

Physik * Jahrgangsstufe 9 * Bewegung unter konstanter Krafteinwirkung

Von der 7. Klasse Natur und Technik ist uns das **Kraftgesetz von Newton** bekannt.

Die Kraft F , die einen Gegenstand beschleunigt, ist gleich dem Produkt aus der Masse m des Gegenstands und seiner Beschleunigung a .

$$\mathbf{F = m \cdot a}$$

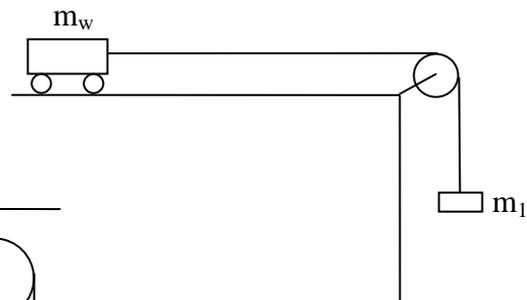
Zusätzlich wissen wir:

Eine Kraft von 1 Newton beschleunigt einen Gegenstand der Masse 1 kg mit der Beschleunigung $1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ (m/s)/s}$.

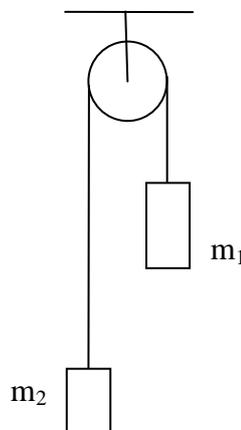
$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Untersuche bei den folgenden beiden Versuchen jeweils, welche Masse m beschleunigt wird und wie groß die beschleunigende Kraft ist. Ermittle daraus dann die Beschleunigung a !

1. Ein Wagen der Masse m_w wird durch das Gewicht der Masse m_1 beschleunigt. Wie groß ist die Beschleunigung a , falls gilt $m_w = 250 \text{ g}$ und $m_1 = 50 \text{ g}$.



2. Über eine Rolle sind die beiden Massen m_1 und m_2 miteinander verbunden. Es gilt $m_1 > m_2$. Berechne a für $m_2 = 490 \text{ g}$ und $m_1 = 510 \text{ g}$.



Man nennt diesen Versuchsaufbau auch Atwood-Fallmaschine.

Überlege:
Wie kann man die Beschleunigung experimentell bestimmen?

3. Das Flugzeug A 380 hat vier Triebwerke mit je ca. 310 kN maximaler Schubkraft. Voll beladen beträgt die Masse der A 380 etwa 590 t.

- a) Welche maximale Beschleunigung ist beim Start möglich? Skizziere ein t - v -Diagramm für den Start.
- b) Bei einer Geschwindigkeit von 260 km/h hebt die A 380 ab. Welche Strecke hat sie bis zum Abheben zurückgelegt?
- c) Wie groß ist die kinetische Energie der A 380 beim Abheben? Wie kannst Du diese Energie auch aus der in b) ermittelten Wegstrecke und der Schubkraft errechnen?



Physik * Jahrgangsstufe 9

Lösungen zum Aufgabenblatt „Bewegung unter konstanter Krafteinwirkung“

1. Beschleunigte Masse $m = m_w + m_1$

beschleunigende Kraft $F = m_1 \cdot g$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{m_1 \cdot g}{m_w + m_1} = \frac{m_1}{m_w + m_1} \cdot g$$

$$\text{mit } m_w = 250\text{g und } m_1 = 50\text{g also } a = \frac{50\text{g}}{300\text{g}} \cdot g = \frac{1}{6} \cdot g = \frac{1}{6} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,64 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Beschleunigte Masse $m = m_1 + m_2$

beschleunigende Kraft $F = m_1 \cdot g - m_2 \cdot g = (m_1 - m_2) \cdot g$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot g}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

Wählt man z.B. $m_1 = 510\text{g}$ und $m_2 = 490\text{g}$, dann sollte man für die Beschleunigung

$$a = \frac{510 - 490}{510 + 490} \cdot g = \frac{20}{1000} \cdot g = 0,020 \cdot g \approx 0,20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ erhalten.}$$

Mit einer Stoppuhr kann man bei dieser kleinen Beschleunigung gut die „Fallzeit“ in Abhängigkeit von der Fallhöhe ermitteln und daraus dann das a errechnen und mit dem theoretischen Wert vergleichen.

3. a) $a_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{m} = \frac{4 \cdot 310 \cdot 10^3 \text{ N}}{590 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 2,10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 2,10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



b) $v = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{260 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{2,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{260000 \text{ m} \cdot \text{ls}}{2,10 \text{ m} \cdot 3600 \text{ s}} \approx 34,4 \text{ s}$

Die A 380 hebt nach ca. 34,4s ab.

Der bis dahin zurückgelegte Weg beträgt

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (34,4\text{s})^2 = 1242,5... \text{ m} \approx 1,24 \text{ km}$$

Die A 380 hebt nach ca. 1,24 km ab.

c) $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 590 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(\frac{260}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 1,54 \cdot 10^9 \text{ J}$

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{beschl}} = F \cdot x = 4 \cdot 310 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1243 \text{ m} = 1,54 \cdot 10^9 \text{ J}$$