

Kraft

Wenn wir einen Ball halten und loslassen, fällt er nach unten, weil er von der Erde angezogen wird. Es wirkt eine Kraft, die Schwerkraft. Wenn dieser Ball fällt, nimmt seine Geschwindigkeit zu. Wenn wir den Ball nach oben werfen, wird er immer langsamer und fällt schließlich wieder. Wenn wir den Ball waagrecht werfen, wird er beim Flug nach unten abgelenkt. In all diesen Fällen bewirkt die Schwerkraft eine Beschleunigung nach unten. Wenn der Ball nach unten fällt, gilt für die Fallgeschwindigkeit $v = -a \cdot t$. Das Minuszeichen hier zeigt, daß die Bewegung nach unten geht. Wenn wir den Ball nach oben werfen, beginnen wir mit der Geschwindigkeit v_{Start} nach oben, und die Schwerkraft beschleunigt den Ball nach unten: $v = v_{\text{Start}} - a \cdot t$. Der Ball steigt so lange, bis $v_{\text{Start}} = a \cdot t$. Dann hält der Ball für einen Moment an und beginnt dann wieder zu fallen. Wenn wir den Ball waagrecht werfen, geschieht die waagrechte Bewegung einfach mit der konstanten Geschwindigkeit v_{Start} . Die Bewegung nach unten ist dann einfach die Bewegung des fallenden Balls $v = -a \cdot t$. In jedem dieser Fälle bewirkt die abwärts gerichtete Kraft eine Beschleunigung in der gleichen Richtung. Für alle Massen m erzeugt die Kraft F eine Beschleunigung a . In der Physik ist deshalb die Kraft $F = m \cdot a$. Die Einheit der Kraft ist $1 \text{ N [Newton]} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$. Diese Kraft erhöht die Geschwindigkeit einer Masse von 1 kg pro Sekunde um 1 m/s .

Wenn keine Kraft auf einen Körper wirkt, bewegt sich dieser Körper geradeaus mit einer konstanten Geschwindigkeit oder steht. Wenn wir die Größe der Geschwindigkeit oder ihre Richtung ändern wollen, benötigen wir eine Kraft. Wenn wir in einem Auto sitzen, das mit 50 km/h fährt, bewegen wir uns ebenfalls mit 50 km/h . Wenn das Auto aber plötzlich stillsteht, weil es mit einem anderen Auto zusammengestoßen ist, bewegen wir uns weiter mit 50 km/h , bis wir auf die Windschutzscheibe treffen, falls wir keinen Sicherheitsgurt angelegt haben.

Falls sich eine Geschwindigkeit sehr schnell ändert, bedeutet dies eine sehr große Beschleunigung und damit eine sehr große Kraft. Wenn etwas auf einen harten Fußboden fällt, zerbricht es leichter.

Eine Kraft kann ein Objekt verformen. Dies führt entweder zu einer unumkehrbaren (plastischen), bleibenden Verformung oder zu einer umkehrbaren (elastischen) Verformung. Bei einer elastischen Verformung benötigen wir eine stärkere Kraft, um mehr zu verformen, und der verformte Körper wirkt der Verformung entgegen durch eine Kraft, die der verformenden Kraft genau entgegengesetzt ist. Wenn wir auf dem Boden stehen, werden wir angezogen in Richtung der Erde, aber die Erde selbst wird ein wenig so verformt und bewirkt eine Gegenkraft nach oben. Dabei ist die Verformung der Erde so stark, dass die Gegenkraft genau so stark ist wie die Anziehung der Erde. So heben beide Kräfte einander auf und die Summe beider Kräfte beträgt 0 N und erzeugt damit keine Beschleunigung.

For a force we need to know, where it acts, how strong it is and in what direction it acts. 2 forces of 1 N acting both from North to South, give an effect of 2 N . If both forces act in opposite directions, that means one acting from North to South and the other one from South to North, they give an effect of 0 N . 1 N from North to South and 1 N from West to East give together a force of 1.412 N in the direction from North West to South East.

A force F is needed to change the velocity of a mass. If I change the velocity of a mass by 1 m/s within 1 second , I need the force of 1 N [Newton] . The change of a velocity is called acceleration a . I need a force to make a mass faster, to make a mass slower or to turn away a mass from a straight movement. If no force is applied, a mass maintains the the amount and the direction of its velocity. If the mass m is constant, we need a double force to achieve a double acceleration a or a 3-fold

force to achieve a 3-fold acceleration. If the acceleration is constant, but the mass m is doubled, we need the double force, and if we have the 3-fold mass, we need the 3-fold force. That behavior is written down by the formula $F = m \cdot a$. For the unit therefore is $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

If we put together 2 masses, the mass of the sum of both masses is always the sum of both masses. Example: Mass $m_1 = 2 \text{ kg}$ and mass $m_2 = 3 \text{ kg}$. The sum of both masses together is always $m_1 + m_2 = 5 \text{ kg}$. When we add two forces, the effect of both forces combined doesn't depend on the strength of the forces alone, but also on their directions: If we have 2 equal forces and both forces pull a mass in the same direction, the forces add up. If they act in opposite directions, the forces cancel out and have no net effect. If one of these forces draws towards North and the other draws to West, the total force draws towards North West and is about 1,4 times stronger than each of the original forces.

Forces can be added like arrows, arrow 1 and arrow 2. We get the sum of two arrows, if we put the end of arrow 2 at the tip of arrow 1. The new arrow goes from the start of arrow 1 to the tip of arrow 2. Quantities, that are added like arrows are called vectors. A vector F therefore is often denoted by bold typeface \mathbf{F} , by underlining \underline{F} or by a little arrow above the letter \vec{F} .

Friction

If we hit a mass and let slide it on a table, we can see, that the mass becomes slower. The force producing this slow down is called friction. If we want that the mass on the table slides with a constant velocity, we need to pull it with a force that is as strong as the friction force. The friction increases with the velocity. If we want to get a higher velocity, we need, therefore, a stronger force. Bodies falling through the air experience a friction with the air. During the fall their velocity increases so much that finally the friction is as strong as the attraction of the earth. Then both forces add up to 0 N and there isn't anymore an acceleration, and the body has always the same velocity.

Gravitation

All masses attract each other. This attraction is very small, but it works over very big distances:

If the distance is doubled, the force is $\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$.

If the distance is 3 times, the force is $\frac{1}{9} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}$.

If the distance is 10 times, the force is $\frac{1}{100} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$.

If the distance is 100 times, the force is $\frac{1}{10000} = \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{100}$.

The attraction F between Mass m_1 and mass m_2 , that have a distance r , can therefore be described by the formula $F = \gamma \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$. γ is called the gravitational constant. $\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

Every mass in the world is attracted by all other masses in the cosmos.

If masses form a (radial symmetric) sphere, then the sum of the forces of all of these masses is the same as the force of a very tiny sphere with the same center and the same mass. The center of the earth is below us, about 6370 km distant from us. If we go up to an altitude of 6370 km above ground, the attraction is $\frac{1}{4}$ only of the present attraction. If we, however, lift a mass by some meters only, the attraction towards the center of the earth doesn't change.

At the surface of the earth a mass of 1 kg is attracted to the center of the earth with a force of about

9,81 N. \approx 10 N. This force is called weight. It is dependent on the place on earth and its height above ground.

© Dr. Reiner Hennig. email: henniglumsum@yahoo.com