



Engaging Physics Tutoring

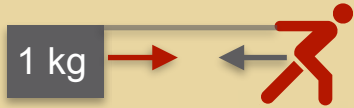
Lektion 4

Kraft

Newtons Gesetze

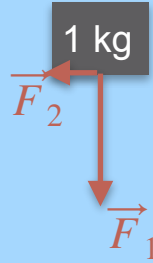
Konzepte + Tricks

actio - reactio:



Superposition:

$$\vec{F}_{\text{res}} = ???$$



Ohne Kräfte:



$$\vec{F} = 0 \rightarrow \vec{v} = ???$$

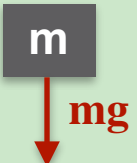
Einheit "Newton"

"1N beschleunigt
1kg in 1s auf 1m/s"

Kraft \vec{F} 

Newton II:

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}}$$

$$m \vec{a} = ??? \quad [m = \text{const.}]$$


A diagram of a grey box labeled "m" with a red arrow labeled "mg" pointing down from the bottom.

analog:

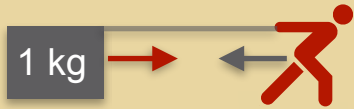
Kräftegleichgewicht:

$$\sum \vec{F}_i = ???$$



actio - reactio:

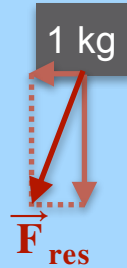
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



Superposition:

$$\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

Kräfte auf eine Masse addieren sich vektoriell



Ohne Kräfte:



$$\vec{F} = 0 \rightarrow \vec{v} = \text{const.}$$

Geschwindigkeit der Masse bleibt unverändert!

Einheit "Newton"

$$[\mathbf{F}] = \text{N} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

"1N beschleunigt 1kg in 1s auf 1m/s"

Kraft \vec{F}

Newton II:

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}}$$

$$\mathbf{m} \vec{a} = \vec{F}_{\text{res}} \quad [m = \text{const.}]$$



Beschleunigung wird immer durch Kräfte ausgelöst

analog:

Kräftegleichgewicht:

$$\sum \vec{F}_i = 0 \rightarrow \vec{v} = \text{const.}$$



Rezepte

Rechnen im Kräftegleichgewicht

Kräftegleichgewicht: $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$ "Summe aller Kräfte ist null"

mit 2. Newton folgt $m\ddot{\vec{r}} = \sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$ $\ddot{\vec{r}} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0}$
 \rightarrow Geschwindigkeit muss konstant sein!

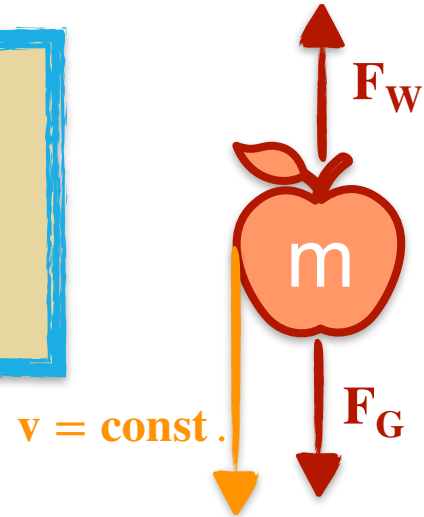
Häufige Aufgabe: Berechne konstante Geschwindigkeit

Vorgehen:

- 1.) Stelle Summe aller Kräfte auf
- 2.) Setze $\vec{F}_{\text{tot}} = \vec{0}$ und löse nach v auf

Beispiel: Fall mit Luftwiderstand

$$\vec{F}_G = -m\vec{g} \quad \text{und} \quad \vec{F}_W = \alpha v^2$$
$$\rightarrow \vec{F}_{\text{tot}} = ??? \quad \rightarrow v^2 = ???$$



Rechnen im Kräftegleichgewicht

Kräftegleichgewicht: $\sum \vec{F}_i = 0$ "Summe aller Kräfte ist null"

mit 2. Newton folgt $m\ddot{\vec{r}} = \sum_i \vec{F}_i = 0$ $\ddot{\vec{r}} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$
 \rightarrow Geschwindigkeit muss konstant sein!

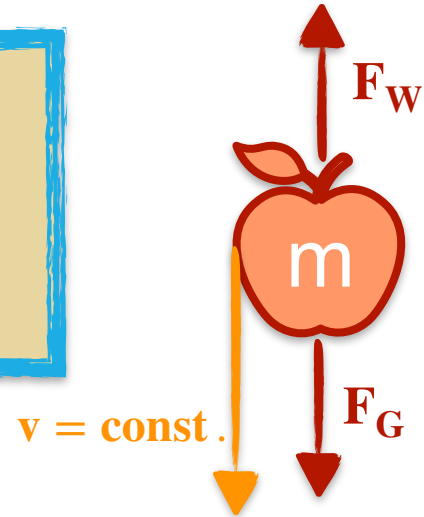
Häufige Aufgabe: Berechne konstante Geschwindigkeit

Vorgehen:

- 1.) Stelle Summe aller Kräfte auf
- 2.) Setze $\vec{F}_{\text{tot}} = \mathbf{0}$ und löse nach v auf

Beispiel: Fall mit Luftwiderstand

$$\mathbf{F}_G = -m\mathbf{g} \quad \text{und} \quad \mathbf{F}_W = \alpha v^2$$
$$\rightarrow \mathbf{F}_{\text{tot}} = -m\mathbf{g} + \alpha v^2 = \mathbf{0} \quad \rightarrow v^2 = \frac{mg}{\alpha}$$



Die Newton'sche Bewegungsgleichung

Mit Newton II lässt sich aus Kräften auf die Dynamik eines Körpers schliessen

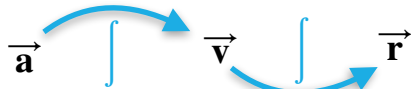
$$m \vec{a} = m \ddot{\vec{x}} = \sum_i \vec{F}_i$$

heisst deshalb "Bewegungsgleichung"

Vorgehen:

- 1.) Kräfte aufsummieren $\vec{F}_{\text{tot}} = \dots$
- 2.) Bewegungsgleichung hinschreiben $m \ddot{\vec{r}} = \dots$
- 3.) Bewegungsgleichung lösen

3. a) Integration



oder

3. b) Lösung der DGL

Falls r, v und/oder a
gemeinsam in Gleichung

Beispiel für freien Fall:

- 1.) $\vec{F}_{\text{tot}} = ???$
- 2.) $m \ddot{\vec{r}} = ???$

- 3.) $v_z = ???$
 $z = ???$

Die Newton'sche Bewegungsgleichung

Mit Newton II lässt sich aus Kräften auf die Dynamik eines Körpers schliessen

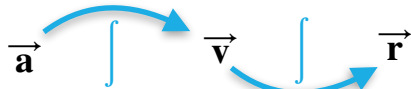
$$m\vec{a} = m\ddot{\vec{x}} = \sum_i \vec{F}_i$$

heisst deshalb "Bewegungsgleichung"

Vorgehen:

- 1.) Kräfte aufsummieren $\vec{F}_{\text{tot}} = \dots$
- 2.) Bewegungsgleichung hinschreiben $m\ddot{\vec{r}} = \dots$
- 3.) Bewegungsgleichung lösen

3. a) Integration



oder

3. b) Lösung der DGL

Falls r, v und/oder a
gemeinsam in Gleichung

Beispiel für freien Fall:

- 1.) $\vec{F}_{\text{tot}} = -mg\hat{e}_z$
- 2.) $m\ddot{\vec{r}} = -mg\hat{e}_z$
 $\rightarrow m\ddot{z} = -mg$
- 3.) $v_z = -gt + v_0$
 $z = z_0 - \frac{1}{2}gt^2 + v_0t$