

Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad und Energie

1. Welche Leistung erbringt ein Auto das bei einer gesamten Fahrwiderstandskraft von 1200 N mit einer Geschwindigkeit von $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ fährt ?

2: Ein Lastkran wird mit einem Elektromotor von 5600 W Leistungsaufnahme betrieben.

Er hebt eine Last mit der Masse 2,5 t in einer Minute um 8,2 m an.

Mit welchem Wirkungsgrad arbeitet der Kran ?

3. Ein Kfz-Motor leistet während einer Fahrt 40 kW. Das Fahrzeug fährt mit der konstanten Geschwindigkeit $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ d.h. die gesamte Motorleistung dient ausschließlich zur Aufrechterhaltung der Geschwindigkeit d.h. zur Überwindung des Fahrwiderstandes.

Mit welcher Kraft treibt der Motor das Fahrzeug an ?

4. Ein Sportwagen hat ein Leistung von 320 kW und eine Masse von 900 kg.

In welcher Zeit könnte der Sportwagen demnach von 0 auf $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ beschleunigen ?

5. Ein Dieseltriebwagen hat eine Masse von 85 t. Er fährt mit konstanter Geschwindigkeit eine 12 km lange Bergstrecke hinauf und gewinnt dabei 44 m an Höhe.

Die Fahrwiderstandskraft beträgt 0,5 % der Gewichtskraft.

a) Welche Arbeit verrichtet das Triebwerk ?

b) In welcher Zeit legt der Zug die Strecke zurück, wenn der Dieselmotor eine Leistung von 300 PS erbringt ?

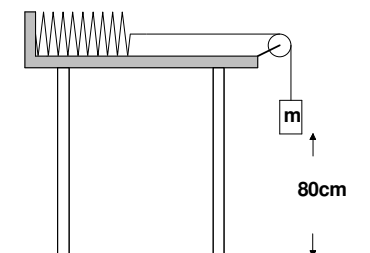
c) Wie groß ist der Energiebedarf, wenn man annimmt, dass der Dieselmotor mit einem Wirkungsgrad von 25% arbeitet ? Wieviel Liter Diesel entspricht das ?

$$\text{Brennwert von Diesel : } B = 37,7 \frac{\text{MJ}}{\text{l}}$$

Energieerhaltung

1. Hält man den Körper der Masse $m = 500 \text{ g}$ genau 80 cm über dem Boden, dann ist die oben auf dem Tisch befestigte Feder der Härte $5,0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ entspannt.

Berechne mit welcher Geschwindigkeit der Körper auf dem Boden aufsetzt, wenn man ihn loslässt.



Innere Energie

1. Ein Schwimmbecken enthält 350 m^3 Wasser. Im Verlaufe einer kalten Nacht ist die Wassertemperatur von 23°C auf 19°C gesunken.

- Wieviel Wärme - in kWh - hat das Wasser während der Nacht abgegeben ?
 - Mit welcher Heizleistung kann das Wasser innerhalb von drei Stunden wieder auf 23°C erwärmt werden?
 - Wieviel kostet das Aufheizen, wenn pro kWh $0,18 \text{ €}$ berechnet werden ?
-

2. Welche Mischungstemperatur stellt sich ein, wenn man 125 Liter Wasser von 80°C mit 370 Liter kaltem Wasser von 18°C mischt ?

3. a) Was versteht man unter der Brownschen Bewegung und welcher Schluß läßt sich daraus für die innere Energie eines Gases ziehen ?

b) Eine Messingkugel der Masse 100g wird stark erhitzt. Dann gibt man sie in einen Styroporbecher mit 400g Wasser.

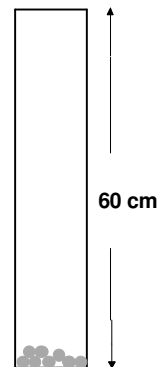
Berechne die Temperatur der heißen Messingkugel, wenn die Wassertemperatur nach dem Eintauchen der Kugel von 19°C auf 39°C steigt.

$$c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \quad c_{\text{Me}} = 0,39 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$$

4. Ein beidseitig verschlossene Pappröhre enthält Bleischrot von insgesamt 520 g Masse. Dreht man die Röhre schnell um 180° , dann werden die Bleikügelchen um 60 cm gehoben und fallen hinab.

Berechne wie oft muss man die Röhre mindestens drehen muss, damit sich das Blei um 1,0 K erwärmt.

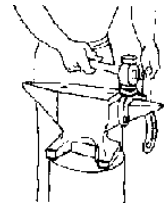
Spezifische Wärmekapazität von Blei: $c_{\text{pb}} = 0,13 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$



5. Bei der Sendung "Wetten Dass" brachte ein Schmied ein Stück Eisen

$$(m = 150 \text{ g}, c = 0,46 \frac{\text{J}}{\text{gK}})$$

durch Schläge mit einem Hammer ($M = 1400 \text{ g}$) zum Glühen ($\vartheta \approx 500^\circ\text{C}$).



Der Hammer prallte dabei jedesmal mit einer Geschwindigkeit von $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf das Eisenstück.

a) Wie oft musste der Schmied hämmern, um das Eisen zum Glühen zu bringen ?

Gehe davon aus, dass ca. 80% der Bewegungsenergie des Hammers in innere Energie des Eisenstücks umgewandelt werden.

b) Warum konnte sich der Schmied für diesen Vorgang nicht beliebig viel Zeit lassen ?

Raumtemperatur im Saal : 20°C

Lösung :

Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad und Energie

1. Gegeben : $F = 1200 \text{ N}$ $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Gesucht : P

Da das Auto in einer Sekunde eine Strecke von 20 m zurücklegt, ist die in dieser Zeit verrichtete Arbeit

$$W = F \cdot s = 1200 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 24 \text{ kJ}$$

Also ist die Leistung

$$P = \frac{W}{t} \quad P = \frac{24000 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 24 \text{ kW}$$

2. Gegeben : $P_{\text{auf}} = 56000 \text{ W}$ $m = 2,5 \text{ t} = 2500 \text{ kg}$ $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $h = 8,2 \text{ m}$

Gesucht : η

Der Kran verrichtet Hubarbeit.

$$P_{\text{ab}} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \quad P_{\text{ab}} = \frac{2500 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 8,2 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 33518 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{auf}}} \quad \eta = \frac{33518 \text{ W}}{56000 \text{ W}} = 60\%$$

3. Gegeben : $P = 40 \text{ kW}$ $v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Gesucht : F

Es ist $P \cdot t = F \cdot s \Rightarrow F = \frac{P \cdot t}{s}$. Da der Wagen in einer Sekunde 30 m zurücklegt, ergibt sich

$$F = \frac{40000 \text{ W} \cdot 1 \text{ s}}{30 \text{ m}} = 1,3 \text{ kN}$$

4. Gegeben : $P = 300 \text{ kW}$ $m = 900 \text{ kg}$ $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Gesucht : t

Die in der Zeit t geleistete Arbeit schafft kinetische Energie.

$$P \cdot t = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad t = \frac{\frac{1}{2} m \cdot v^2}{P} \quad t = \frac{\frac{1}{2} \cdot 900 \text{ kg} \cdot (27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{320000 \text{ W}} = 1,1 \text{ s.}$$

Bemerkung :

Dieser Wert ist rein theoretisch, da die Arbeit gegen den Fahrwiderstand nicht berücksichtigt wird.

5. Gegeben : $m = 85 \text{ t} = 85000 \text{ kg}$ $L = 12 \text{ km} = 12000 \text{ m}$ $H = 44 \text{ m}$ $F_W = 0,005G$

a) Gesucht : W

Der Dieseltriebwagen verrichtet Hubarbeit und Arbeit gegen die Fahrwiderstandskraft.

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

$$W = 85000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 44 \text{ m} + 0,005 \cdot 85000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12000 \text{ m} = 86,7 \text{ MJ}$$

b) Gesucht : t , wenn $P = 300 \text{ PS}$

$$300 \text{ PS} = 300 \cdot \frac{75 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 220725 \text{ W}$$

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P} \quad t = \frac{86700000 \text{ J}}{220725 \text{ W}} = 393 \text{ s} \approx 6,55 \text{ min}$$

c) Gesucht : E , wenn $\eta = 0,25$, V

$$E = 4 \cdot E = 4 \cdot 86,7 \text{ MJ} = 346,8 \text{ MJ}$$

$$V = \frac{346,8}{37,7} \text{ Liter} = 9,2 \text{ Liter}$$

Energierhaltung

1. Gegeben : $m = 500 \text{ g}$ $h = 0,80 \text{ m}$ $D = 5,0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

Gesucht : v

Die potenzielle Energie verwandelt sich in Spannenergie und kinetische Energie.

$$\text{Potenzielle Energie : } E_{\text{pot}} = mgh \quad E_{\text{pot}} = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,80 \text{ m} = 3,9 \text{ J}$$

$$\text{Spannenergie : } E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} D \cdot x^2 \quad E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,8 \text{ m})^2 = 1,6 \text{ J}$$

Energieerhaltung :

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = E_{\text{pot}} - E_{\text{Spann}} \quad v = \sqrt{\frac{E_{\text{pot}} - E_{\text{Spann}}}{\frac{1}{2} m}} \quad v = \sqrt{\frac{2,3 \text{ J}}{0,25 \text{ kg}}} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Innere Energie

1. Gegeben : $\vartheta_1 = 23^\circ\text{C}$; $\vartheta_2 = 10^\circ\text{C}$ $350 \cdot 10^3 \text{ kg}$

a) Gesucht : Q

$$Q = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta \quad Q = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 350000 \text{ kg} \cdot 4 \text{ K} = 5,9 \cdot 10^9 \text{ J} = 1629 \text{ kWh}$$

b) Gesucht : P, wenn $t = 3 \text{ h} = 10800 \text{ s}$

$$P = \frac{Q}{t} \quad P = \frac{5866000000 \text{ J}}{10800 \text{ s}} = 543 \text{ kW}$$

c) Gesucht : Kosten

$$\text{Das Aufheizen kostet } 0,18 \text{ €} \cdot 1629 = 293 \text{ €}$$

2. Gegeben : $m_1 = 125 \text{ kg}$ $\vartheta_1 = 80^\circ\text{C}$ und $m_2 = 370 \text{ kg}$ $\vartheta_2 = 18^\circ\text{C}$

Gesucht : ϑ_m

$$Q_{\text{ab}} = Q_{\text{auf}} \quad c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m) = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2) \Rightarrow m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m) = m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2)$$

Eingesetzt und ohne Einheiten :

$$125 \cdot (80 - x) = 370 \cdot (x - 18) \Rightarrow x = 34$$

Es stellt sich eine Mischtemperatur von 34°C ein.

3. a) Unter der Brownschen Bewegung versteht man die unregelmäßige Bewegung von mikroskopischen Teilchen wie z.B. Rauchteilchen unter dem Mikroskop.

Verursacht wird diese Bewegung durch Stöße durch die Teilchen der Luft.

Folgerung : Die innere Energie eines Gases ist die kinetische Energie seiner Teilchen.

b) Gegeben : $c_{\text{Me}} = 0,39 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$ $m_1 = 100 \text{ g}$ $m_2 = 400 \text{ g}$ $\vartheta_2 = 19^\circ\text{C}$ $\vartheta_m = 39^\circ\text{C}$

Gesucht : ϑ_1

$$c_{\text{Me}} \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m) = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2)$$

Eingesetzt und ohne Einheiten :

$$0,39 \cdot 100 \cdot (x - 39) = 4,19 \cdot 400 \cdot (39 - 19) \quad x = 898$$

Die Messingkugel hatte eine Temperatur von 898°C.

4. Gegeben : $c_{pb} = 0,13 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$ $m = 520 \text{ g}$ $h = 60 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$

Gesucht : Anzahl der Drehungen

Durch eine Drehung zugeführte Energie :

$$\Delta E = mgh \quad \Delta E = 0,52 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,60 \text{ m} = 3,1 \text{ J}$$

Erforderliche Energie :

$$E = C_{pb} \cdot m \cdot \Delta\vartheta \quad E = 0,13 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 520 \text{ g} \cdot 1 \text{ K} = 67,6 \text{ J}$$

$$\text{Anzahl der Umdrehungen : } n = \frac{E}{\Delta E} \quad n = \frac{67,6 \text{ J}}{3,1 \text{ J}} = 22$$

5. Gegeben : $m = 150 \text{ g}$ $c = 0,46 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$ $M = 1400 \text{ g}$

a) Gesucht : Anzahl der Schläge

Durch einen Schlag übertragene Energie :

$$\Delta E = 0,80 \cdot \frac{1}{2} M \cdot v^2 \quad \Delta E = 0,80 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,4 \text{ kg} \cdot \left(30 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 504 \text{ J}$$

Erforderliche Energie :

$$E = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta \quad E = 0,46 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 150 \text{ g} \cdot 480 \text{ K} = 33120 \text{ J}$$

$$\text{Anzahl der Schläge : } n = \frac{E}{\Delta E} \quad n = \frac{33120 \text{ J}}{504 \text{ J}} = 66$$

b) Wärmeverluste an die Umgebung.
