

## Aufgaben zur Zeitdilatation und $E = mc^2$

1. Ein ruhendes, positives Pion ( $\pi^+$ ) hat eine Lebensdauer von  $\tau_0 = 2.603 \cdot 10^{-8}$  s. Wie gross ist diese, wenn sich das Pion mit 99.38 % der Lichtgeschwindigkeit bewegt?
2. Ruhende Müonen ( $\mu^-$ ) haben eine Lebensdauer von  $\tau_0 = 2.19703$   $\mu$ s.
  - a) Auf welche Geschwindigkeit muss man Müonen bringen, damit ihre Lebensdauer 5.3 Mal länger wird?
  - b) Wie weit kommen Müonen während ihrer Lebensdauer durchschnittlich, wenn sie sich mit 0.99973-facher Lichtgeschwindigkeit bewegen?
3.
  - a) Rechnen Sie 1.0 kWh in eine Masse um.
  - b) Eine Kilowattstunde vom Elektrizitätswerk kostet weniger als zwanzig Rappen. Ein Zwänzgerli wiegt 4.0 g. Rechnen Sie das in Kilowattstunden um.
  - c) Hat Sie das Elektrizitätswerk betrogen?
4. Bei Erhitzung gewinnt ein Körper Energie und nach Einstein auch Masse. Wie viel nimmt die Masse des Zürichsees ( $V \approx 3.9$  km<sup>3</sup>) bei Erwärmung um 1.0 °C zu?
5. Ein neutrales Pion ( $\pi^0$ ) hat eine Ruhemasse von 134.973 MeV. Es zerfällt mit 1.198 % Wahrscheinlichkeit so:  $\pi^0 \rightarrow \gamma + e^+e^-$ 
  - a) Rechnen Sie die seltsame Massenangabe in Kilogramm um.
  - b) Berechnen Sie die maximale Energie des Photons in Joule und MeV.
  - c) Welchem Spektralbereich gehört so ein Photon an? (Mikrowellen, UV, ...?)
6.
  - a) Wie viel Energie wird frei, wenn man zwei Deuterium-Atomkerne zu einem Helium-Atomkern verschmelzen könnte?
  - b) Warum kann man das nicht? Nach dem Energiesatz ist das doch erlaubt!
7. Po-210 (Polonium) ist radioaktiv und wandelt sich in stabiles Pb-206 (Blei) um. Dabei wird ein  $\alpha$ -Teilchen ausgesandt.
  - a) Was fällt auf, wenn man die Massen des Edukts und der Produkte vergleicht? Wie nennt man diesen Effekt?
  - b) Berechnen Sie die freigesetzte Energie in Joule und MeV.
  - c) In welcher Form erscheint diese Energie?

### Lösungen

- 1)  $2.34 \cdot 10^{-7}$  s    2a)  $2.944 \cdot 10^8$  m/s    b) 28.3 km    3a) 40 ng    b)  $1.0 \cdot 10^8$  kWh    c) -  
4) 0.18 kg    5a)  $2.40611 \cdot 10^{-28}$  kg    b)  $2.14613 \cdot 10^{-11}$  J = 133.951 MeV    c) -  
6a)  $3.82063 \cdot 10^{-12}$  J = 23.846 MeV    b) -    7a) -    b)  $8.689 \cdot 10^{-13}$  J = 5.423 MeV    c) -