

Potentielle Energie: $E = m \cdot g \cdot h$ Einheiten: $[E] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{Nm} = \text{J} = \text{Ws}$

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

Arbeit entspricht der Energiedifferenz aufgrund der Energieumwandlung: $W = E_2 - E_1$

Mechanische Arbeit entspricht der Kraft entlang des Weges multipliziert mit der Länge des Weges: $W = \vec{F}_s \cdot \vec{s}$

Leistung ist Arbeit pro Zeit: $P = \frac{W}{t}$ Einheiten: $[P] = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}$

1. Auf der Verpackung eines Getränks aus dem Supermarkt ist folgende Angabe zu lesen:

„0,1 Liter enthalten 220 kJ / 53 kcal.“

Wie hoch könnte man einen Menschen mit einer Masse von 75 kg anheben, wenn man die Energie, die in 0,2 l des Getränks enthalten ist, vollständig in potentielle Energie (Höhenergie) umwandeln kann?

2. Ein Kran hebt eine Betonplatte der Gewichtskraft 4,5 kN um 17 m. Berechne die vom Kran verrichtete mechanische Arbeit.
3. Elisabeth schiebt Anja, die auf einem Fahrrad sitzt, über eine Strecke von 15 m mit einer Kraft von 108 N an. Wie groß ist die verrichtete mechanische Arbeit?
4. Du trägst einen Koffer auf einer horizontalen Straße. Welche Arbeit verrichtest Du an dem Koffer? Begründe Deine Antwort.
5. Der alte Burgherr sagt: „Da ich von Natur aus ein fauler Mensch bin, habe ich in meiner Burg nur steile und somit kurze Treppen einbauen lassen; denn dadurch verringert sich die beim Treppensteigen zu verrichtende Arbeit erheblich, weil der Weg kürzer ist und meine Gewichtskraft ja eine konstante Größe darstellt.“ Was meinst Du dazu?
6. Ein Bergsteiger mit einer Masse von 80 kg bewältigt einen Höhenunterschied von 1200 m in 2 Stunden. Wie groß ist seine mechanische Leistung?
7. Am Niragara-Wasserfall stürzen pro Sekunde 20000 Tonnen Wasser 50 m in die Tiefe hinunter. Welche Leistung wird hier umgesetzt?
8. Eine Pumpe mit der Leistung $P = 4 \text{ kW}$ soll 3000 l Wasser 5 m hoch pumpen. Wie lange wird das dauern?
9. Ein Haushalt mit 4 Personen benötigt einschließlich der Heizung im Durchschnitt rund 50 kWh Energie am Tag. Wie hoch müsste man ein Gewichtsstück mit der Masse von 1000 kg heben, um diesen täglichen Energiebedarf durch das Herabsinken des Gewichtsstücks befriedigen zu können?

Lösungen:

1. Gegeben: $E=440 \text{ kJ}$ für 0,2 Liter; $m = 75 \text{ kg}$

Ansatz: $W_{pot} = m g h$ folgt $h = \frac{W_{pot}}{m g} = 598 \text{ m}$

2. Gegeben: $G = 4,5 \text{ kN}$; $h = 17 \text{ m}$

Ansatz: $W = \vec{F}_s \cdot \vec{s} = G \cdot h = 4,5 \text{ kN} \cdot 17 \text{ m} = 76,5 \text{ kJ}$

3. Gegeben: $F = 108 \text{ N}$; $s = 15 \text{ m}$

Ansatz: $W = \vec{F}_s \cdot \vec{s} = F \cdot s = 108 \text{ N} \cdot 15 \text{ m} = 1,62 \text{ kJ}$

4. Wenn sich die Höhe nicht ändert, wird auch keine Hubarbeit (W_{pot}) verrichtet.
 Wenn sich die Geschwindigkeit des Koffers nicht ändert, wird keine Beschleunigungsarbeit (W_{kin}) verrichtet.
 Wenn sich der Koffer dabei nicht erwärmt, wird auch keine Wärme erzeugt.
-

5. Die Hubarbeit hängt nur von der Höhendifferenz ab. Allerdings unterscheiden sich hier vermutlich die Leistungen, wenn man unterschiedlich viel Zeit für das Überwinden einer steilen bzw. einer flachen Treppe ansetzt.
-

6. Gegeben: $m = 80 \text{ kg}$; $h = 1200 \text{ m}$; $t = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$

Ansatz: $P = \frac{W_{pot}}{t} = \frac{m g h}{t} = \frac{80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1200 \text{ m}}{7200 \text{ s}} = 130,8 \text{ W}$

7. Gegeben: $m = 20000 \text{ t} = 20 \cdot 10^6 \text{ kg}$; $h = 50 \text{ m}$; $t = 1 \text{ s}$

Ansatz: $P = \frac{W_{pot}}{t} = \frac{m g h}{t} = \frac{20 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m s}^{-2} \cdot 50 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 9,81 \cdot 10^9 \text{ W} = 9,81 \text{ GW}$

Zum Vergleich: Leistung des Atomkraftwerks Krümmel: $W = 1,316 \text{ GW}$

8. Gegeben: $P = 4 \text{ kW}$; $V = 3000 \text{ l}$; $h = 5 \text{ m}$

Ansatz: $m = \rho \cdot V = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 3000 \text{ l} = 1 \text{ kg/dm}^3 \cdot 3000 \text{ dm}^3 = 3000 \text{ kg}$

Aus $P = W/t$ folgt: $t = \frac{W_{pot}}{P} = \frac{m g h}{P} = \frac{3000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m s}^{-2} \cdot 5 \text{ m}}{4000 \text{ W}} = 36,8 \text{ s}$

9. Gegeben: $W = 50 \text{ kWh}$; $m = 1000 \text{ kg}$

Umrechnung:

$$\begin{aligned} 1 \text{ h} &= 3600 \text{ s} \\ 1 \text{ Wh} &= 3600 \text{ Ws} \\ 1 \text{ kWh} &= 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws} \\ 50 \text{ kWh} &= 180 \cdot 10^6 \text{ Ws} \end{aligned}$$

Ansatz: $h = \frac{W_{pot}}{m g} = \frac{180 \cdot 10^6 \text{ Ws}}{1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m s}^{-2}} \approx 18,35 \cdot 10^3 \text{ m} = 18,35 \text{ km}$