



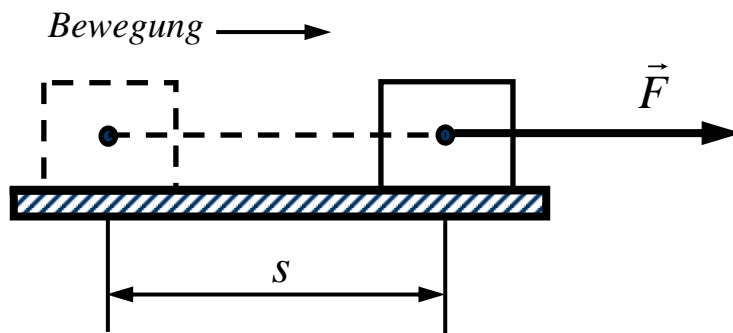
Physik I

Energie

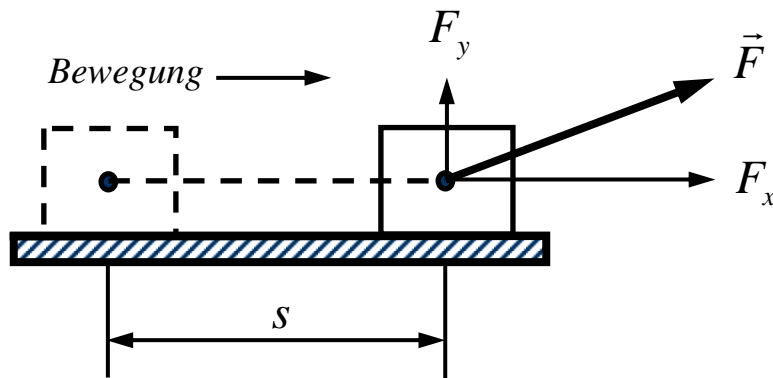
Arbeit

Definition

Wenn eine Kraft einen Körper eine bestimmte Strecke verschiebt, so verrichtet sie am Körper Arbeit



$$W = \vec{F} \vec{s}$$



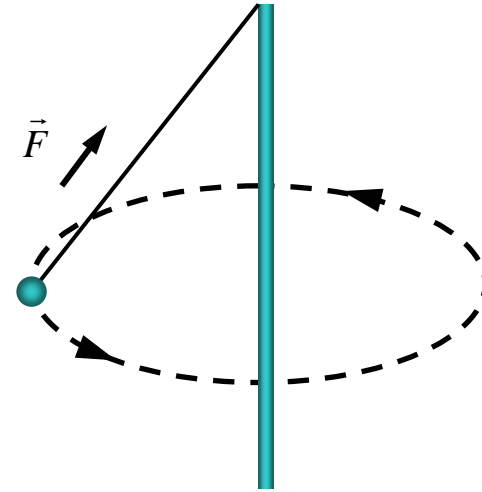
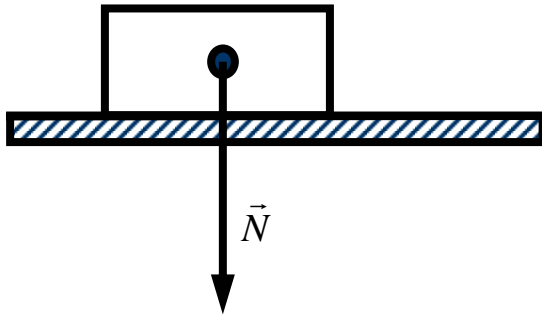
$$W = F_x s$$

$$\text{mit } F_x = F \cos \varphi$$

$$W = F s \cos \varphi, \quad \cos \varphi = \cos(\vec{F}, \vec{s})$$

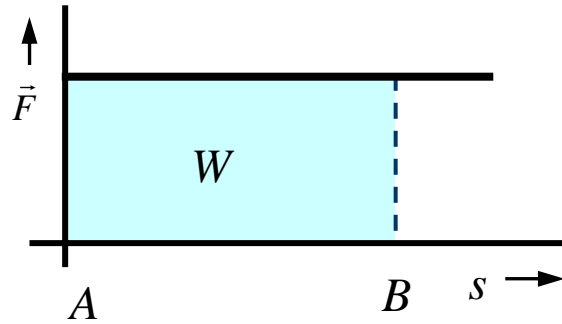
temp

Leisten die Kräfte eine Arbeit?



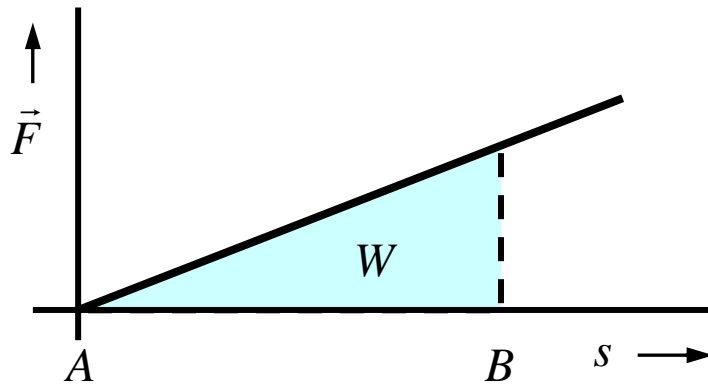
Arbeit

Konstante Kraft



$$W = F s$$

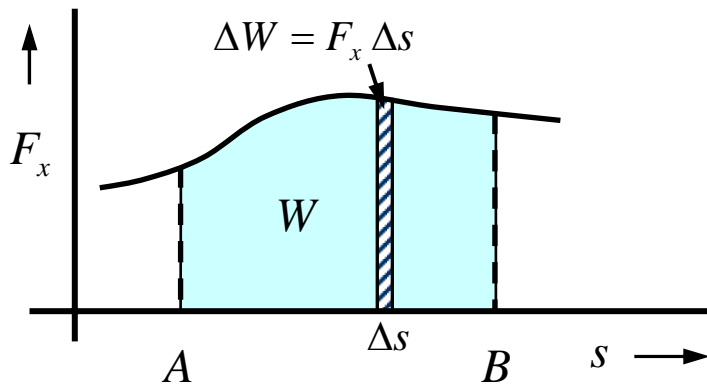
Lineare Änderung



$$W = \frac{1}{2} F s$$

Arbeit

Kraft behält ihre Richtung bei, verändert aber ihren Betrag



$$W = F_{x1} \cdot \Delta x_1 + F_{x2} \cdot \Delta s_2 + \dots$$

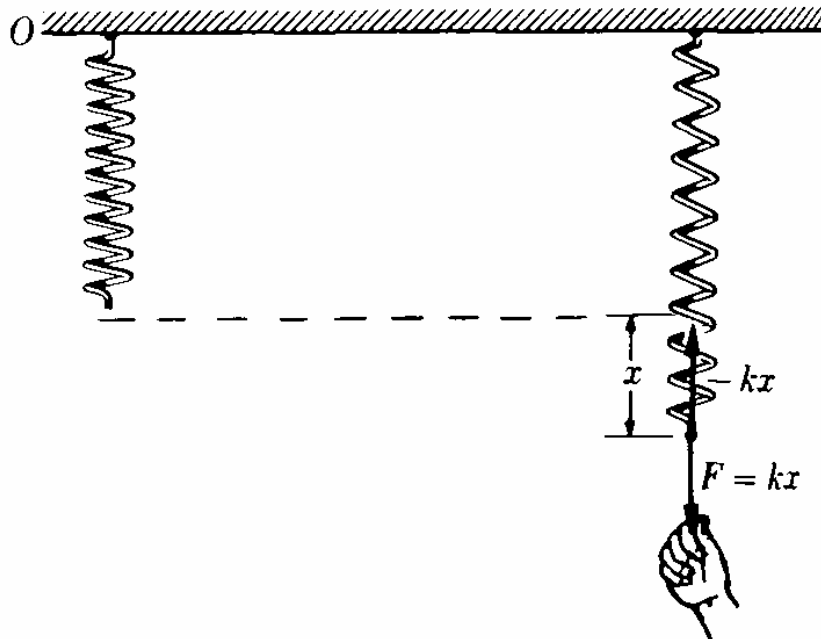
$$W = \sum_i F_{xi} \cdot \Delta s_i$$

$$W = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \sum_i F_{xi} \cdot \Delta s_i = \int_A^B F_x dx$$

Arbeit und Leistung

Beispiel einer veränderlichen Kraft

Welche Arbeit ist erforderlich, um eine Feder um eine Strecke x ohne Beschleunigung zu dehnen, und wie sieht das Weg-Kraft und das Weg-Arbeit Diagramm aus?



Leistung

Augenblickliche Leistung

$$P = \frac{dW}{dt}$$

$$dW = F dr$$

(Arbeit während einer Verschiebung)

$$P = \frac{F d\vec{r}}{dt} = F \frac{d\vec{r}}{dt} = F \vec{v}$$

P ist das Skalarprodukt aus Kraft und Geschwindigkeit

Mittlere Leistung eines Zeitintervalls t

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

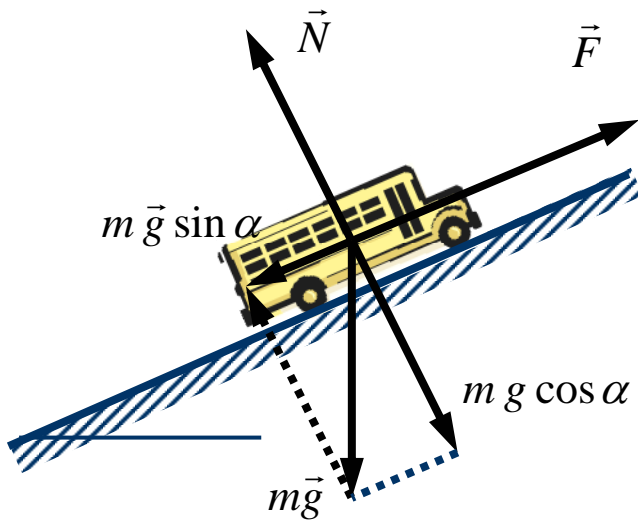
Arbeit und Leistung

Einheiten von Arbeit und Leistung

Arbeit $J = \text{N m} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$

Leistung $W = \text{J s}^{-1} = \text{N m s}^{-1} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$

Beispiel: Bewegung eines Autos bergauf

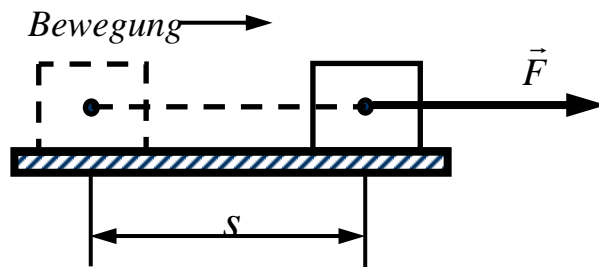


Gegeben: $m_{\text{Auto}} = 1200 \text{ kg}$, $\alpha = 5^\circ$
 $v = 36 \text{ km h}^{-1}$ bergauf

Gesucht: Arbeit, die der Motor in 5 Min.
verrichtet und die Leistung, die er
dabei entwickelt.

Energie

Kinetische Energie



$$dW = \vec{F} ds \quad \text{mit } F = m a = m \frac{dv}{dt}$$

$$dW = m \frac{dv}{dt} ds = m \frac{ds}{dt} dv$$

$$dW = m v dv$$

$$W = \int_A^B m v dv = m \int_A^B v dv$$

$$W = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

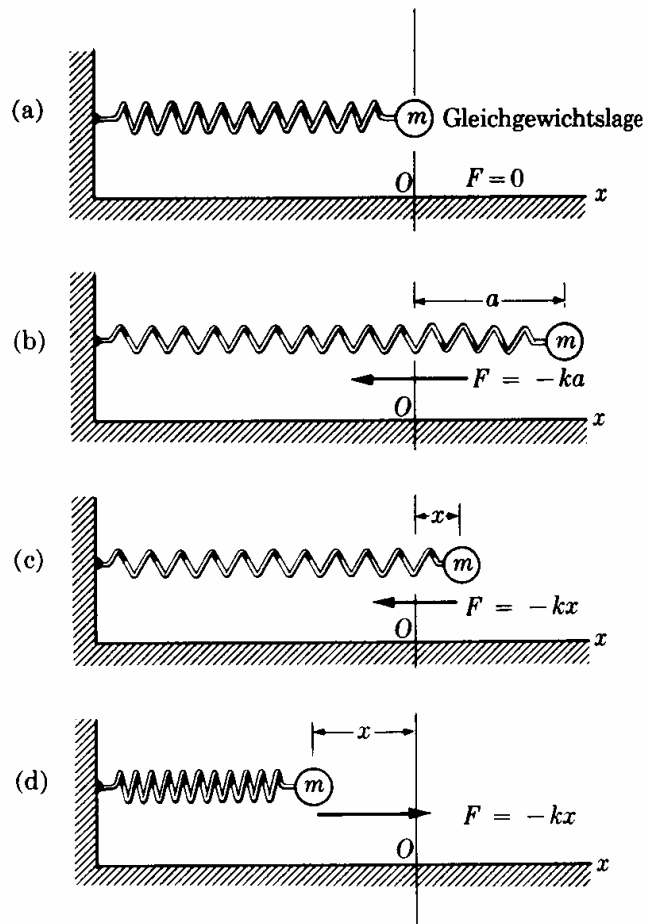
$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{oder} \quad E_k = \frac{p^2}{2m} \quad \text{da } \vec{p} = m\vec{v}$$

$$W = E_{k,B} - E_{k,A}$$

Die Arbeit, die an einem Teilchen geleistet wird, ist die Änderung der kinetischen Energie

Energie

Kinetische Energie einer Feder



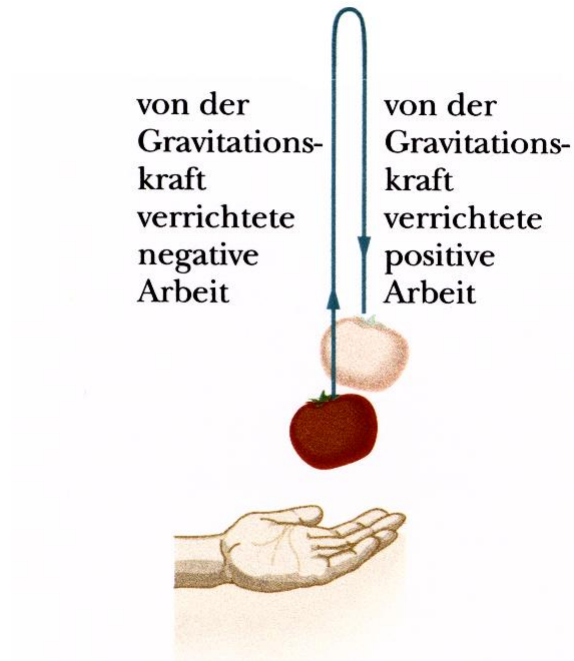
Aufgabe

Eine Masse m wird um eine Entfernung a nach rechts bewegt und dann losgelassen.

Wie groß ist die kinetische Energie in der Entfernung x von der Gleichgewichtslage

Konservative Kraft

Arbeit einer konservativen Kraft



Eine Kraft heißt konservativ, wenn die gesamte Arbeit entlang einem beliebigen, geschlossenen Weg gleich Null ist.

Die Arbeit, die eine konservative Kraft an einem Massenpunkt verrichtet, ist unabhängig davon, auf welchen Weg sich der Massenpunkt von einem zum anderen Ort bewegt.

Energie

Potentielle Energie

Arbeit als Energieunterschied zwischen Zwei Punkten

$$W = \vec{F} \cdot (\vec{r}_B - \vec{r}_A) = \vec{F} \cdot \vec{r}_B - \vec{F} \cdot \vec{r}_A$$

Definition der potentiellen Energie

$$E_P = \vec{F} \cdot \vec{r}$$

Potentielle Energie infolge der Schwerkraft

$$E_P = m g h \quad \text{Der Bezugspunkt kann willkürlich gewählt werden.}$$

Energie

Energieerhaltung

Die Gesamtenergie eines Teilchens bleibt konstant

$$E = E_k + E_p = \text{Konst.}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + E_p$$

Fallender Körper

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + m g h = \text{Konst.}$$

Aufgabe

Eine Kugel mit einer Masse von 1 kg fällt von einem 100 m hohen Turm. Welche Geschwindigkeit hat sie nach 50 m und beim Aufprall.

Federpuffer

Speicherung der kinetischen Energie als potentielle Energie

