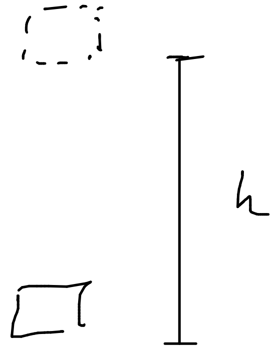
Arbeit und Energie

Um die Energie eines Körpers zu erhöhen (im Bsp. Lageenergie), muss man Arbeit verrichten (im Bsp. Hubarbeit).

Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten.



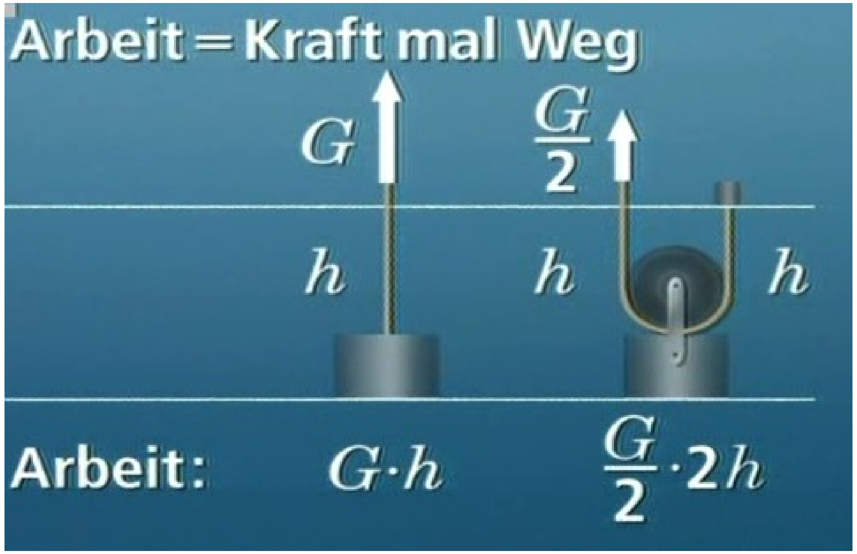
$$E_{Lage} = m \cdot g \cdot h = W_{Hub} \qquad (G =)\ F_G = mg$$

Die physikalische Maßeinheit für die Energie (und damit auch für die physikalische Größe Arbeit) ist ein Joule:
[E] = 1 J

Bsp: Um einen 40 kg - Sack 6 m hochzuheben, braucht man die Energie von $40\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 6\,m \approx 2400\,J$

Diese Energie ist als Lageenergie im Sack gespeichert.

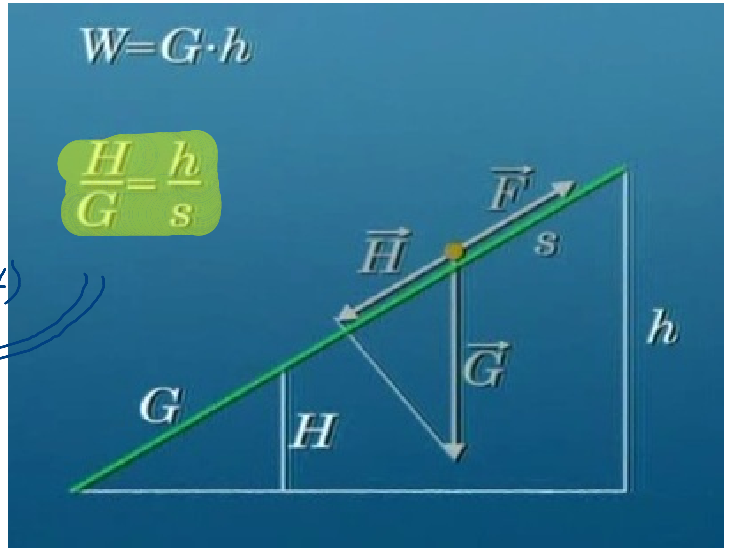
$F_G = G = mg$



Zum Hochziehen muss mind. $\vec{F} = -\vec{H}$ aufgebracht werden (Hangabtriebskraft)

$F \cdot s = G \cdot h$

Die Arbeit ist also genau so groß wie beim direkten Hochheben!



Leistung

P ("power")

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

$$[P] = 1\,W \quad (\text{Watt})$$

$$1\,W = 1\,\frac{J}{s}$$

$$1\,kW = 1000\,J/s$$

$$W = P \cdot t$$

$\Rightarrow$ eine Stunde lang ein Kilowatt geleistet = Arbeit von

$$1\,kW \cdot 1\,h = 1\,kW \cdot 3600\,s$$
$$= 3{,}6 \cdot 10^6\,W \cdot s$$
$$= 3{,}6 \cdot 10^6\,J$$

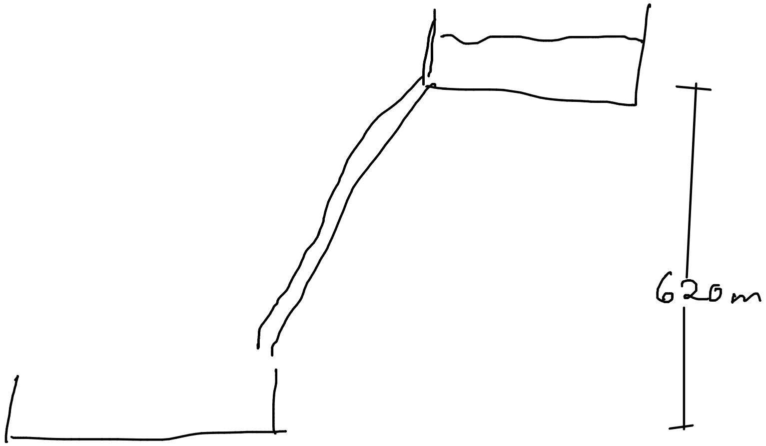
also $1\,kWh = 3600000\,J$

Bsp.: Föhn ($\approx 2000\,W = 2\,kW$) halbe Stunde

$W = 2\,kW \cdot \frac{1}{2}\,h = 1\,kWh$ (kostet ca. 25 ct)

Diese Energie reicht aus,
um 3,6 Mio 100g-Tafeln Schokolade einen Meter hochzuheben,
um 3600 100g-Tafeln 1000 m hochzuheben!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

In einem Stausee gespeicherte Energie



$$V = 210 \cdot 10^9 \, l$$

$$F_G = m \cdot 9{,}81 \, \frac{N}{kg}$$

$$(= m \cdot g)$$

$$= 210 \cdot 10^9 \, kg \cdot 9{,}81 \, \frac{N}{kg}$$

$$\Rightarrow W = m \cdot g \cdot h$$

$$= F_G \cdot h$$

$$= 1300 \, TJ$$

$$= 1{,}3 \cdot 10^{15} \, J$$

$$= \frac{1{,}3 \cdot 10^{15}}{3{,}6 \cdot 10^6} \, kWh$$

$$= 0{,}36 \cdot 10^9 \, kWh$$

$$1 \, kWh = 3{,}6 \cdot 10^6 \, J$$

$$\Leftrightarrow 1 \, J = \frac{1}{3{,}6 \cdot 10^6} \, kWh$$

Wie viele Stunden kann man sich damit föhnen ($P_{Fön}$ = 2000W)?

$$W = P \cdot t$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{0{,}36 \cdot 10^9 \, kWh}{2 \, kW} = 0{,}18 \cdot 10^9 \, h$$

$$= 180 \, Mio \, h$$

(Vgl. mit Lebenszeit 80 Jahre:

$$80 \cdot 365 \cdot 24 \, h = 7 \cdot 10^5 \, h$$

$\Rightarrow$ 257 Menschen können sich ein Leben lang föhnen)

Bewegungsenergie (kinetische Energie)

Beschleunigungsarbeit $W_B = F \cdot s$

2. Newt. Ges.: $F = m \cdot a$

(freier Fall: $s = \frac{1}{2} g t^2$)

allg. bei gleichmäßig beschleunigter Bewegung:

$v = a \cdot t \Leftrightarrow a = \frac{v}{t}$

$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

$= \frac{1}{2} v \cdot t$

$$\Rightarrow W_B = m \cdot a \cdot s$$

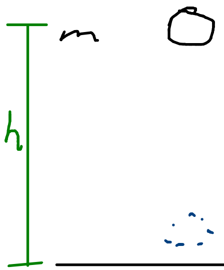
$$= m \cdot \frac{v}{t} \cdot s$$

$$= m \cdot \frac{v}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Der mit dieser Arbeit beschleunigte Körper hat nun Energie der Bewegung ("kinetische Energie") gespeichert:

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

Experiment: Lageenergie wandelt sich beim Herunterfallen des Körpers in kinetische Energie um:



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

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

$$E_{Lage}(\text{oben}) \overset{?}{=} E_{kin}(\text{unten})$$

$$\Leftrightarrow \quad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Leftrightarrow \quad g \cdot h = \frac{1}{2} v^2$$

$$\Leftrightarrow \quad \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = v$$

Berechne v für $h = 0{,}6\ m$!

$$v = 3{,}43\ \frac{m}{s}$$

Exp.: $v(60\ cm) = 330\ \frac{cm}{s} = 3{,}3\ \frac{m}{s}$

Super!

siehe xls-Datei in Moodle

Der Energiesatz der Mechanik:

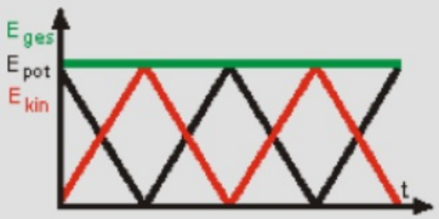
In einem ***abgeschlossenen System*** bleibt bei Reibungsfreiheit die gesamte mechanische Energie erhalten. Die verschiedenen Energieformen können sich ineinander umwandeln.

Lageenergie (potentielle Energie)	$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
Bewegungsenergie (kinetische Energie)	$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
Spannenergie	$E_{\substack{\cancel{kin} \\ spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$

1. Aufgabe: Fadenpendel (siehe oben)

a)
Wenn das Pendel in der Anfangsstellung ist, hat es die Höhe h = 10cm über dem tiefsten Punkt. Welche Geschwindigkeit hat das Pendel im tiefsten Punkt, wenn die Reibung vernachlässigbar ist?

b)
Gib eine qualitative Erklärung dafür, dass das Zeit-Energie-Diagramm nicht den folgenden Verlauf hat.



<-- 28.11.11