

10PhG5

Kinematik und Dynamik

Geschwindigkeit: $v = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} = \frac{s}{t}$ (so lern man das in der Mittelstufe) (velocity)

Bsp.: W'fal \rightarrow Düsseldorf $s \approx 30 \text{ km}$, $t = 30 \text{ min}$

$$\Rightarrow \bar{v} = 60 \text{ km/h}$$

Durchschnittsgeschw.

Momentangeschwindigkeit:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\approx \frac{ds}{dt}$$

nur eine andere Schreibweise von dem

Differentialquotient

„delta s“
($\Delta s = \text{Streckenintervall} = s_{\text{nachher}} - s_{\text{vorher}}$)

($\lim \dots = \text{Grenzwert von} \dots$
 $\Delta t \rightarrow 0$: Man wählt Δt möglichst klein, am besten unendlich klein: infinitesimal)

Einheitenumrechnung:

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Leftrightarrow \underline{\underline{1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

$$\frac{30 \text{ km}}{30 \text{ min}} = \frac{30000 \text{ m}}{1800 \text{ s}} = 16,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\frac{30 \text{ km}}{30 \text{ min}} = \frac{30 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} = 60 \text{ km/h}$$

[SI-Basiseinheiten: m, kg, s (A, cd, mol)]

Beschleunigung: $a = \frac{\text{Geschw. - Änderung}}{\text{Zeit}}$ (Mittelstufe) (acceleration)

Momentanbeschl.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

Bsp.: Von 0 auf 100 km/h in 5 s.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \frac{27,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} \\ = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 5,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$100 \text{ km/h} = 27,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ICE: $a = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Erdbeschl.: $a = g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Tennisball: $a = 10000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

KFZ (P. 911): $a = 10,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Sprinter: $a = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Stacheln einer Nesselzelle: $a = 53 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$???

$$\left(\Rightarrow \begin{array}{l} \Delta v = 60 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \Delta t = 1 \text{ ms} \\ a = \frac{60}{10^{-3}} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 60000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{array} \right)$$

Vektoren

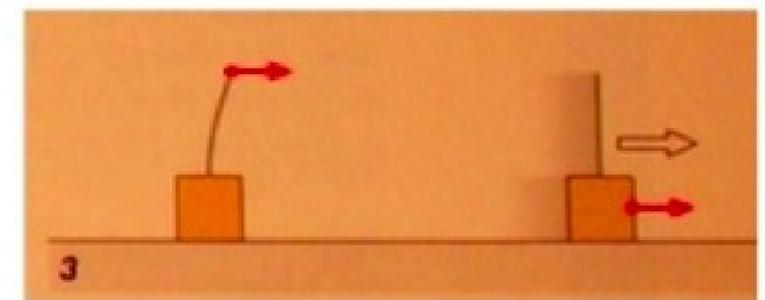
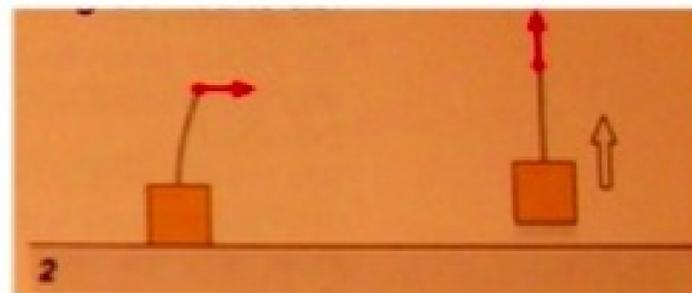
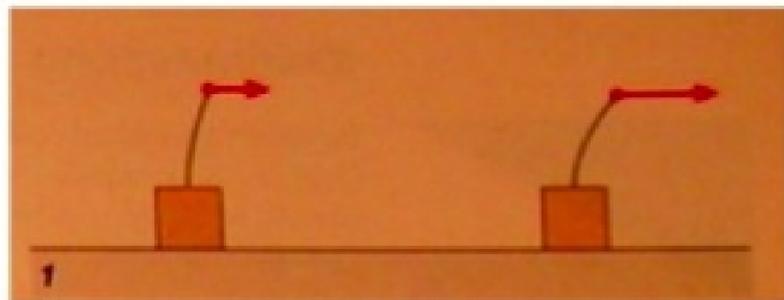
Ein Vektor ist in der klassischen Physik eine physikalische Größe, die durch einen Betrag und eine Richtung gekennzeichnet ist. Für vektorielle Größen in der Physik gelten dieselben geometrischen Gesetze und Rechenregeln wie für die geometrischen Vektoren.

Kräfte

Wirkungen von Kräften:

Kräfte können einen Körper verformen oder seine *Geschwindigkeit* verändern (vergrößern, verkleinern oder die Richtung ändern), also beschleunigen.

Die Wirkung der Kraft hängt ab von Betrag, Richtung und Angriffspunkt.



Solche Größen nennt man in der Physik Vektoren.

Andere Vektoren: Strecke, Geschw., Beschleunigung

Nichtvektorielle physikalische Größen: Skalare

z.B. Masse m ($[m] = 1\text{kg}$), Zeit t ($[t] = 1\text{s}$), Energie E ($[E] = 1\text{J}$)

Die Maßeinheit der physikalischen Größe Kraft ist ein Newton: $[F] = 1 \text{ N}$

Offizielle Definition:

"Eine Kraft vom Betrag 1 N liegt vor, wenn sie einen reibungsfrei beweglichen Körper der Masse 1 kg in 1 s aus der Ruhe auf eine Geschwindigkeit von 1 m/s beschleunigt"

"Merkregel":

"Die Kraft zwischen einer 100g-Tafel Schokolade und der Erde ("Gewichtskraft") beträgt ungefähr 1 N."

$$(\text{Gewichtskraft } F_G = m \cdot g)$$

Vektoraddition und -zerlegung

ZUSAMMENFASSUNG

Kräfteparallelogramm

Greifen zwei Kräfte \vec{F}_1 und \vec{F}_2 in einem Punkt an, so kann die resultierende Kraft \vec{F}_{res} als Diagonale des von \vec{F}_1 und \vec{F}_2 aufgespannten Parallelogramms dargestellt werden.

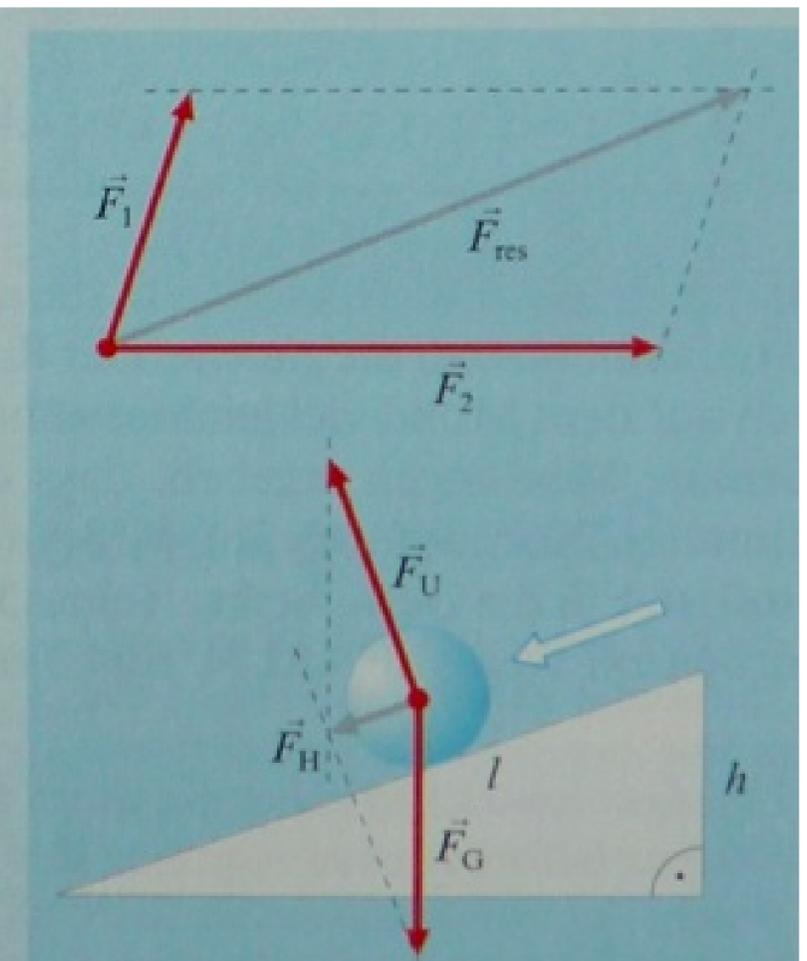
An der schiefen Ebene gilt: $\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l}$, also $F_H = F_G \cdot \frac{h}{l}$.

F_H : Hangabtriebskraft

F_G : Gewichtskraft

Kräftegleichgewicht

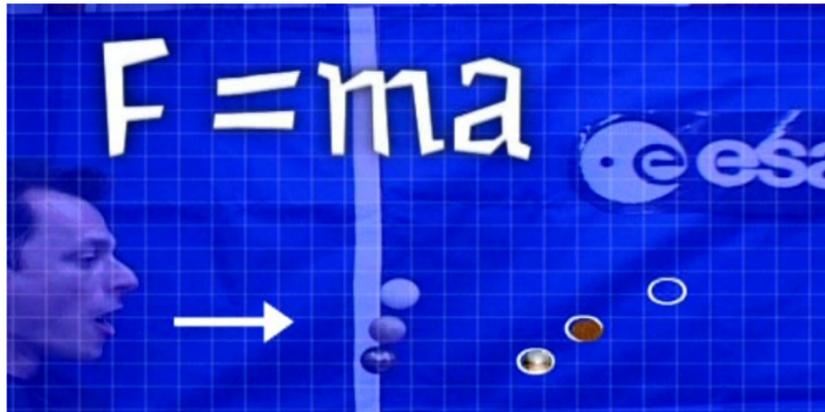
Ein Körper befindet sich im Kräftegleichgewicht, wenn die resultierende Kraft auf ihn null ist. Ein solcher Körper befindet sich in Ruhe oder in geradlinig gleichförmiger Bewegung.



Die 3 Newtonschen Axiome

Ein Körper behält seine Geschwindigkeit bei (Betrag und Richtung!), wenn keine äußere Kraft auf ihn einwirkt.

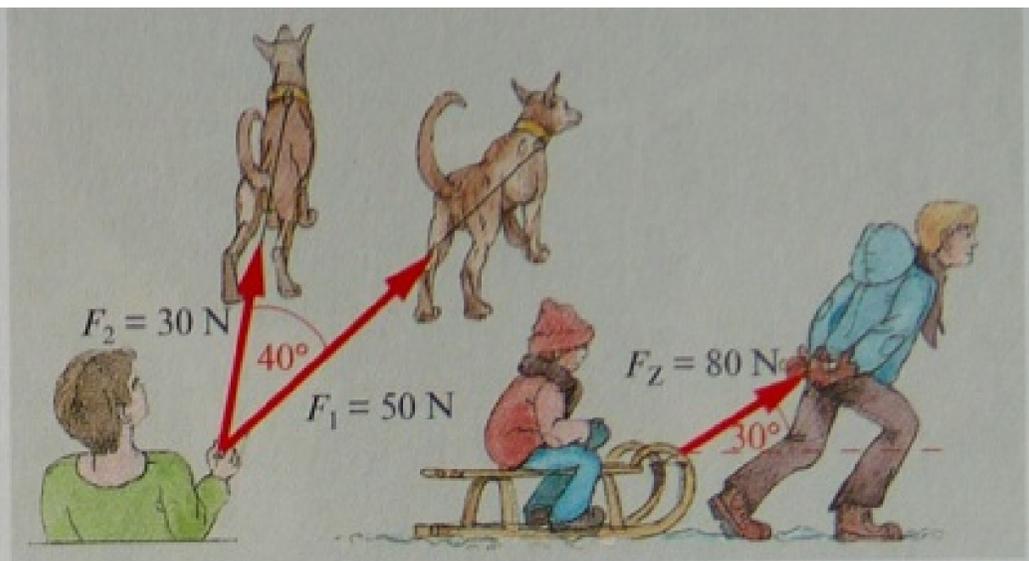
(Bzw.: ... wenn die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte 0 ist.)



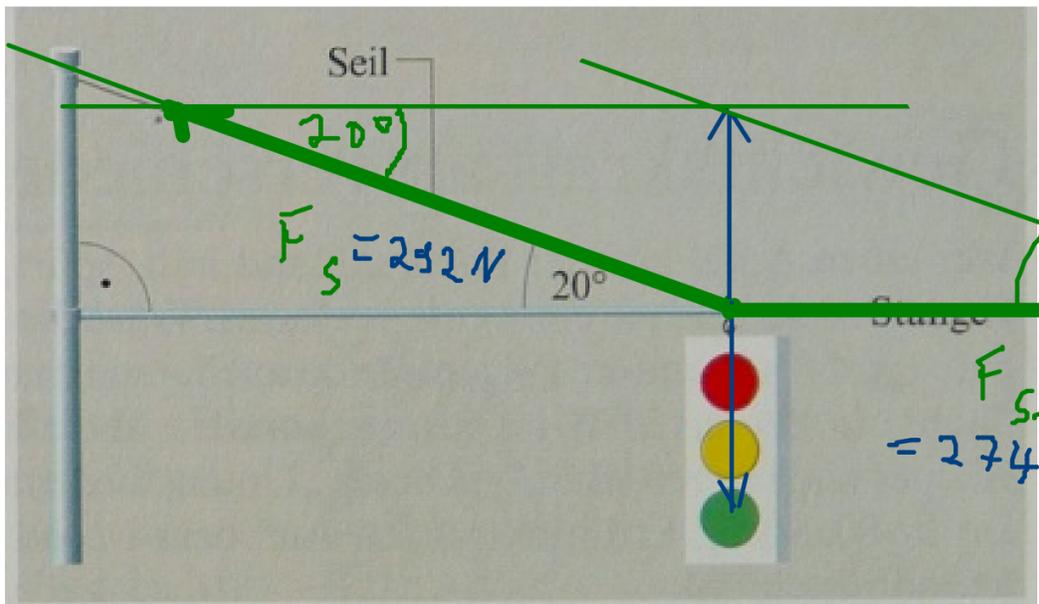
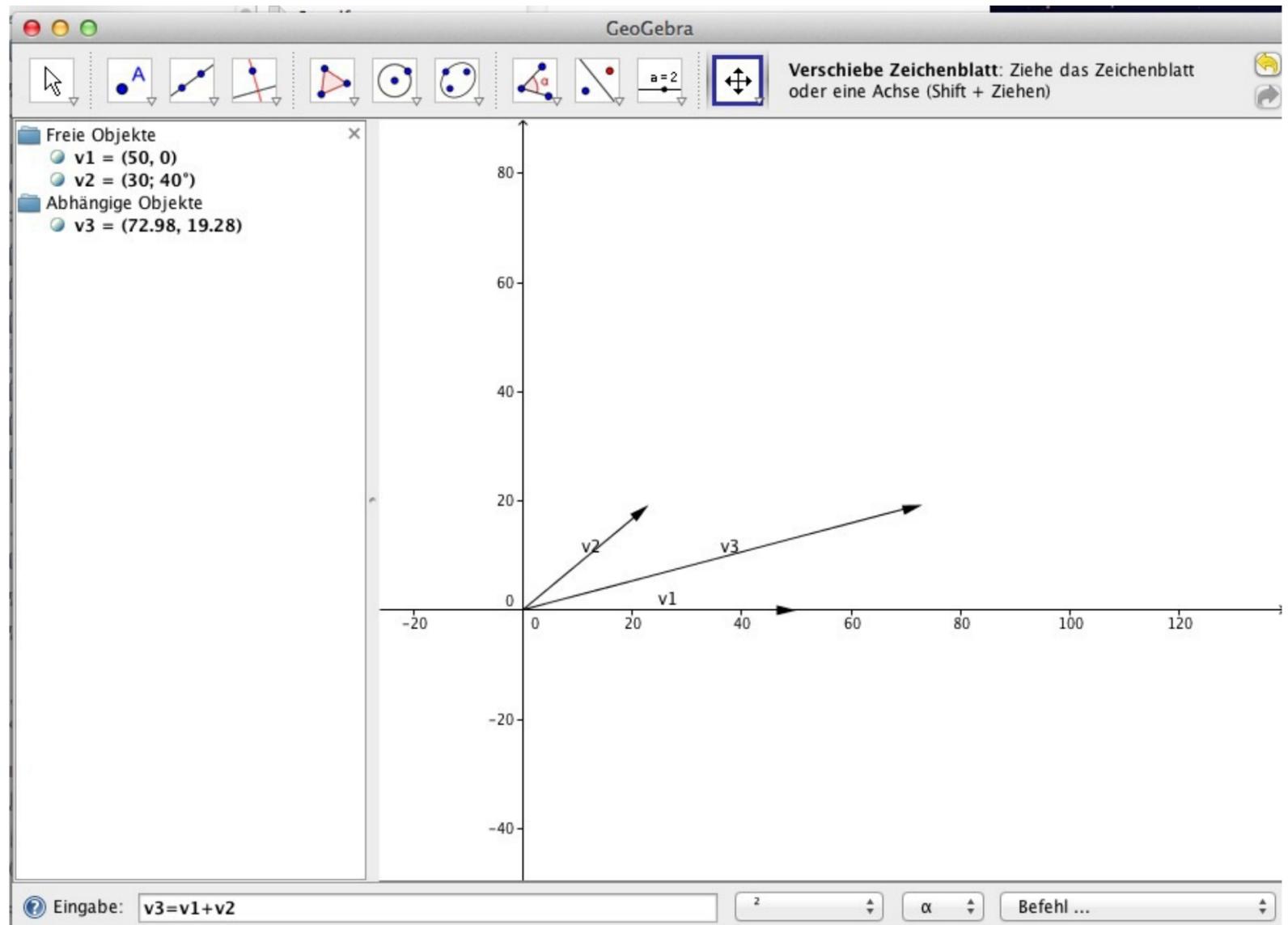
$$\Leftrightarrow a = \frac{F}{m}$$

actio = reactio

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegengerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).



a) Zwei Hunde ziehen an ihren Leinen. Ermittle die resultierende Kraft auf die Hand mithilfe einer Konstruktion!



Eine Ampel mit einer Gewichtskraft von 100 N ist wie im Bild 2 aufgehängt. Ermittle die Kräfte, die das Seil bzw. die Stange auf den Mast ausüben!

Matheexkurs:

$$\sin 20^\circ = \frac{100\text{ N}}{h} \Rightarrow h = \frac{100\text{ N}}{\sin 20^\circ}$$

$$\Rightarrow h = F_s = \underline{\underline{292\text{ N}}}$$

$$\tan 20^\circ = \frac{100\text{ N}}{a}$$

$$a = F_{st} = \underline{\underline{274\text{ N}}}$$

$$\frac{g}{h} = \sin \alpha$$

$$\frac{a}{h} = \cos \alpha$$

$$\frac{g}{a} = \tan \alpha$$

Energie

Steckdose

Solarzellen
Windkraft (erneuerbare E.)
Kohle-/Atomkraftwerk

(Politik
Wahlkampf
Energiewende)

Wärme
Licht

Bewegung
Reibung

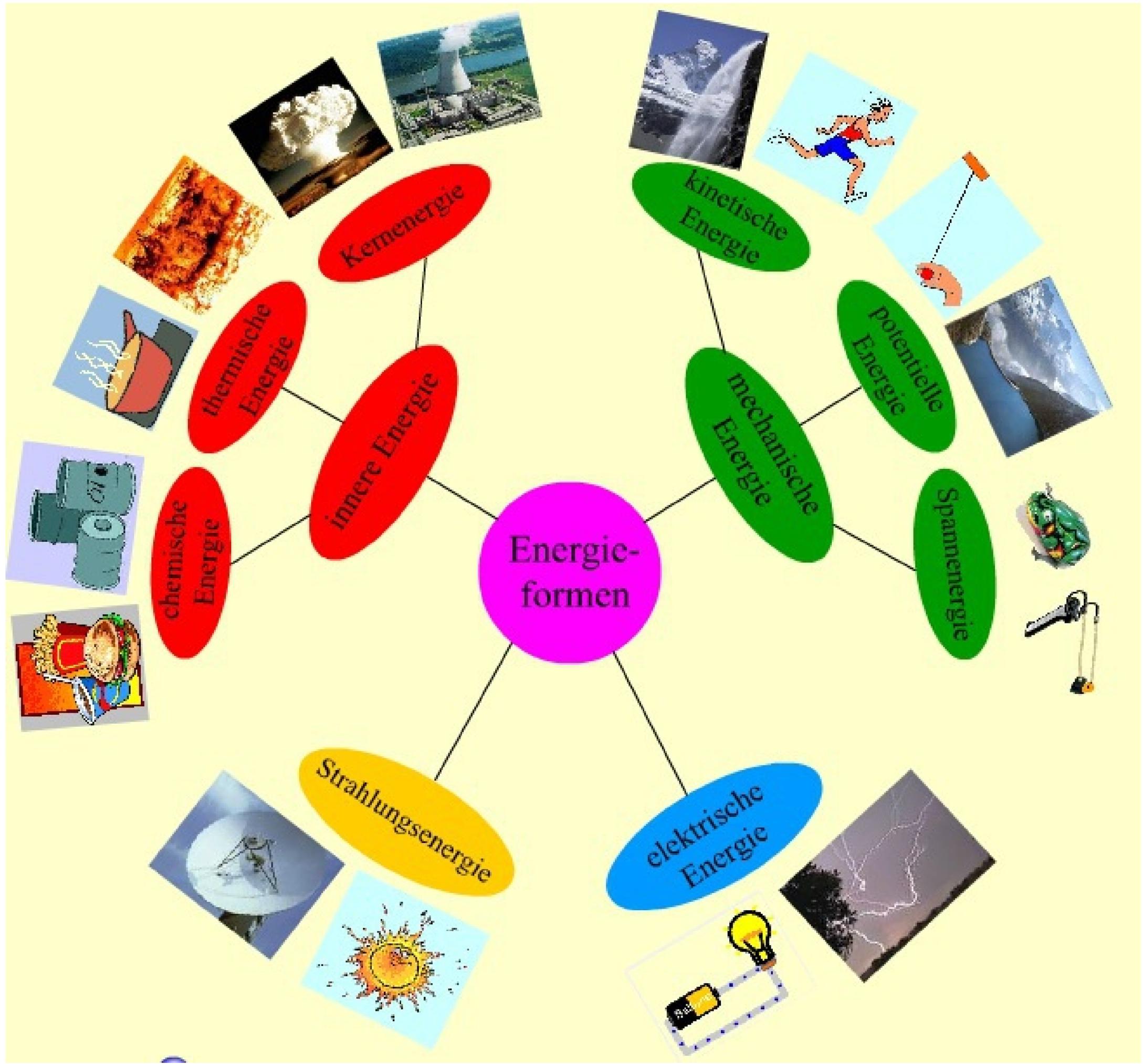
chemische Reaktionen

Energieumwandlung
Energieverlust?
Energieverbrauch?

Energieerhaltungssatz:

Energie geht niemals verloren, kann nicht erzeugt und nicht vernichtet werden, sondern nur von einer in eine oder mehrere Energieformen umgewandelt werden.

(Es gibt kein Perpetuum mobile: Es wandelt sich immer ein Teil der nutzbaren Energie in unbrauchbare, z.B. Wärme-, Energie um.)



Die physikalische Arbeit, mechanische Energieformen und Leistung

Lageenergie - kinetische Energie - Spannenergie

Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.

"Physikalische Arbeit" ist klar definiert:

Es wird physikalische Arbeit verrichtet, wenn eine Kraft längs eines Weges wirkt.

Formel zur Arbeitsberechnung:

$$W = F_s \cdot s \quad \text{mit} \quad [W] = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J} \quad (\text{Joule})$$

s: zurückgelegter Weg; F_s : Kraft in Wegrichtung

Merkregel:

Um eine 100g-Tafel Schokolade um einen Meter hochzuheben, braucht man die Energie von 1 J.

Lageenergie:

$$E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h$$

(h = Höhe über dem Boden)

kinetische Energie:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Spannenergie:

$$E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$$

(D = Federkonstante, „Härte“)

(s = Verlängerung der Feder)

Maßeinheiten für Energie und Leistung

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$[P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W} \quad (\text{Watt})$$

$\Rightarrow W = P \cdot t$, daher kann man die Einheit für die Arbeit/Energie auch so angeben:

$$[W] = 1 \text{ Ws} \quad (\text{Wattsekunde})$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ Mio Ws} \\ = 3,6 \text{ Mio J}$$

$$1 \text{ PS} = 0,75 \text{ kW} = 750 \text{ W}$$

$$\Leftrightarrow 1 \text{ kW} = \frac{4}{3} \text{ PS} = 1,3 \text{ PS}$$

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$$

$$(1 \text{ kcal} = 4,2 \text{ kJ})$$

(cal = Kalorie)

$$\text{Wirkungsgrad} = \eta = \frac{\text{genutzte Energie}}{\text{hineingesteckte Energie}}$$

($\eta = \text{eta}$)

$$W = F_s \cdot s; P = W/t; v = s/t \Rightarrow P = F_s \cdot v$$

1. Ein Sprinter mit der Masse 80 kg läuft die 100m-Strecke mit der Durchschnittsgeschwindigkeit von 36 km/h.
- a) *Wie groß ist seine Durchschnittsgeschwindigkeit in m/s?*
 - b) *Welche durchschnittliche Leistung (in Watt) erbringt der Läufer bei der Beschleunigung auf die Geschwindigkeit 36 km/h, die er in einer Sekunde nach dem Start erreicht?*
2. *Aus welcher Höhe müsste ein Auto mit $m = 1,0 \text{ t}$ herunterfallen, damit es kurz vor dem Auftreffen am Boden die gleiche kinetische Energie hat, wie wenn es mit 60 km/h auf ebener Straße dahinfahren würde?*
3. Der biologische Wirkungsgrad des Menschen ist ca. 25%, d.h. er kann etwa ein Viertel der durch die Nahrung aufgenommenen Energie in mechanische Energie umsetzen. Ein Radrennfahrer bringt in einem Rennen die Dauerleistung von 400 W auf.
- a) *Gib die Leistung des Radfahrers in PS an.*
 - b) *Wie viele Kilokalorien muss er in der Stunde aufnehmen, damit er diese Leistung erbringen kann? Wie viel Schokolade muss er dazu essen, wenn der Brennwert von 100g Schokolade ungefähr 530 kcal ist?*