mv_1$ と表されます。
5. 同様にある時間 $t = t_2$ で速度 v_2 で運動している場合の運動量は、 $p(t_2) = mv_2$ と表されます。
6. つぎに力積についてです。
7. まず、運動量の時間変化と物体に作用する力の関係について考えると、運動の第2

1. Now, I will explain about momentum and impulse.
2. First, momentum.
3. Momentum expresses a kind of power of motion of the object and is expressed by the product of mass and velocity.
4. As shown in this figure, in the case that the object with mass m is moving with the velocity v_1 at $t = t_1$, the momentum is expressed as $p(t_1) = m_1 v_1$.
5. Similarly, in the case that the object with mass m moves with the velocity v_2 at $t = t_2$, the momentum is expressed as $p(t_2) = mv_2$.
6. Next, I explain about impulse.
7. First, if we consider the relation between the change of momentum and the force which

- 法則からこの式のような関係がわかります。
8. つまり、「運動量の時間変化率はその物体に作用する力に等しい」ということです。
9. この式を時間で積分すると「運動量の時間変化量」と「力の時間積分」が等しいとわかります。
10. この「力の時間積分」は「力と力の作用する時間の積」であり、これを力積とよびます。
11. つまり、力積は運動量の時間変化量に等しいという関係がわかります。

works on the object, we get such an equation from the second law of motion.

This means that the temporal change ratio of momentum is equal to the force which works on the object.

By integrating this equation, we can find that the amount of temporal change of momentum is equal to temporal integration of force.

Temporal integration of force means the product of force and time in which the force works and this is the definition of impulse.

As a conclusion, impulse is equal to the amount of temporal change of momentum.

キーワード

- 運動量
- 力積
- 時間積分

日本語解説

題「積」

いくつかの数を乗じて（掛けて）得た数値を意味します。「積」という漢字は、農作物をたくわえる、つむことを表しています。この字を使った言葉に「積載、面積、体積、累積、蓄積」などがあります。

文3 「勢い」

進行が速まり運動が強まるにつれて、自然に加わる速さ・強さなどを「勢い」といいます。（例：「すごいで_____走る」、「_____がつく」）

文5 「同様に」

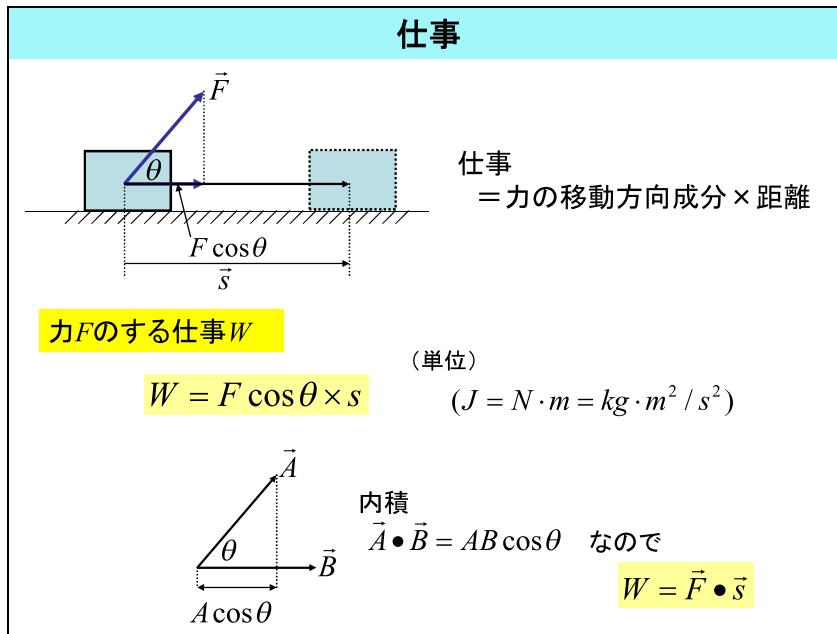
「同じように」という意味です。「同様」とは、状態・様相がよく似ていて、ほとんど区別が認められないさまを表します。

☞ 「講義に役立つ日本語」

文9 「等しい」

数量化しうる属性が同じときに「等しい」を使います。

5. 仕事



1. ここでは、仕事について説明します。

2. 図のように一定の力 F の作用を受けている物体がある方向に移動する状態を考えます。

3. このとき「力 F がする仕事 W 」は力の移動方向成分と距離の積で表されます。

4. つまり図のように移動方向に対して角度 θ でななめに力が作用している場合、力 F の移動方向成分は $F \cos \theta$ なので、「力 F がする仕事 W 」は「 $F \cos \theta \times s$ 」となります。

5. 仕事の単位は、力の単位 $N = kg \cdot m/s^2$ と長さの単位 m の積 $N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$ となり、これをジュール(J)といいます。

1. Now, I will explain about work.

2. As shown in this figure, consider the case that a constant force F works to the object moves it in a certain direction.

3. Here, work W done by force F is expressed by the product of the component of the force in the same direction as the object moves and distance.

In the case that a force works to the object at the angle of θ like this, because the component of the force in the direction that the object moves is $F \cos \theta$, the work W done by force F is represented by $F \cos \theta \times s$.

The unit of work is defined as the product of $N = kg \cdot m/s^2$ which is the unit of force and m , so it can be expressed by $N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$. It is called joule(J).

6. また、図のようにベクトル \vec{A} とベクトル \vec{B} の内積が $AB\cos\theta$ であるので、仕事は $W = F \cdot s$ というように内積で表記することができます。

Since a scalar product of vector \vec{A} and vector \vec{B} is $AB\cos\theta$ like in the figure, the work can be expressed as $W = F \cdot s$.

キーワード

- ・仕事,
- ・内積,
- ・単位

日本語解説

題「仕事」

物理学では、力が働いて物体が移動したときに、物体の移動した向きの力と移動した距離との積を、力が物体になした仕事といいます。日常生活では、体や頭を使って働くこと、しなければならないこと、職業を意味します。

文3 「成分」

ここでは、座標軸の各ベクトルの大きさを意味しますが、一般に、一つのものを構成する部分となる要素を「成分」といいます。(例:「血液の_____」「薬の_____」「_____表示」)

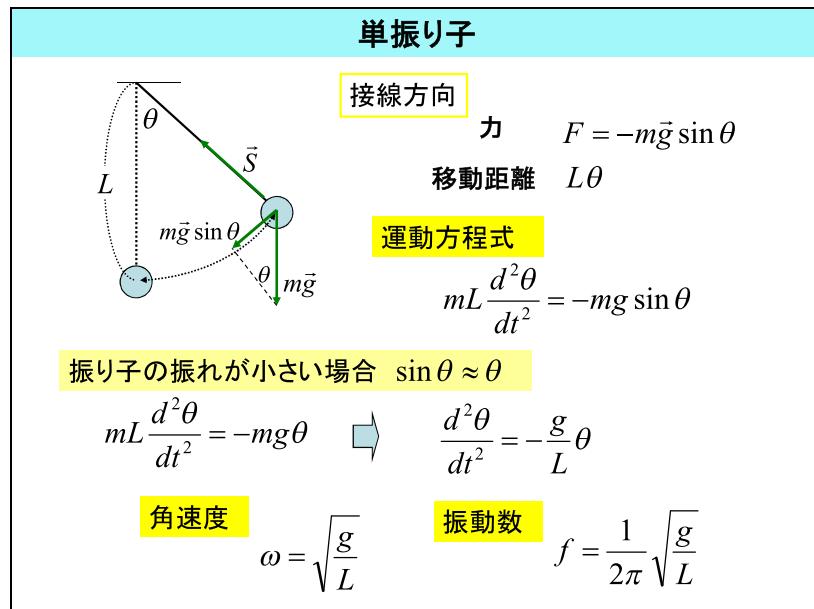
文5 「単位」

ある量を表すとき、比較の基準とする同種の量を意味します。一般に、組織・運動などを構成する基本となる要素を表します。「单」という漢字は、ひとつ、ひとりを表し、この字を使った言葉に「单一、単独、単純、単調」などがあります。

文6 「表記」

文字や記号で表して記すことを「表記」といいます。よく似た言葉に「表示」がありますが、内のものを外へはっきりと表して示すことが「表示」です。(例:「意思表示」「賞味期限の表示」)

6. 单振子



1. ここでは、单振子について説明します。
2. 図のように長い糸(長さ L)の一端を固定し、他端におもり(質量 m)をつけ、鉛直平面内で振幅の小さな振動をさせる装置を单振子といいます。
3. オモリは糸の張力 S と重力 mg の作用を受けて、半径 L の円弧上を振動します。
4. 糸と鉛直方向のなす角度が θ の状態を考えます。
5. このときの接線方向の力は $F = -mg \sin \theta$ です。
6. また最下点からのおもりの移動距離は $L\theta$ ので、おもりの加速度の接線方向成分は $d^2(L\theta)/dt^2$ で表されます。
7. したがって、運動の第2法則から、接線方向のおもりの運動方程式は、この式のようになります。

1. Now, I explain about a simple pendulum.
2. As shown in this figure, a setup where one end of the string (length L) is fixed and the other end is fitted with a weight (mass m) is called a simple pendulum. The weight swings in a vertical plane.

The weight is affected by the tension of string S and gravity mg , and it swings on an arc with radius L .

We consider the instance that the angle between the string and the vertical direction is θ .

In this case, the tangential force is $F = -mg \sin \theta$.

Because the distance of movement from the lowest point is $L\theta$, the component of acceleration in the tangential direction is expressed by $d^2(L\theta)/dt^2$.

Accordingly, from the second law of motion, the equation of motion of the weight in the tangential direction is given like this.

8. ここで、振子の振れが小さい場合を仮定してみます。
9. この場合、 $\sin \theta \approx \theta$ の近似が使えるので、次のように式のように近似できます。
10. この式を2次の微分方程式と考え、角速度 ω を求めると、このようになります。
11. さらに、振動数と角速度の関係から、単振子の振動数は次のように導かれます。

Now, we assume that the swing of the pendulum is small.

In this case, because the approximation of $\sin \theta \approx \theta$ holds, we can approximate by such an equation.

Considering that this equation is a differential equation of the second order, we solve it and obtain the angular velocity ω as follows.

From the relation between the frequency and the angular velocity, we can obtain the frequency of a simple pendulum like this.

キーワード

- ・单振子,
- ・近似,
- ・微分方程式

日本語解説

題「振子」

「振子」とは、一定の軸(点)を中心として、一定の周期で振れ動く物体を指します。

文2 「一端」

一方の端。もう一方の端を「他端」といいます。

文3 「張力」

物体が、外部からの引っ張る力に抵抗して、収縮しようとする力のことを「張力」といいます。

文3 「半径」

円(球)の中心から円周(球面)上の一点に至る線分。また、その長さを「半径」といいます。「直径」の半分の長さになります。

文3 「円弧」

連続した円周の一部分を「円弧」または「弧」といいます。「弧」という漢字は、木の弓を表し、弓なりに曲がった線や物を表します。

文5 「接線」

曲線（曲面）上の一点に触れる直線。「切線」とも表記します。

文6 「最下点」

もっとも低い位置（⇨最高点）。

文9 「近似」

目的の値に近づけることを「近似」といい、真の値に近い値を算出することを「近似計算」といいます。また、近似計算によって得られる数値を「近似値」といいます。たとえば、3.1416は円周率（π）の近似値です。一般に、ものごとが非常に似ていることを「近似する」といいます。

文11 「導かれる」

「導く」の受身形。「導」という漢字は、「道」と「寸」からなります。「寸」は手を表し、「導」という字は、手を引いて道を行く、道引くことを意味します。「導かれる」は数式による証明文によく使われます。

☞ 「講義に役立つ日本語」

7. エネルギー保存の法則

エネルギー保存の法則

運動エネルギー $T = \frac{1}{2}mv^2$

位置エネルギー $U = mgh$

位置①

$T = \frac{1}{2}mv_1^2, U = 0$

位置②

$T = \frac{1}{2}mv_2^2, U = mgl(1 - \cos\theta)$

位置③

$T = 0, U = mgh$

エネルギー保存の法則

「運動エネルギー」+「位置エネルギー」=一定

$$T + U = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgl(1 - \cos\theta) = mgh = \text{const}$$

1. ここでは、エネルギー保存の法則について説明します。
2. 図のような单振子を考えます。
3. このときおもり(質量 m)の振れの最下点が①、最高点が③であるとします。
4. 最下点①での速度を v_1 、位置②での速度を v_2 、最高点③での速度を v_3 とします。
5. 最高点③での速度を $v_3 = 0$ とします。
6. このときの各点でのおもりの運動エネルギーと位置エネルギーを考えてみます。
7. 質量 m の物体が速さ v で移動しているとき、その物体は運動エネルギー $T = (1/2)mv^2$ をもちます。
8. また、質量 m の物体が高さ h の位置にある

1. Now, I will explain about the law of the conservation of energy.
2. Let's consider a simple pendulum as shown in this figure.
3. Here, the lowest point of the swing of the weight (mass m) is ① and the highest point is ③. The velocity at position ① is v_1 , the velocity at position ② is v_2 , and the velocity at position ③ is v_3 .
4. We assume that $v_3 = 0$ at the highest point ③.
5. In this condition, we calculate the kinetic energy and the potential energy of the weight at each position.
6. When the object with mass m is moving with velocity v , the kinetic energy of the object is $T = (1/2)mv^2$.
7. When the object with mass m locates at

- とき、その物体は重力による位置エネルギー
 $-U = mgh$ をもちます。
9. これらより、位置①では運動エネルギーは
 $T = (1/2)mv_1^2$ 、位置エネルギーは $U = 0$ で
す。
10. 位置②では運動エネルギーは
 $T = (1/2)mv_2^2$ 、位置エネルギーは
 $U = mgl(1 - \cos\theta)$ です。
11. 位置③では運動エネルギーは $T = 0$ 、位置エ
ネルギーは $U = mgh$ です。
12. 単振子の振れ運動には、摩擦力のような
非保存力は含まれていません。
13. このときにエネルギー保存の法則が成り立
ちます。
14. エネルギー保存の法則とは、「物体に
非保存力が働いていないとき、物体のもつ
運動エネルギーと位置エネルギーの和は常
に一定である」というものです。
15. つまりこの場合は、次の式が成り立ちます。
- position of height h , the potential energy of
the object is $U = mgh$.
- So, at position ①, kinetic energy is
 $T = (1/2)mv_1^2$ and potential energy is
 $U = 0$.
- At position ②, the kinetic energy is
 $T = (1/2)mv_2^2$ and the potential energy is
 $U = mgl(1 - \cos\theta)$.
- At position ③, the kinetic energy is $T = 0$
and the potential energy is $U = mgh$.
- In this swing motion of a simple pendulum,
non-conservative energy such as friction is not
considered.
- In this case, the law of the conservation of
energy holds.
- The law of the conservation of energy is this: In
the case that non-conservative force doesn't
work to the object, the sum of the kinetic energy
and the potential energy is constant.
- So, in this case, this equation holds.

キーワード

- ・エネルギー保存の法則,
- ・運動エネルギー,
- ・位置エネルギー,
- ・非保存力

日本語

題「保存」

そのままの状態を保つようにして取っておくことを意味します。例えば、「遺跡を_____する」とか、
「_____食」のように使います。

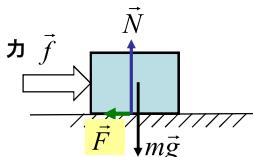
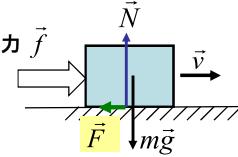
文 12 「摩擦力」

物体が他の物体に接して運動を始めようとするとき、また運動しているとき、両面間に働いて運動を
阻止しようとする力。その大きさは面の固さや粗さによって決まります。

8. 摩擦

摩擦

エネルギーが保存されない例

静止時	移動時
	
静止摩擦力	動摩擦力
$F = -f$	$F = \mu'N$
$F_{\max} = \mu N$	$\mu' = \text{動摩擦係数}$
$\mu = \text{静止摩擦係数}$	$F_{\max} = \text{最大摩擦力}$

1. ここでは、摩擦について説明します。
2. 先に説明した「エネルギー保存の法則」が成り立つののは「物体に非保存力が働くいていたいとき」でした。
3. この摩擦は「非保存力」です。
4. つまりここで紹介するような、摩擦が物体に作用する場合は、「エネルギー保存の法則」は成り立ちません。
5. 摩擦では、物体の静止時と移動時の2つの場合で考える必要があります。
6. まず力 f が作用した物体が滑らかでない面に接し、静止している場合です。
7. 物体が静止しているので力のつり合いにより、力 f と反対向きに、床が物体に及ぼす摩擦力 F が作用します。
8. 大きさは $F = f$ です。
1. Now, I will explain about friction.
2. The law of the conservation of energy holds in the case that non-conservative force doesn't work.
3. Friction is a non-conservative force.
4. So, in the case that friction works on the object, the law of the conservation of energy does not hold.
- When considering friction, we need to consider two cases in which the object is stationary and the object moves.
- First, we consider the case that the object with force f stands still on a rough surface.
- In the case that the object is stationary, since all the forces are in equilibrium, friction F works between the surface and the object in the opposite direction to force f .
- The magnitude of F is equal to f .

9. この摩擦力を静止摩擦力といいます.
10. 物体を押す力 f の大きさがある限度 F_{\max}
以上になると、物体は動き始めます.
11. この限度の静止摩擦力 F_{\max} を最大摩擦力といいます.
12. 最大摩擦力の大きさは垂直抗力 N の大きさにほぼ比例します.
13. このときの比例定数 μ を静止摩擦係数といいます.
14. 静止摩擦係数 μ は接触する 2 物体の材質などで決まる定数であり、接触面積が変わってもほとんど変化しません.
15. 次に力 f が作用した物体が滑らかでない面を移動している場合です.
16. 動摩擦力 F の大きさは垂直効力 N の大きさにほぼ比例します.
17. このときの比例定数 μ' を動摩擦係数といいます.
18. 動摩擦係数 μ' は接触する 2 物体の材質などで決まる定数であり、接触面積が変わってもほとんど変化しません.
19. 以上が摩擦の性質になります.
9. Friction in this case is called static friction.
10. If the magnitude of the force f exceeds the limit F_{\max} , the object starts to move.
11. The limit of static friction F_{\max} is called the maximum friction.
12. The magnitude of the maximum friction is roughly proportional to the normal force N .
13. The proportional constant μ is called the static friction coefficient.
14. The magnitude of the static friction coefficient μ is affected by the kinds of the material of contacting objects. However, it is not affected by the area of contact between two objects.
15. Next, we consider that the object with force f moves on a rough floor.
16. The magnitude of dynamic friction F is roughly in proportion to the normal force N .
17. This proportional constant μ' is called dynamic friction coefficient.
18. The magnitude of the dynamic friction coefficient μ' is affected by the kinds of the contacting material. However, it is not affected by the area of contact between two objects.
19. That is the nature of friction.

キーワード

- ・摩擦, 　　・摩擦力, 　　・静止摩擦力, 　　・動摩擦力, 　　・摩擦係数, 　　・接触面積

日本語解説

題 「摩擦」

運動する物体が他の物体と接触したときに受ける抵抗を「摩擦」といいます。「摩」という漢字は、麻が表皮をすりつぶして纖維をとるところから、手ですりつぶすことを表し、「擦」という漢字は、そのときの音を表しています。一般には、物と物がすれあって、熱や音を出したり、減ったりすることを意味します。また、相手や周囲の人と意見や感情の食い違いが起こり、事がうまくいかないことを指し、「_____が生じる」とか「_____を起こす」といいます。

文 5 「静止」

とどまって動かないこと、物体がその位置を変えないことを意味します。「静」という漢字は、争いが止まることを表しています。「止まる」には「静まる」と「鎮まる」という二つの漢字があてられます。が、「静まる」は自然にゆっくりと止まることを表し、「鎮まる」は強い力によって止まることを表します。「静」の字を使った言葉に「静観、静寂、鎮静、安静、平静、冷静」などがあります。

文 11 「限度」

これ以上は超えられないという程度を「限度」といいます。(例:「_____に近づく」「_____を超える」「限界」もほとんど同じ意味です)。

文 14 「接触」

近づき触れること、触れ合うこと、他人と交渉を持つことを「接触」といいます。

文 18 「材質」

木材または材料の性質を「材質」といいます。