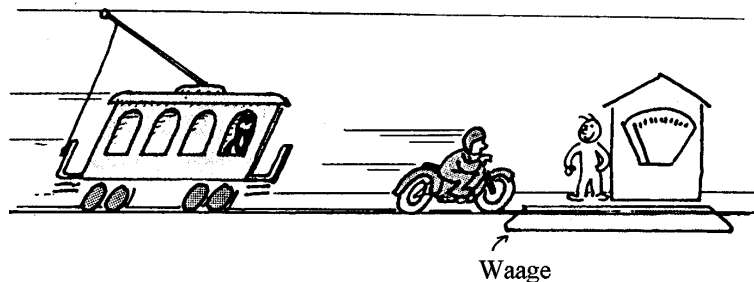


# Aufgaben zur Äquivalenz von Masse und Energie in SI

## I) Energie hat die Eigenschaften von Masse

- 1) Ein Liter Wasser von  $20^\circ\text{C}$  wird auf  $100^\circ\text{C}$  erwärmt. Um wie viel wird das Wasser dadurch schwerer? Spezifische Wärmekapazität  $c = 4180\text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$
- 2) Um ein Auto auf  $100\text{ km/h}$  zu beschleunigen, braucht man eine Energiemenge von etwa  $500\text{ kJ}$ . Um wie viel wird das Auto dadurch schwerer?  
Beim Beschleunigen verliert das Auto gleichzeitig Masse, weil es Benzin verbraucht. Schätze ab, ob das Auto insgesamt schwerer oder leichter wird.  $1\text{ kg}$  Benzin enthält  $4,3 \cdot 10^7\text{ J}$ , die beim Verbrennen frei wird.

- 3) Sowohl die Straßenbahn als auch das batteriebetriebene Motorrad fahren mit extrem hoher Geschwindigkeit. Wir messen ihre Masse. Können wir bei beiden einen Anstieg der Masse feststellen?



- 4) Das Sonnenlicht, das pro Sekunde auf einen Quadratmeter (senkrecht zu den Sonnenstrahlen) fällt, transportiert eine Energiemenge von etwa  $1400\text{ Joule}$ . Wie schwer ist die entsprechende Lichtmenge? (Licht hat keine Ruhmasse.) Wie lange müsste man warten, bis auf den Quadratmeter  $1\text{ Gramm}$  Licht gefallen ist?
- 5) Die Sonne gibt mit dem Licht, das sie abstrahlt, pro Sekunde eine Energiemenge von  $3,8 \cdot 10^{23}\text{ J}$  ab. Um wie viel wird sie dadurch leichter?
- 6) Magnetare sind Neutronensterne mit  $1000$ -fachem Magnetfeld ( $B = 10^{11}\text{ T}$ ). Ein Liter des Magnetfeldes enthält etwa  $4 \cdot 10^{24}\text{ J}$ . Welche Masse hat ein Liter?  
Hinweis: Dies ist eine Aufgabe, die auf die SII hinweist. Dann kann man die Energiedichte  $\rho_E = \frac{E}{V}$  aus der magnetischen Flussdichte  $B$  berechnen.

## II) Masse hat die Eigenschaften von Energie

- 7a) Berechne die Energiemenge, die  $1\text{ kg}$  eines beliebigen Stoffes enthält.
- b) Welches Vielfache der Energie, die man beim Verbrennen von  $1\text{ kg}$  Benzin ( $4,3 \cdot 10^7\text{ J}$ ) gewinnt, ist dies?

- 8) Zur Zerlegung eines Kern benötigt man Energie, die Trennenergie. Die Bestandteile sind daher zusammen genommen schwerer als der Kern. Die Form des Kohlenstoffs,  $^{12}\text{C}$ , wird als Bezug zur Definition der atomaren Masseneinheit  $u$  verwendet. Die Masse von  $^{12}\text{C}$  ist als genau  $12u$  definiert, wobei  $1u$   $1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$  entspricht. Die Summe der Bausteine dieses Kohlenstoffatoms beträgt  $12,09885\text{ u}$ . Welche Trennenergiemenge müsste man aufwenden, um den Kern in seine Bestandteile zu zerlegen?

