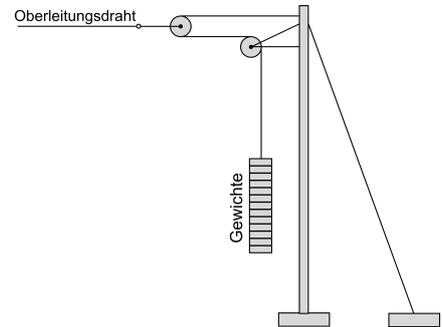




Aufgaben zu Energie, Arbeit, Leistung: Lösungen

- 1 Der Oberleitungsdraht wird in nebenstehender Anordnung mit einer Kraft von $5,00\text{ kN}$ gespannt. Welche Gesamtmasse haben die Gewichte?



Lösung:

Der Oberleitungsdraht wird über einen **einfachen Flaschenzug** gespannt, also müssen die Gewichte mit der Masse m nur die **halbe** Spannkraft ausüben, also

$$F_{\text{Gewichte}} = \frac{1}{2} \cdot 5,00\text{ kN} = 2,50\text{ kN} .$$

$$F_{\text{Gewichte}} = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{F_{\text{Gewichte}}}{g} = \frac{2500\text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx \underline{255\text{ kg}} .$$

Die Gesamtmasse der Gewichte beträgt 255 kg .

- 2.0 Das südlich am Steinernen Meer gelegene Riemannhaus (2177 m) wird vom Tal in Saalfelden (744 m) aus über einen $2,6\text{ km}$ langen Transportlift mit Lebensmitteln versorgt.

- 2.1 Berechnen Sie die Arbeit, die beim Hinaufziehen einer Ladung von 200 kg verrichtet werden muss.

Lösung:

$$\Delta h = 2177\text{ m} - 744\text{ m} = 1433\text{ m} .$$

$$W_{\text{Hub}} = m g \Delta h = 200\text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1433\text{ m} \approx \underline{2,81\text{ MJ}}$$

Es muss eine Hubarbeit von ca. $2,81\text{ MJ}$ verrichtet werden.

- 2.2 Der Antriebsmotor hat eine Leistung von $5,00\text{ kW}$.

Wie viele Höhenmeter legt der Lift mit der 200 kg Last maximal pro Sekunde zurück?

Lösung:

$$\text{Geg.: } t = 1\text{ s} , m = 200\text{ kg} , P_{\text{Motor}} = 5,00\text{ kW} = 5000 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Geg.: Höhenmeter h pro Sekunde .

$$\text{Lös.: } m g h = W_{\text{Hub}} = W_{\text{Motor}} = P_{\text{Motor}} \cdot t \Leftrightarrow h = \frac{P_{\text{Motor}} \cdot t}{m g}$$

$$h = \frac{5000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 1\text{ s}}{200\text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{5000\text{ J}}{200 \cdot 9,81\text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{5000\text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{200 \cdot 9,81\text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx \underline{2,55\text{ m}}$$

Der Lift legt ca. $2,55\text{ Höhenmeter}$ pro Sekunde zurück.



- 3 Bei voller Sonneneinstrahlung kann ein normales Solarpanel mit der Fläche 1 m^2 eine Leistung von ca. 140 W zur Verfügung stellen. Mit dem Solarpanel wird eine Batterie aufgeladen.

Wie lange müsste die Sonne auf das Solarpanel scheinen, bis dass in der Batterie ein Arbeitsvermögen (Energie) von $2,81\text{ MJ}$ gespeichert worden ist?

Lösung:

Geg.: $P=140\text{ W}$. $W=2,81\text{ MJ}$.

Ges.: Sonnenscheindauer t .

$$\text{Lös.: } P = \frac{W}{t}$$

$$\Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{2,81 \cdot 10^6 \text{ J}}{140 \frac{\text{J}}{\text{s}}} \approx 20071 \text{ s} \approx \underline{5\text{ h } 35\text{ min}}$$

Die Sonne müsste mindestens $5\text{ h } 35\text{ min}$ auf das Solarpanel scheinen.

- 4 Auf wie viele Grad Celsius kann mit $2,81\text{ MJ}$ eine Wanne (= 100 l) voll 10° C kaltem Wasser erwärmt werden, wenn für das Erwärmen von 1 l Liter Wasser um 1° C eine Arbeit von $4,18\text{ kJ}$ aufgewendet werden muss?

Lösung:

$$1\text{ l um } 1^\circ\text{ C} \quad 1\text{ l um } 1^\circ\text{ C} \triangleq 4,18\text{ kJ} \Rightarrow 100\text{ l um } 1^\circ\text{ C} \triangleq 100 \cdot 4,18\text{ kJ} = 418\text{ kJ}$$

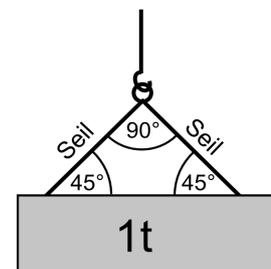
$$\Rightarrow \text{Erwärmung um } T = \frac{2810\text{ kJ}}{418\text{ kJ}} \cdot 1^\circ\text{ C} \approx 6,72^\circ\text{ C}.$$

Das Wasser kann also von 10° C auf knapp 17° C erwärmt werden.

- 5 Ein Kran transportiert einen Betonblock wie abgebildet.

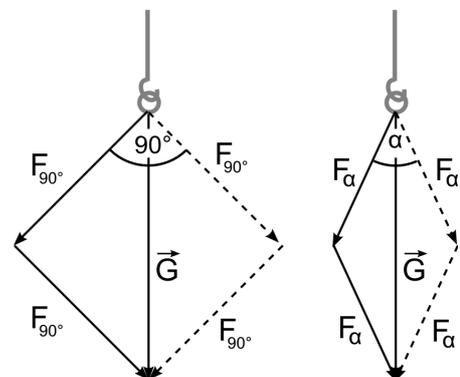
Wie verändern sich die Seilkräfte, wenn der Winkel von 90° zwischen den beiden Seilen verkleinert wird? (Die Seile bleiben dabei gleich lang)

Begründen Sie Ihre Antwort mit einer aussagekräftigen Skizze.



Lösung:

Die Seilkräfte werden kleiner, da die Gewichtskraft G gleich bleibt mit $\alpha < 90^\circ$ aber $F_\alpha < F_{90^\circ}$ sein muss.





- 6 In Deutschland beträgt die durchschnittliche Strahlungsenergie der Sonne pro Jahr $800 \text{ kWh je } m^2$.

Berechnen Sie die Fläche in % der Fläche der BRD die mit Sonnenkollektoren bedeckt werden müsste, um den jährlichen Energiebedarf der BRD von 4200 TWh zu decken.

Der Wirkungsgrad einer Solarzelle wird mit $\eta=0,15$ angenommen.

Lösung:

Energieausbeute pro Jahr und m^2 Solarzellenfläche: $E_{qm} = 0,15 \cdot 800 \text{ kWh} = 120 \text{ kWh}$.

Jährlichen Energiebedarf der BRD: $E_{BRD} = 4200 \cdot 10^9 \text{ kWh}$.

Benötigte Fläche an Solarzellen: $\frac{E_{BRD}}{E_{qm}} \cdot m^2 = \frac{4200 \cdot 10^9 \text{ kWh}}{120 \text{ kWh}} \cdot m^2 = 35 \cdot 10^9 m^2 = 35 \cdot 10^3 km^2$

Prozentualer Anteil an der Fläche der BRD: $\frac{35 \cdot 10^3 km^2}{360 \cdot 10^3 km^2} = \frac{7}{72} \approx 10\%$.

- 7 Der durchschnittliche, stündliche Stromverbrauch von Elektrogeräten im Stand-By-Betrieb liege bei $0,003 \text{ kWh}$.

- Berechnen Sie die dadurch im Jahr verbrauchte Energie, wenn die angenommene Stand-By-Zeit 20 Stunden am Tag beträgt.
- Wie viele Geräte müssten pro Haushalt abgeschaltet werden, damit ein Atomkraftwerk eingespart werden kann?
- Geben Sie die durchschnittliche Jahresenergieerzeugung eines Atomkraftwerks in MJ an.

Lösung:

- Im Jahr aufgewendete Energie: $E_{StandBy} = 0,003 \text{ kWh} \cdot 20 \cdot 365 = 21,9 \text{ kWh}$.
- Energieanteil eines Atomkraftwerks (=einzusparende Energie) in einem

Haushalt pro Jahr: $E_{Atom} = \frac{10000 \cdot 10^6 \text{ kWh}}{30 \cdot 10^3} = \frac{1000}{3} \text{ kWh}$

Abzuschaltende Geräte: $\frac{E_{Atom}}{E_{StandBy}} = \frac{\frac{1000 \text{ kWh}}{3}}{21,9 \text{ kWh}} \approx 15$.

- Durchschnittliche Jahresenergieerzeugung eines Atomkraftwerks:

$E_{Jahr} = 10000 \text{ GWh} = 10^7 \text{ MW} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^{10} \text{ MJ}$.

**8 Abb. 1** zeigt den Energieverbrauch eines deutschen Vier-Personen-Haushalts.

- Berechnen Sie die Jahreskilometerleistung des Autos bei einem Verbrauch von 7 Litern auf 100 km (1 Liter Treibstoff entspricht ca. 10 kWh).
- Wo kann man demnach am meisten Energie einsparen?

Lösung:

- Jahresverbrauch Auto: $E_{Auto} = \frac{33}{100} \cdot 31\,000 \text{ kWh} = 10\,230 \text{ kWh}$ (siehe Abb. 1).

Energiebedarf des Autos auf 100 km : $7 \cdot 10 \text{ kWh} = 70 \text{ kWh}$. Auf 1 km :
 $E_{km} = 0,70 \text{ kWh}$.

$$\Rightarrow \text{Jahreskilometerleistung: } \frac{E_{Auto}}{E_{km}} \cdot km = \frac{10\,230 \text{ kWh}}{0,70 \text{ kWh}} km \approx 15\,000 \text{ km}$$

- Am meisten kann man bei Auto und Heizung sparen.

9 Geben Sie 2000 kJ (Energiegehalt einer Tafel Schokolade) in kWh an.**Lösung:**

$$E_{Tafel} = 2000 \text{ kJ} = 2000 \text{ k W s} = \frac{2000 \text{ k W} \cdot 3600 \text{ s}}{3600} = \frac{2000 \text{ kWh}}{3600} = 0,5 \text{ kWh} \approx 0,6 \text{ kWh}$$

Deutschland in Zahlen:

- durchschnittliche Jahresenergieerzeugung durch ein Atomkraftwerk: 10 000 GWh
- Anzahl der Haushalte: 30 Millionen
- durchschnittlicher Jahresverbrauch pro Haushalt: 31 000 kWh
- Fläche der BRD: ca 360 000 km²

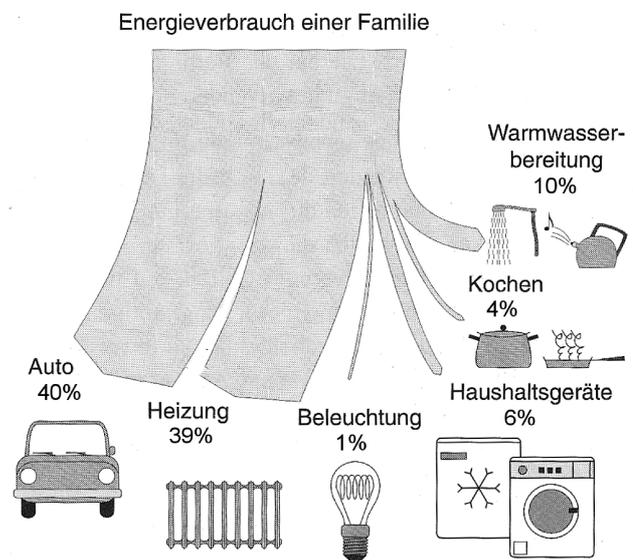


Abb. 1: Anteile des Energieverbrauchs eines deutschen Haushalts