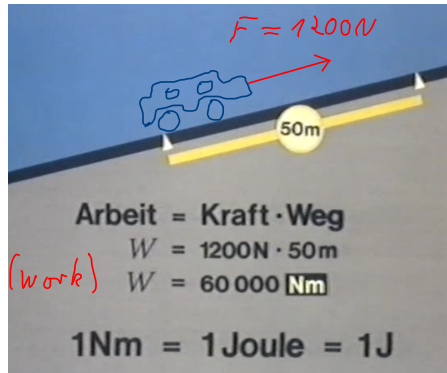
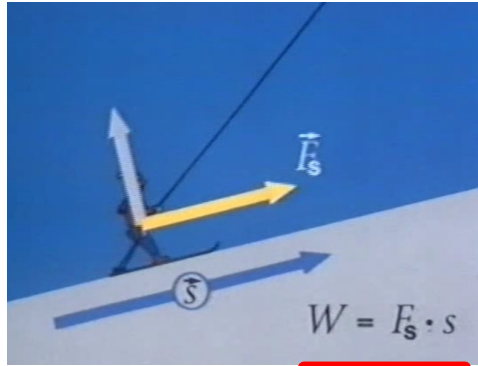


Arbeit und Energie



(work)

(Joule)



Wenn Kraft und Weg nicht in der gleichen Richtung sind, muss zunächst die Komponente der Kraft in Richtung des Weges bestimmt werden ("Kräfteparallelogramm"):

F_s

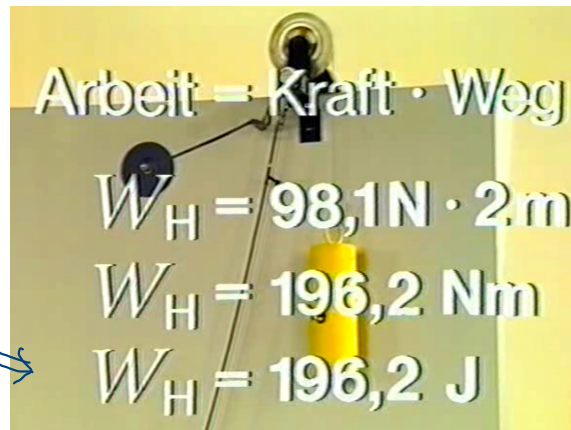
Hubarbeit:

Gegen die Gewichtskraft wird ein Körper hochgehoben. Bsp.:

$$m = 10\text{ kg} , h = 2\text{ m}$$

Im Vergleich dazu herkömmliche Energiemengen in Nahrungsmitteln:
0,5 l Orangensaft enthalten ca. 500 kJ.

Damit könnte man 25 kg 1000 mal 2 m hochheben.



Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten.

Der Körper, an dem Hubarbeit verrichtet wurde, hat Lageenergie (relativ zum Boden).

Übungsaufgaben zur Arbeit

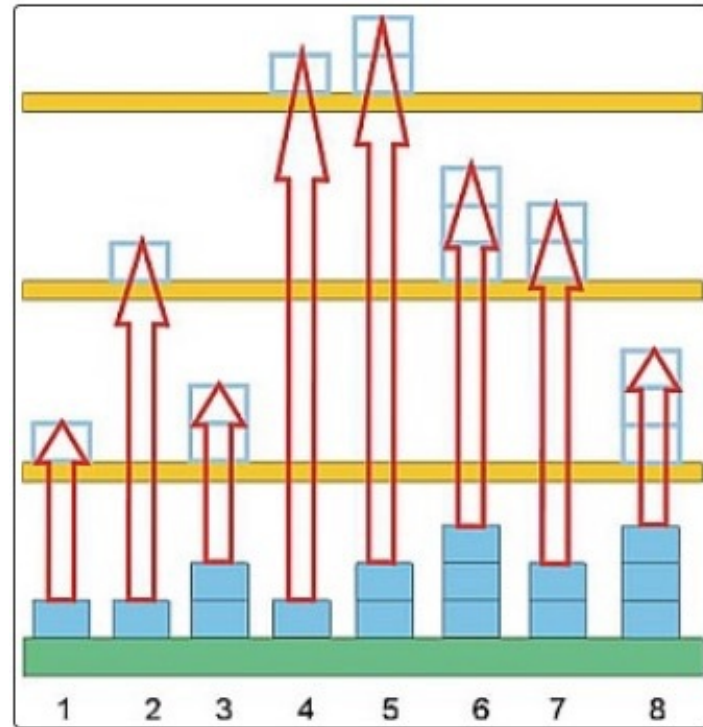
Gleich schwere Pakete werden vom Fußboden in ein Regal gehoben, dessen Fächer untereinander den gleichen Abstand haben. Welche der Arbeiten sind gleich groß?

o.B.d.A. ("ohne Beschränkung der Allgemeinheit"):

m (Paket) = 10 kg h (Fächer) = 1 m

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
W/J	100	200	200	300	600	600	400	300

$$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s$$



$$g \approx 10 \text{ N/kg}$$

$$(\approx 9,81 \text{ N/kg})$$

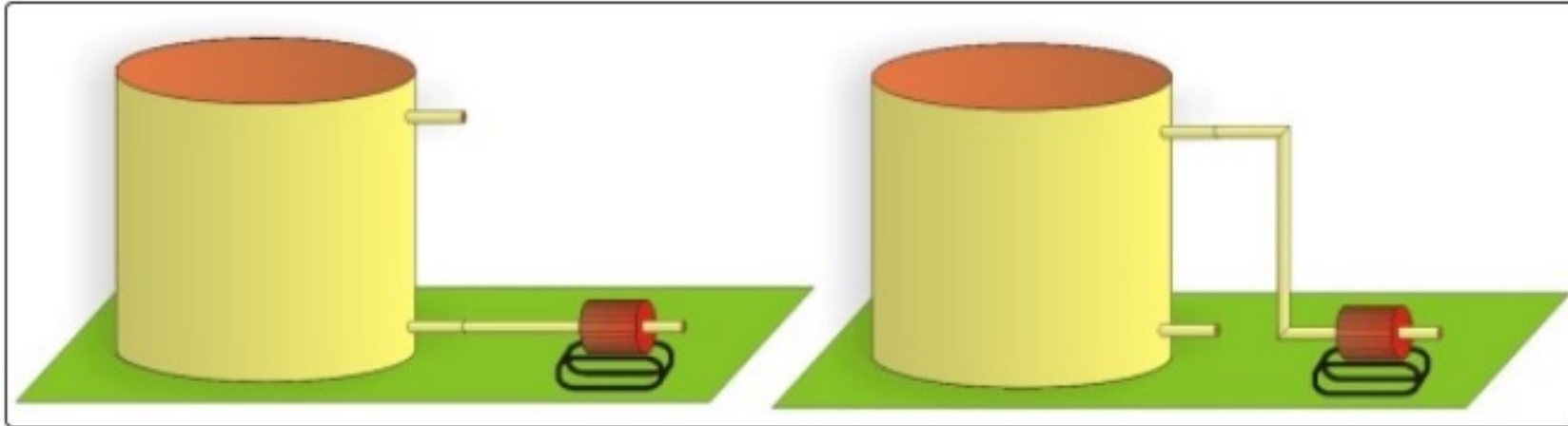
Stangenklettern im Sportunterricht

Wer verrichtet mehr Arbeit? Berechne!

Fred wiegt 35 kg und klettert 5 m hoch. Paul wiegt 43 kg und schafft nur 4 m.

$$W_F = m \cdot g \cdot s = 35 \cdot 10 \cdot 5 \text{ J} = 1750 \text{ J}$$

$$W_P = 43 \cdot 10 \cdot 4 \text{ J} = 1720 \text{ J}$$



Ein Tank soll mit Hilfe einer Pumpe mit Wasser gefüllt werden. Der Tank hat für den Schlauch zwei Anschlüsse, oben und unten. Wie verhält es sich mit der durch die Pumpe zu verrichteten Arbeit, um den Tank vollständig zu füllen.

- a) die Arbeit ist für den oberen und unteren Anschluss gleich groß.
- b) Die Arbeit ist beim Füllen durch den unteren Anschluss größer.
- c) die Arbeit ist beim Füllen durch den oberen Anschluss größer.

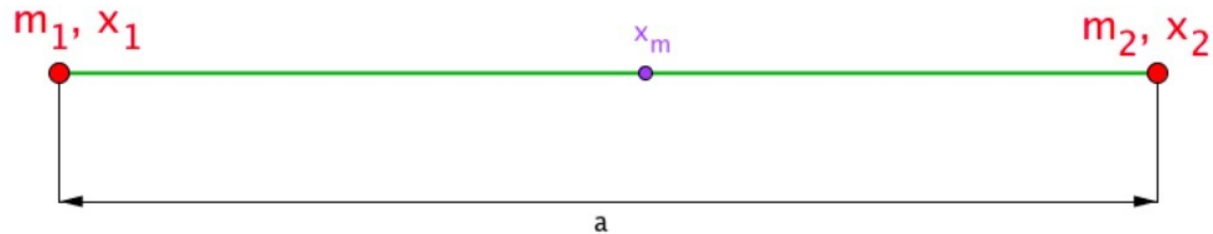
c) ist richtig. Wird das Wasser durch den oberen Anschluss gepumpt, ist die Arbeit doppelt so groß bei beim Pumpen durch den unteren Anschluss.

Die Pumpe muss beim Füllen durch den oberen Anschluss das gesamte Wasser in diese Höhe pumpen. Wenn das Wasser durch den unteren Anschluss läuft, ist zu Beginn keine Hubarbeit notwendig. Erst bei steigendem Wasserspiegel erhöht sich der Druck und es wird eine immer größere Kraft notwendig, um diesen Druck zu überwinden.

Schwerpunkt

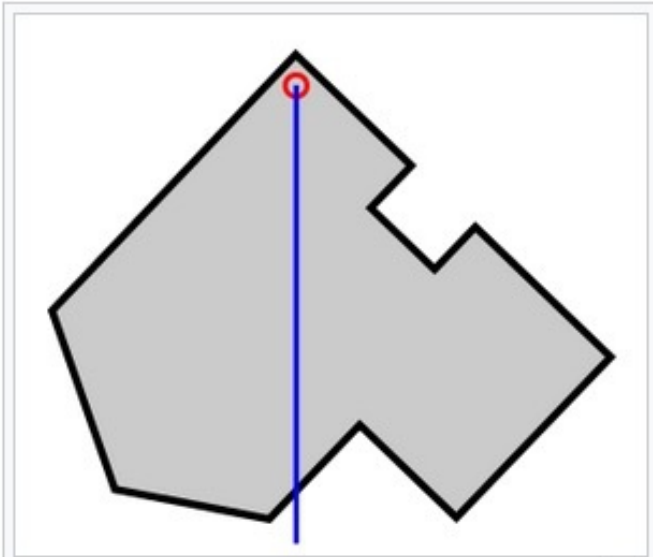
Für die Analyse physikalischer Vorgänge reicht es häufig, nur den Schwerpunkt zu betrachten und nicht die Menge aller Massenpunkte des Körpers.

Bestimmung des Schwerpunktes:

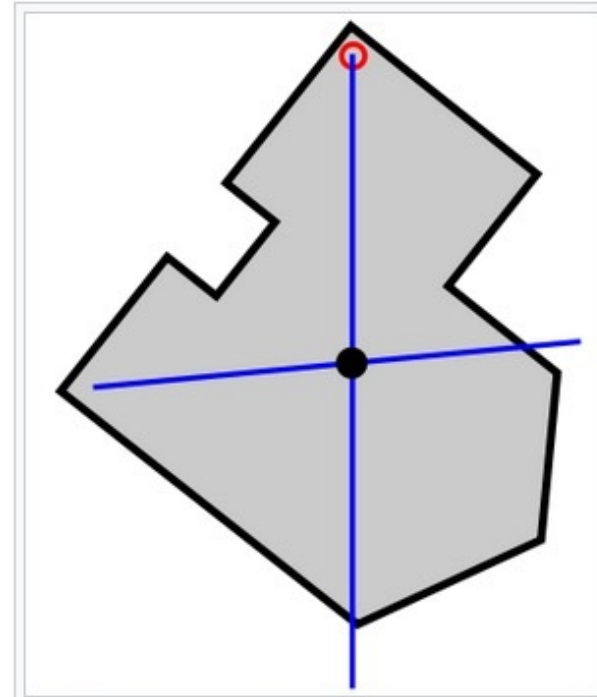


1-dimensional: Der Schwerpunkt ist der Aufhängepunkt eines Körpers, bei dem die Summe aller Drehmomente 0 ist.

Bestimmung des Schwerpunktes bei 2-dimensionalen Körpern:



Der Schwerpunkt liegt unter dem Aufhängepunkt auf der „Schwerlinie“.



Der Schwerpunkt liegt ebenfalls unter einem anderen Aufhängepunkt. Die Lage des Schwerpunktes kann damit aus dem Schnittpunkt der beiden Linien ermittelt werden.

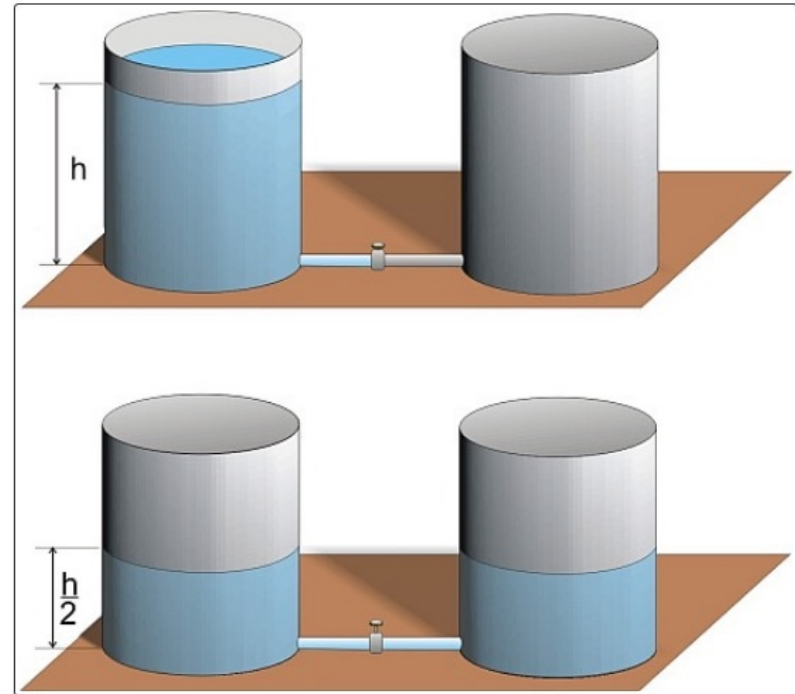
Aufgabe: Potentielle Energie (Lageenergie)

Zwei gleiche Behälter sind in Bodenhöhe mit einem Rohr verbunden, das durch ein Ventil verschlossen ist. Im linken Behälter befindet sich bis zur Höhe h Wasser. Diese Wassermenge hat gegenüber dem Boden eine bestimmte potentielle Energie.

Nun wird das Ventil geöffnet und das Wasser strömt solange, bis in beiden Behältern das Wasser gleich hoch steht.

Wie hat sich die gesamte potentielle Energie des Wassers gegenüber dem Boden verändert?

- Sie wurde kleiner. (Berechne: um wie viel kleiner?)
- Sie ist unverändert. (Mathematische Begründung?)
- Sie wurde größer. (Berechne: um wie viel größer?)



$M = \text{Gesamtmasse d. Wassers}$; wir betrachten sie im Schwerpunkt auf der Höhe $h/2$

$\Rightarrow E_{\text{pot, vorher}} = M \cdot g \cdot \frac{h}{2}$

$$E_{\text{pot, nachher}} = E_{\text{pot, links}} + E_{\text{pot, rechts}}$$