

Übungen zur Einführung des Energiebegriffs

Serie 1: Berechnungen von Energiebeträgen

GIB ALLE RESULTATE MIT EINEM PASSENDEN EINHEITENPRÄFIX AN!

1. Nährwerte

Auf den Verpackungen zahlreicher Nahrungsmittel finden sich Angaben zum Energiewert, typischerweise bezogen auf 100 g oder auf 100 ml.

- (a) Ermittle zuhause solche Energiewerte von einigen Grundnahrungsmitteln wie z.B. Reis, Teigwaren, Mehl, Butter, Öl, Essig, Milch und Käse. Nimm noch das eine oder andere Nahrungsmittel nach eigenem Gusto dazu und erstelle eine Rangliste.
- (b) Auf einer Schokoladentafel ist der Energiewert nur in Kilojoule angegeben: 2245 kJ. Welcher Kalorienwert könnte da auch stehen?

2. Alltägliche Energieaufwände

- (a) Ein Car mit einer Masse von $m = 18\text{ t}$ fährt von Flüelen (408 m.ü.M.) auf den Gotthard-Pass (2108 m.ü.M.).
Wie viel Energie verbraucht der Car auf dieser Route alleine für das Anheben seiner Masse von Flüelen bis auf die Passhöhe?
- (b) Damit Fritz Muster seinen perfekten Toast bekommt, muss sein Toaster, der pro Sekunde mit 850 J elektrischer Energie aus der Steckdose versorgt wird, genau 105 s lang eingeschaltet sein.
Wie teuer ist die Energie, die Fritz (bei Normaltarif) für seinen perfekten Toast bezieht?
- (c) Ein Lötkolben besteht typischerweise aus etwa 120 g Stahl resp. Eisen. Er muss von Zimmertemperatur auf ca. 200 °C vorgeheizt werden, damit das Lötzin (Schmelztemperatur 180 °C) bei Berührung geschmolzen wird.
Wie viele Joule Energie bezieht der Lötkolben pro Sekunde etwa aus der Steckdose, wenn das Aufheizen ungefähr eine Minute dauert?
- (d) Im Gegensatz zum Toaster braucht ein durchschnittlicher "Familienkühlschrank" pro Sekunde nur eine Energiezufuhr von 25 J.
 - i. Weshalb wird der Kühlschrank auf der Stromrechnung von Familie Muster wohl trotzdem eine grössere Rolle spielen als der Toaster?
 - ii. **Schätzaufgabe!** Schätze ab, wie viel Energie die Kühlschränke sämtlicher Schweizer Haushalte pro Jahr beziehen, und vergleiche dein Resultat mit der Jahresenergieproduktion des Kernkraftwerks Gösgen von etwa 8.2 TWh, wobei:

$$1\text{ TWh} = 1\text{ Terawattstunde} = 3\,600\,000\,000\,000\,000\text{ J}$$

3. Solarkonstante I

Auf der Erde kommt eine Menge Strahlungsenergie von der Sonne an. Den Wert, der beschreibt, wie viel Energie da zur Erde geliefert wird, bezeichnet man als **Solarkonstante** S . Sie ist seit Jahrmillionen ein recht fixer Wert, weil die Sonne seit sehr langer Zeit gleichmässig Energie abstrahlt und weil die Erde ebenso lange die Sonne auf einer nahezu perfekten und stets gleich grossen Kreisbahn umrundet. Es gilt:

$$S \approx 1400 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

Betrachte die Einheiten der Solarkonstante, fasse sie in Worte und folgere daraus, wie der Wert dieser Konstante wohl zu verstehen ist. Eine Skizze mag für das Verständnis hilfreich sein. . .

4. Solarkonstante II

Studiere zunächst die Lösungen zur Aufgabe 3 um sicherzugehen, dass du genau verstanden hast, was die Solarkonstante S beschreibt.

Die Grösse der der Sonne zugewandten Fläche der Erde ist die Fläche der Erde als Scheibe, wie man sie aus grosser Entfernung sieht, also eine Kreisfläche mit Radius 6370 km (= Erdradius). Insgesamt diese Fläche empfängt Strahlungsenergie von der Sonne gemäss der Solarkonstante.

Wie lange dauert es, bis die Erde insgesamt auf diese Weise von der Sonne eine Energiemenge empfangen hat, die dem Jahresweltenergiebedarf entspricht? Wähle eine passende Zeiteinheit für das Resultat.

Bemerkung: Die Solarkonstante bezieht sich allerdings auf die Strahlungsenergie, die im Welt- raum bei der Erde ankommt. An der Erdoberfläche, also dort, wo wir allfällige Installationen zur Aufnahme dieser Energie errichten können, kommen davon nur etwa 45 % an. Der Rest bleibt in der Atmosphäre stecken. Berücksichtige diese Information bei deiner Berechnung.

Hinweis: Den Jahresweltenergiebedarf schlägst du im Skript nach.

5. Solarkonstante III

Vernünftige Annahme: Die Sonne strahlt Ihre Energie in alle Richtungen gleich stark ab (ganz vergleichbar mit einer Glühbirne, die auch in alle Richtungen gleich viel Licht aussendet).

Da man weiss, wie weit die Sonne von der Erde entfernt ist ($r = 149.6$ Mio. km, dieser Wert wird auch als eine **Astronomische Einheit** AE bezeichnet), lässt sich nun aber aus der Solarkonstante hochrechnen, wie viel Energie die Sonne pro Sekunde aussendet: L sei die von der Sonne pro Sekunde ausgesendete Energiemenge; wir sprechen von der **Leuchtkraft** eines Sterns (in $\frac{\text{J}}{\text{s}}$ resp. in Watt W) an. Diese Leuchtkraft verteilt sich gleichmässig auf alle Raumrichtungen. Auf Höhe der Erde hat sie sich also auf die Oberfläche einer Kugel verteilt, deren Radius gerade dem Abstand zwischen Sonne und Erde entspricht. Genau auf dieser Höhe muss diese Verteilung der Solarkonstante S entsprechen. Es muss also gelten:

$$S = \frac{L}{4\pi r^2}$$

Dabei ist $4\pi r^2$ die Formel für die Oberfläche einer Kugel mit Radius r . Eine solche Kugeloberfläche nennt man auch eine **Sphäre**.

Berechne aus obiger Gleichung die Leuchtkraft L der Sonne.

6. Strom aus der Batterie vs. Strom aus der Steckdose – ein Preisunterschied?

- (a) Bevor du unter (b) zu Rechnen beginnst: Im Laden können wir Batterien kaufen, also relativ kleine Portionen an gespeicherter Energie, die wir für das Betreiben elektrischer Geräte nutzen können. Es ist sicher so, dass die Energie aus der Batterie teurer ist als jene aus der Steckdose, denn die Portabilität der Energie, also ihre Transportierbarkeit, hat sicher auch ihren Preis.

Was denkst du, um welchen Faktor ist die Energie aus der Batterie teurer als jene aus der Steckdose?

- (b) Mit einer normalen 9 V-Batterie kann ein Glühlämpchen, das pro Sekunde eine Energie von 1.8 J verbraucht, etwa 2 h und 20 min lang betrieben werden. Eine solche Batterie kostet im Laden 3.90 sFr.

Vergleiche nun den Preis, den du für eine Kilowattstunde Energie aus Batterien bezahlen müsstest, mit dem Kilowattstundenpreis für Energie aus der Steckdose (Normaltarif). Um welchen Faktor ist die Energie aus der Batterie teurer? Kommentiere dein Ergebnis!