Energieerhaltungssatz

Energie entsteht und vergeht nicht, wird umgewandelt: Energieformen

Energie

Bewegungsenergie = kinetische E.

Höhenenergie = Lageenergie

kann frei werden Spannenergie

Windenergie

Sonnenenergie

Wasserkraft

Erdwärme

regenerative Energiequellen

Reibungsenergie

Energieniveau/-level

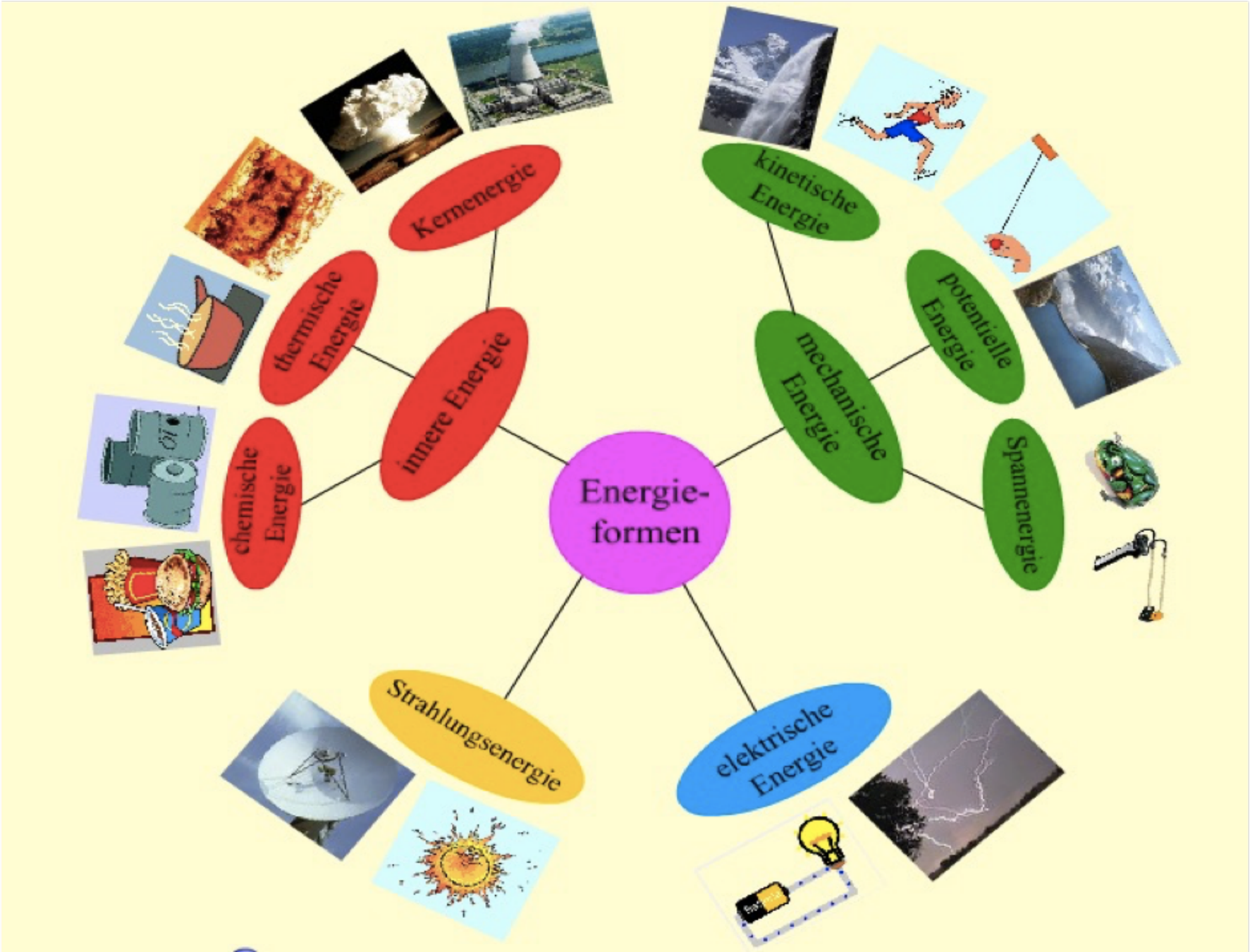
Kernenergie

Wärmeenergie

chemische E.

elektrische E.

Energieformen



http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/arbeit-energie-und-leistung#Energieformen

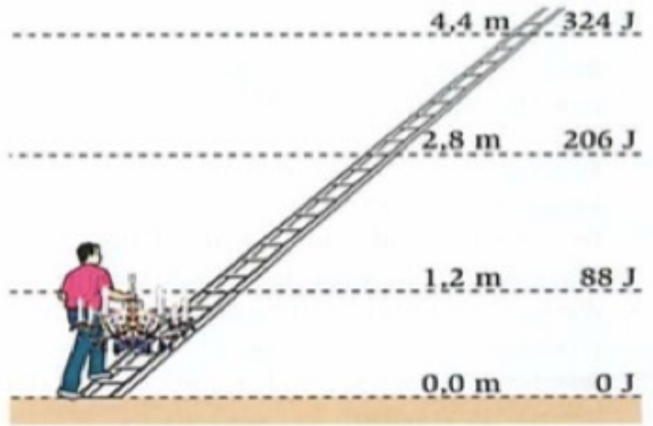
Mechanische Energieformen

(Höhen- oder) Lageenergie und Arbeit

Merksatz

Die mithilfe einer Kraft vom Betrag F_s längs eines Weges s übertragene Energie W nennt man Arbeit. Für sie gilt: $W = F_s \cdot s$.

Ein angehobener Körper hat gegenüber dem vorher festgelegten Nullniveau die Höhenenergie $W_H = m \cdot g \cdot h$.



B6 Höhe und Höhenenergie des Kronleuchters in verschiedenen Höhen

Die "Goldene Regel" der Mechanik:

Mit Kraftwandlern (Flaschenzug, Hebel, schiefe Ebene, Hydraulik) wird das Gleiche erreicht, wie durch direktes Anheben: Der Schwerpunkt eines Körpers der Gewichtskraft Fg wird um die Strecke Δh angehoben. Mit den Kraftwandlern kann man zwar erreichen, dass man eine geringere Kraft Fs längs des Weges Δs aufzuwenden hat, dafür muss diese aber über eine längere Strecke wirken. Dieses Ergebnis kommt in der sogenannten Goldenen Regel der Mechanik zum Ausdruck:

Bei idealen, d.h. reibungsfreien Kraftwandlern gilt:

Das Produkt aus Weg und Kraft (entlang des Weges) ändert sich nicht.

Stets gilt: $F_g \cdot \Delta h = F_s \cdot \Delta s$

siehe: http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/arbeit-energie-und-leistung#Goldene%20Regel%20der%20Mechanik

Die kinetische Energie (Bewegungsenergie)
Bilanzen von Energieumwandlungen

S.40 lesen/Herleitung der kin. E. u. Bilanzstrat. verstehen

Ein Körper der Masse m wird hochgehoben auf die Höhe h und dann fallengelassen:
gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit a=g

h

$$E_{Lage} = W_H = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} m (g \cdot t)^2 = \boxed{\frac{1}{2} m v^2} = E_{kin}$$

$v = g \cdot t$ (2. Bew.-Ges.)

h=0

Bsp. Achterbahn: 25 m Höhe

ohne Reibung: $E_{Lage,oben} = E_{kin,unten} \Leftrightarrow m g h = \frac{1}{2} m v^2$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 22{,}1 \frac{m}{s} = v_{ideal}$$

real: $v_{real} = 60\ km/h = 16{,}67 \frac{m}{s}$

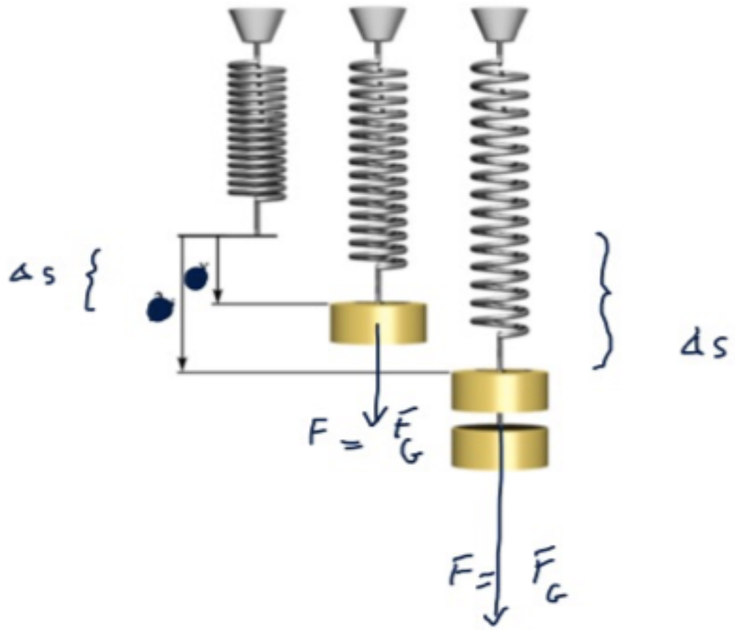
Verlust: $$\frac{E_{kin,ideal} - E_{kin,real}}{E_{kin,ideal}} = \frac{\frac{1}{2} m v_{ideal}^2 - \frac{1}{2} m v_{real}^2}{\frac{1}{2} m v_{ideal}^2} = \frac{v_{ideal}^2 - v_{real}^2}{v_{ideal}^2} = 0{,}43 = 43\%$$

Die Spannenergie

$F_G = m \cdot g$

Wdh. Hooksches Gesetz:

Erstelle mit mindestens vier Wertepaaren ein
Δs-F-Diagramm.



HA:
Interpretiere das Δs-F-Diagramm.
Lies S.41, Kap. 3.
Löse die Aufg. S.41,A1-A3.
Schreibe die Lösungen mit Hilfe eines Computers (Textverarbeitungsprogramm + Formeleditor!!!).
Reiche eine pdf-Datei mit den Lösungen in Moodle ein.

A2 Ein Auto prallt mit 108 km/h gegen eine feste Mauer. Berechnen Sie, aus welcher Höhe es frei herabfallen müsste, um die gleiche zerstörende Energie zu bekommen.

$W_H = mgh$

$W_B = 0$

h

$W_H = 0$

$W_B = \frac{1}{2} m v^2$

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Leftarrow$$

$$\Leftrightarrow \quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left(108/3{,}6 \,\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9{,}81 \,m/s^2}$$

$$= 46 \text{ m}$$

Merksatz

Die Summe aus Höhen-, Bewegungs- und Spannenergie ist bei reibungsfrei verlaufenden Vorgängen in einem abgeschlossenen System konstant:

$$W = W_H + W_B + W_{Sp} = \text{konstant.}$$

Sobald ein System energetisch geöffnet wird, also wenn Energie zugeführt oder entnommen wird, gilt der Energieerhaltungssatz der Mechanik nicht mehr. In einem umfassenderen System, z. B. unter Einbeziehung der Umgebung, gilt aber nach wie vor der allgemeine Energieerhaltungssatz.

$$\frac{1}{2} m v^2 = \boxed{m \cdot g \cdot h = W = F \cdot s}$$

$h = 6\text{m}$

$s \approx 2$ Armlängen $\approx 2\text{m}$

$m = 80\text{kg}$

$$\Rightarrow F = \frac{m \cdot g \cdot h}{s} = \frac{4800\text{J}}{2\text{m}}$$

$$= 2400\text{N} \mathrel{\hat{=}} 240\text{kg}$$

Das geht beim besten Willen nicht!

A3

$v_0 =$

Ein Radfahrer kommt mit 10 m/s an einen Abhang, rollt hinab und verliert dabei 5 m an Höhe.
Berechnen Sie die jetzt in der Ebene erreichte Geschwindigkeit. $(= v_{ges})$

$$W_{vorher} = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g h = \frac{1}{2} m v_{ges}^2 = W_{nachher}$$

$$\Leftrightarrow \quad v_0^2 + 2gh = v_{ges}^2 \Rightarrow v_{ges} = \sqrt{100\,\frac{m^2}{s^2} + 100\,\frac{m^2}{s^2}}$$

$$= \sqrt{2} \cdot \sqrt{100\,\frac{m^2}{s^2}} = 14\,\frac{m}{s}$$

$$\cancel{m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_z^2 \quad | : m}$$

$$\cancel{\Leftrightarrow \quad g \cdot h = \frac{1}{2} v_z^2 \quad | \cdot 2}$$

$$\cancel{\Leftrightarrow \quad 2gh = v_z^2 \quad | \sqrt{\ }}$$

$$\cancel{\Rightarrow \quad v_z = 10\,m/s \quad \Rightarrow v_{ges} = 10\,\frac{m}{s} + v_z = 20\,\frac{m}{s}}$$

A5

Ein Auto (m = 1000 kg) wird von null auf 36 km/h, dann von 36 km/h auf 72 km/h beschleunigt.
Diskutieren Sie, ob jeweils die gleiche Menge an Energie aus Benzin in Bewegungsenergie gewandelt wird.

$$W = W_{B,nachher} - W_{B,vorher} = \begin{cases} \frac{1}{2}\,1000\,kg \cdot \left(\frac{36}{3{,}6}\,\frac{m}{s}\right)^2 - 0 = 50000\,J \\ \frac{1}{2}\,1000\,kg \left(\frac{72}{3{,}6}\,\frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2}\,1000\,kg \left(\frac{36}{3{,}6}\,\frac{m}{s}\right)^2 = 150000\,J \end{cases}$$

A6

a) Welche Höhe müsste ein Wanderer (m = 70 kg) überwinden, um den „Brennwert" einer Scheibe Brot (m = 40 g) von 400 kJ [einer Tafel Schokolade mit 2400 kJ] in Höhenenergie umzusetzen?

$$4 \cdot 10^5\,J = m g h \Rightarrow h = \frac{4 \cdot 10^5\,J}{g \cdot m} = 580\,m$$

$$2{,}4 \cdot 10^6\,J \quad \Rightarrow h = 3500\,m$$

Kraftstoß & Impuls

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v = m v_2 - m \cdot v_1 = p_2 - p_1 = \Delta p$$

Definition: $\boxed{p = m \cdot v}$ „Impuls"

$$\boxed{F \cdot \Delta t = \Delta p}$$

Kraftstoß Impulsänderung

Leistung („power"): $\boxed{P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}}$

$[P] = 1\,W$ (Watt)

A4 Das Löschflugzeug in → B3 bringt allein zum Schöpfen eine Kraft von $F = 2{,}5 \cdot 10^4$ N auf.

a) Berechnen Sie die für das Schöpfen benötigte Arbeit.

b) Bestimmen Sie den Prozentsatz der Motorleistung, der allein für das Schöpfen des Wassers benötigt wird.

a) $W = 15 \cdot 10^6\,J = 15\,MJ$

b) $P_s = \frac{\Delta W}{\Delta t} = 12{,}5 \cdot 10^5\,W$, $P_M = 3132\,kW$

$\Rightarrow \frac{P_s}{P_M} = 0{,}4 = 40\%$, d.h. 40 % der Motorleistung wird zum Wasserschöpfen gebraucht.