



Dynamik

© Walkowiak 2009

Die Kraft

physikalische Bedeutung:
Die Kraft gibt an, wie stark ein Körper auf einen anderen einwirkt.

FZ: \vec{F}

Einheit: N

Gleichung: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Messgerät: Federkraftmesser

© Walkowiak 2009

Die Kraft

Wirkungen von Kräften:

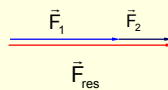
- Formänderung (elastisch oder plastisch)
- Änderung des Bewegungszustandes (Geschwindigkeit oder Richtung)

Die Kraft ist eine **vektorielle Größe**. Sie ist gekennzeichnet durch *Betrag*, *Richtung* und *Angriffspunkt*. Kräfte können entlang ihrer Wirkungslinie verschoben werden.

© Walkowiak 2009

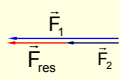
Kräfteaddition

- Beide Kräfte sind gleich gerichtet.



$F_{res} = F_1 + F_2$

- Die Kräfte sind entgegengesetzt gerichtet.

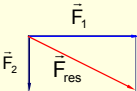


$F_{res} = F_1 - F_2$

© Walkowiak 2009

Kräfteaddition

- Die Kräfte greifen im rechten Winkel an.

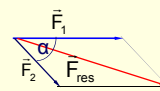


$F_{res}^2 = F_1^2 + F_2^2$

© Walkowiak 2009

Kräfteaddition

- Die Kräfte greifen in einem beliebigen Winkel an.



$F_{res}^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cdot \cos \alpha$

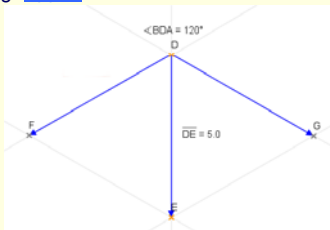
© Walkowiak 2009

Kräftezerlegung

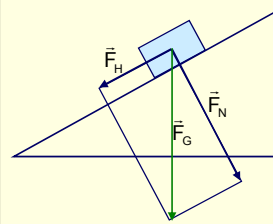
- Eine Lampe ($m = 500 \text{ g}$) hängt an zwei Seilstücken, welche einen Winkel von 120° bilden. Bestimme die Kräfte auf jedes Seilstück zeichnerisch und rechnerisch!
- zeichnerische Lösung: [Applet](#)
- rechnerisch:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{F_G : 2}{F_1}$$

$$F_1 = \frac{F_G : 2}{\cos(\alpha : 2)} = \frac{2,5 \text{ N}}{\cos(60^\circ)} = 5 \text{ N}$$



Kräfte an der geneigten Ebene



F_G ... Gewichtskraft
 F_N ... Normalkraft
 F_H ... Hangabtriebskraft

Wechselwirkungsgesetz

Wirken zwei Körper wechselseitig aufeinander ein, so übt jeder der Körper auf den anderen eine Kraft aus. Diese Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

(actio = reactio)

- Bsp.:
- Buch auf Bücherbord
 - zwei Autos, die zusammenfahren
 - hängende Lampe

Trägheitsgesetz

Ein Körper bleibt im Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung, solange keine Kraft auf ihn wirkt.

- Bsp.:
- plötzliches Anfahren bzw. Bremsen
 - Raumschiff
 - Schlecht befestigte Ladung in einer Kurve

Newtonsches Grundgesetz

Wirkt auf einen beweglichen Körper eine Kraft, so wird dieser in Richtung der Kraft beschleunigt. Dabei sind Kraft und Beschleunigung zueinander direkt proportional.

Es gilt: $F = m \cdot \vec{a}$

- Bsp.:
- Gewichtskraft $F_G = m \cdot g \Rightarrow 1 \text{ kg} \rightarrow \approx 10 \text{ N}$
 - Zwei Pkw's mit unterschiedlicher Masse können bei gleicher Kraft unterschiedlich beschleunigen

Gewichtskraft

physikalische Bedeutung:

Die Gewichtskraft gibt an, wie stark ein Körper an seiner Aufhängung zieht oder auf seine Unterlage drückt.

Formelzeichen: F_G

Einheit: N

Gleichung: $\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}$ (g...Fallbeschleunigung)

Messgerät: Federkraftmesser

Die Gewichtskraft ist ortsabhängig.

Federkraft

- Bei einer elastisch verformten Feder ist die Gewichtskraft zur Längenänderung proportional.
Es gilt: $F_G \sim \Delta l$ (Hooke'sches Gesetz)
- Der Proportionalitätsfaktor heißt *Federkonstante* D bzw. k.
Es gilt: $F_G = D \cdot \Delta l$
- Je härter die Feder, desto größer die Federkonstante.
- Die rücktreibende Federkraft ist der Gewichtskraft entgegengesetzt.
→ $F = - D \cdot \Delta l$

Aufgabe: Wie groß ist die Masse, die bei einer Feder mit $D = 150 \text{ N/m}$ eine Längenänderung von 8 cm hervorruft?



13

© Walkowiak 2009

Reibungskraft

- Reibung ist ein bewegungshemmender Vorgang. Die Reibungskraft ist demnach der Bewegungsrichtung entgegengesetzt.
Es gilt: $F_R = \mu \cdot F_N$
- μ ... Reibungszahl
- F_N ... Normalkraft (senkrecht zur Berührungsfläche wirkende Kraft)
- Man unterscheidet Haft-, Gleit-, Roll- und Flüssigkeitsreibung.
- Es gilt: $\mu_{\text{Haft}} > \mu_{\text{Gleit}} > \mu_{\text{Roll}} > \mu_{\text{Flüss}}$



14

© Walkowiak 2009

Aufgaben

1. Definieren Sie die Begriffe Masse und Gewichtskraft!
2. Weisen Sie nach, dass $100 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ N}$ entsprechen!
3. Begründen Sie, dass das Trägheitsgesetz ein Spezialfall des Newtonschen Grundgesetzes ist!
4. Erläutern Sie die Bedeutung des Wortes „geradlinig“ beim Trägheitsgesetz!
5. Die Geschwindigkeit eines Lkw ($m = 1 \text{ t}$) soll innerhalb von 3 s von 80 km/h auf 30 km/h herabgesetzt werden. Welche Bremskraft ist dazu notwendig und wie groß ist der Bremsweg?
(4,6 kN; 45,8 m)



15

© Walkowiak 2009

Aufgaben

6. Ein Junge gibt einem Ball mit der Masse 0,5 kg in 0,2 s aus der Ruhe eine Geschwindigkeit von 8 m/s.
Welche (mittlere) Kraft übt er auf den Ball aus? (20 N)
7. Ein Auto mit der Masse 600 kg wird auf einer Strecke von 50 m durch die konstante Kraft $F = 900 \text{ N}$ zum Stillstand abgebremst.
Wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit? (12,25 m/s)
8. Ein Zug (Gesamtmasse 600 t) erreicht beim Anfahren von der Haltestelle aus auf einer Strecke von 2,45 km die Fahrgeschwindigkeit 120 km/h.
Wie groß ist die Kraft, mit der die Lok den Zug zieht?
(136 kN)



16

© Walkowiak 2009

Aufgaben

11. Bei einem Crash-Test stößt ein Pkw mit der Geschwindigkeit 30 km/h frontal gegen eine Mauer. Durch Deformation der Knautschzone um 40 cm kommt der Wagen zum Stillstand. mit welcher Kraft müssen die Sicherheitsgurte eine Puppe mit der Masse 70 kg halten, wenn eine konstante Bremsbeschleunigung angenommen werden kann?
(6,1 kN)
12. Am Kranseil eines Turmdrehkranes hängt eine Betonplatte der Masse 2,5 t. Wie groß ist jeweils die Kraft im Seil, wenn die Platte
 - mit der konstanten Beschleunigung $1,2 \text{ m/s}^2$ angehoben
 - mit einer konstanten Geschwindigkeit gehoben wird
 - in Ruhe hängt?
(27,5 kN; 24,5 kN; 24,5 kN)



17

© Walkowiak 2009