

Aufgaben zu $E = \gamma m c^2$ und $p = \gamma m v$

Lie.

Elektron 0.510 998 910(13) MeV, Proton 938.272 013(23) MeV (NIST, 2007)

1) Ein freies Elektron habe die Gesamtenergie 104 GeV (im LEP im CERN, 2000).

- a) Welcher Bruchteil davon ist Ruheenergie?
- b) Wie gross ist der Lorentzfaktor γ ?
- c) Wie gross ist der Unterschied zur Lichtgeschwindigkeit: $c - v = ?$

2a) Wie gross muss der Lorentzfaktor werden, damit die kinetische Energie eines Teilchens gleich gross wie seine Ruheenergie ist?

- b) Wie viel Prozent der Lichtgeschwindigkeit hat das Teilchen dann?
- c) Welche Spannungen müssen ein Elektron oder ein Proton dazu durchlaufen?

3) Beweisen Sie durch Nachrechnen folgende Beziehung für die Gesamtenergie eines freien Teilchens: $E^2 = (m c^2)^2 + (p c)^2$ (gilt für Materie und Strahlung!)

4) Thorium-232 ist eines der häufigsten, natürlich vorkommenden, radioaktiven Nuklide und steht an der Spitze einer der natürlichen Zerfallsreihen. Mit 23 % Wahrscheinlichkeit wird ein α -Teilchen von 3.952 MeV kinetischer Energie und ein Photon γ von 0.124 MeV Energie ausgesandt. Beide Angaben sind auf etwa drei wesentliche Ziffern genau. Th-232 hat die Masse 232.038054 u, der Tochterkern 228.031064 u. [CRC 71st]

- a) Was ist der unmittelbar folgende Tochterkern?
- b) Berechnen Sie die freigesetzte Energie in MeV aus dem Massendefekt.
- c) Vergleichen Sie diese Energie mit jener des α und γ Kommentar?

5a) Welche Spannung muss ein Proton mindestens durchlaufen, damit nach dem Energiesatz ein neues Proton-Antiproton-Paar entstehen kann, wenn es auf ein anderes, ruhendes Proton prallt? ($p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$)

b) Mit dieser Reaktion wurden 1955 in Berkeley erstmals Antiprotonen hergestellt. Die Reaktion setzte allerdings erst ab 5.63 GeV kinetischer Energie ein. Warum?

6) Ein ruhendes Lambda (Λ) hat eine Masse von 1115.684 MeV/c². Die Lebensdauer beträgt 0.263 ns. Es zerfällt mit 64.9% Wahrscheinlichkeit in ein Proton und ein negatives Pion (π^- , FoTa). Das Pion hat einen relativistischen Impuls von 101 MeV/c. (AIP Particle Physics Booklet 1996).

- a) Welchen Impuls hat das Proton?
- b) Stimmt die Impulsangabe? (Solver)

Lösungen: 1a) $4.91 \cdot 10^{-6}$ b) $2.04 \cdot 10^5$ c) 3.62 mm/s 2a) 2 b) 86.6 % c) 511 kV resp. 938 MV 3) - 4a) - b) 4.086 MeV c) - 5a) 1.88 GV b) - 6a) - b) 100.5 MeV/c