

Grundwissen zur Physik aus Natur und Technik in Jahrgangsstufe 7

Beschleunigung a

Nimmt die Geschwindigkeit v eines Körpers pro Sekunde immer um den gleichen Betrag zu, so spricht man von einer konstanten Beschleunigung a .

Beispiel: Nimmt die Geschwindigkeit eines Autos pro Sekunde um 5,0 m/s zu, so beträgt die

$$\text{Beschleunigung } a \text{ des Autos } a = \frac{5 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Physikalische Kräfte

Physikalische Kräfte erkennt man an ihrer Wirkung: Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so wird der Körper **verformt** oder er **ändert** seinen Bewegungszustand.

Beim Bewegungszustand kann sich der **Betrag** oder die **Richtung** der Geschwindigkeit verändern.

Wirkt auf eine Kugel der Masse m eine konstante Kraft F , so erfährt die Kugel eine konstante Beschleunigung a .

Es gilt das **Newtonsche Gesetz** $F = a \cdot m$ oder umgeformt $a = \frac{F}{m}$,

d.h. die Beschleunigung ist um so größer, je größer die Kraft ist und um so kleiner, je größer die Masse ist.

Für die Einheit **1 Newton = 1 N** der Kraft F legt man fest:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}}{\text{s}^2},$$

d.h. wirkt auf 1 kg die Kraft 1 N, so erfährt das kg eine Beschleunigung von 1,0 m/s² und wirkt auf 4 kg die Kraft 12 N, so erfahren die 4 kg eine Beschleunigung von 3,0 m/s².

Erdbeschleunigung g und Gewichtskraft F_G

Eine Metallkugel fällt beschleunigt zur Erde, weil die Erde die Kugel anzieht (Schwerkraft oder Gewichtskraft F_G der Kugel).

Die Beschleunigung beträgt für zwei Kugeln mit den Massen 1,0kg bzw. 2,0kg jeweils 9,8 m/s². (Man nennt 9,8 m/s² die Erdbeschleunigung g .)

Das bedeutet für die Gewichtskräfte der beiden Kugeln:

Kugel 1 mit $m_1 = 1,0 \text{ kg}$

Kugel 2 mit $m_2 = 2,0 \text{ kg}$

$$F_{G1} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$$

$$F_{G2} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ kg} = 19,6 \text{ N}$$

Merke dir: **Gewichtskraft** $F_G = g \cdot m$

Wegen $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ hat eine Masse von 100g (Tafel Schokolade) etwa 1N Gewichtskraft auf der Erde.

Eine Kraft hat einen **Betrag**, eine **Richtung** und einen **Angriffspunkt**.

Man beschreibt deshalb Kräfte durch **Kraftpfeile**.

Wirken **mehrere Kräfte** auf einen Körper, so kann man ihre gemeinsame Wirkung durch die **Gesamtkraft** bzw. die so genannte **resultierende Kraft** F_{res} beschreiben.

Die resultierende Kraft ist die (vektorielle) Summe der Einzelkräfte (**Vektoraddition**).

Wenn sich die auf einen Körper wirkenden Kräfte wechselseitig aufheben ($F_{\text{res}} = 0$), dann herrscht so genanntes **Kräftegleichgewicht** und es gilt der **Trägheitssatz**:

Trägheitssatz:

Ist die resultierende Kraft auf einen Körper 0, dann ruht der Körper oder er bewegt sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit. (Die Beschleunigung ist damit 0.)

Erkläre: Der Trägheitssatz ist ein Spezialfall des **Newtonschen Gesetzes** $F = a \cdot m$.

Im Physikunterricht misst man Kräfte häufig mit einer so genannten **Federwaage**.

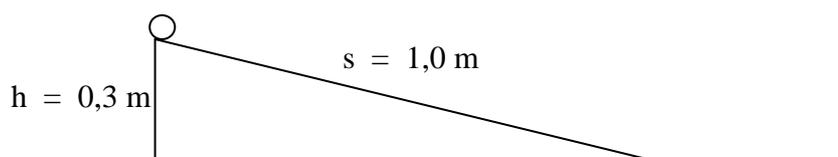
Bei der Federwaage nutzt man das **Hooke'sche Gesetz**, das bei der Dehnung einer Feder gilt:

$F = D \cdot s$ hierbei ist D eine Konstante der Feder (so genannte Federkonstante).

Das Hooke'sche Gesetz besagt, dass die Dehnung s einer Feder proportional zur Kraft F ist.

Aufgaben:

1. Ein Auto startet und erreicht nach 5,0 Sekunden die Geschwindigkeit 72 km/h.
Wie groß ist dabei die (durchschnittliche) Beschleunigung?
2. Ein Fußballspieler tritt beim Elfmeter mit einer durchschnittlichen Kraft von 80N gegen den Fußball der Masse 450g.
 - a) Welche Beschleunigung erfährt der Ball?
 - b) Welche Geschwindigkeit erreicht der Ball, wenn der Fuß des Spielers den Ball 0,15s lang berührt.
3. Auf der Erdoberfläche fallen Körper mit einer Beschleunigung von $9,8 \text{ m/s}^2$, auf der Mondoberfläche mit $1,6 \text{ m/s}^2$ herab.
Wie groß ist die Gewichtskraft eines Astronauten mit 70 kg Masse auf der Erde bzw. auf dem Mond?
4. Hans ist Schüler der 8. Klasse und trainiert auf einem Trampolin. Dieses Trampolin kann man als Feder mit der Federhärte 75 N/cm auffassen?
Wie weit drückt Hans das Trampolin ein?
Was muss man zusätzlich wissen, um diese Aufgabe lösen zu können? Nimm einen realistischen Wert an!
5. Eine Kugel läuft eine schräg liegende Rinne der Länge $s = 1,0\text{m}$ herab.
Für die folgenden Aufgaben darfst du mit der Erdbeschleunigung $g = 10 \text{ m/s}^2$ rechnen.



- a) Bestimme zuerst mit Hilfe einer Kräftezerlegung (maßstäbliche Zeichnung!) die so genannte Hangabtriebskraft F_H , mit der die Kugel beschleunigt wird.
- b) Ermittle die Beschleunigung a , die die Kugel erfährt.

Grundwissen zur Physik aus Natur und Technik in Jahrgangsstufe 7

Lösungen zu den Aufgaben

1. Beschleunigung $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{72 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{5,0 \text{ s}} = \frac{72 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}}{5,0 \text{ s}} = \frac{72 \cdot 10 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{36 \cdot 5,0 \text{ s}} = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5,0 \text{ s}} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

2. a) $F = 80 \text{ N}$; $m = 450 \text{ g} = 0,450 \text{ kg}$; wegen $F = a \cdot m$ folgt

$$a = \frac{F}{m} = \frac{80 \text{ N}}{0,450 \text{ kg}} = 177,7... \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 177,7... \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 178 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow$

$$\Delta v = a \cdot \Delta t = 178 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,15 \text{ s} = 26,7 \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}^2} = 26,7 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 26,7 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 96 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

3. $g_{\text{Erde}} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ und $g_{\text{Mond}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Gewicht auf der Erde: $F_{G,\text{Erde}} = g_{\text{Erde}} \cdot m = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 70 \text{ kg} = 686 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 686 \text{ N} \approx 0,69 \text{ kN}$

Gewicht auf dem Mond: $F_{G,\text{Mond}} = g_{\text{Mond}} \cdot m = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 70 \text{ kg} = 112 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 112 \text{ N} \approx 0,11 \text{ kN}$

4. Man benötigt noch die Gewichtskraft bzw. die Masse von Hans. Vermutlich gilt $m \approx 50 \text{ kg}$

$$F = D \cdot s \text{ und } D = \frac{75 \text{ N}}{\text{cm}} \text{ und } F = F_G = m \cdot g \approx 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 500 \text{ N}$$

Hans drückt das Trampolin ein um $s = \frac{F}{D} \approx \frac{500 \text{ N}}{75 \frac{\text{N}}{\text{cm}}} = \frac{500 \text{ cm}}{75} = 6,66... \text{ cm} \approx 7 \text{ cm}$.

5. a) Wählt man für die Gewichtskraft der Kugel z.B.

$F_G = 5,0 \text{ N} \hat{=} 5,0 \text{ cm}$,
so zeigt die Konstruktion,
dass die Hangabtriebskraft,
 $F_H = 1,5 \text{ N} \hat{=} 1,5 \text{ cm}$ ist.

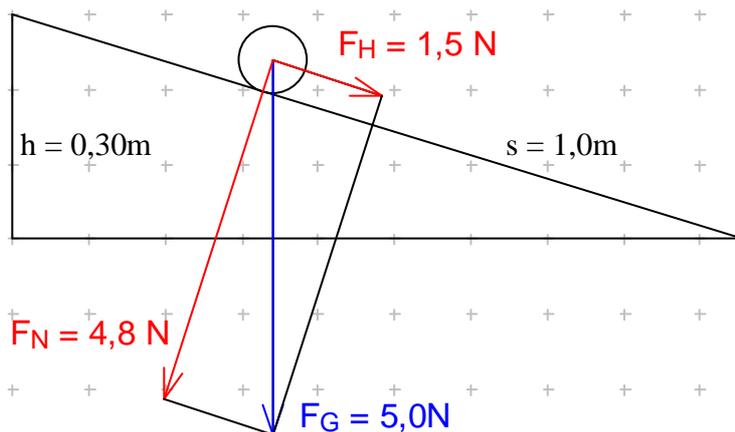
F_H macht also von F_G den

Bruchteil $\frac{F_H}{F_G} = \frac{1,5 \text{ N}}{5,0 \text{ N}} = 0,30$

aus.

Also $F_H = 0,30 \cdot F_G$, d.h.

der Hangtrieb macht 30%
von der Gewichtskraft aus.



b) Für die Beschleunigung a auf der schiefen Ebene ist nur die Hangabtriebskraft verantwortlich. Also gilt $F_H = a \cdot m$. Wegen $F_G = g \cdot m$ und $F_H = 0,30 \cdot F_G$ folgt damit

$$a = \frac{F_H}{m} = \frac{0,30 \cdot F_G}{m} = 0,30 \cdot \frac{F_G}{m} = 0,30 \cdot g = 0,30 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Beschleunigung a beträgt also nur 30% der Erdbeschleunigung g !

Hinweis: h beträgt ebenfalls nur 30% von s . Es gilt also offensichtlich: Der Bruchteil den h von s ausmacht entspricht auch dem Bruchteil, den a von g ausmacht.