

Aufgaben zu relativistischer Energie und Impuls

- Ein freies Elektron habe die Gesamtenergie 104 GeV (im LEP im CERN, 2000).
 - Welcher Bruchteil davon ist Ruheenergie?
 - Wie gross ist der Lorentzfaktor γ ?
 - Wie gross ist der Unterschied zur Lichtgeschwindigkeit: $c - v = ?$
- Wie gross muss der Lorentzfaktor werden, damit die kinetische Energie eines Teilchens gleich gross wie seine Ruheenergie ist?
 - Wie viel Prozent der Lichtgeschwindigkeit hat das Teilchen dann?
 - Welche Spannungen müssen ein Elektron oder ein Proton dazu durchlaufen?
- Beweisen Sie durch Nachrechnen folgende Beziehung für die Gesamtenergie eines freien Teilchens: $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$. Diese Energie-Impuls Relation gilt für Materie und Strahlung!
- 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]
 - Was ist der unmittelbar folgende Tochterkern?
 - Berechnen Sie die freigesetzte Energie in MeV aus dem Massendefekt.
 - Vergleichen Sie diese Energie mit jener des α und γ . Kommentar?
- 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?
 - Mit dieser Reaktion wurden 1955 in Berkeley erstmals Antiprotonen hergestellt. Die Reaktion setzte allerdings erst ab 5.63 GeV kinetischer Energie ein. Warum?
- Ein ruhendes Lambda (Λ) hat eine Masse von $1115.684 \text{ MeV}/c^2$. Die Lebensdauer beträgt 0.263 ns. Es zerfällt mit 64.9 % Wahrscheinlichkeit in ein Proton und ein negatives Pion (π^- , siehe FoTa). Das Pion hat einen relativistischen Impuls von $101 \text{ MeV}/c$.
 - Welchen Impuls hat das Proton?
 - Stimmt die Impulsangabe? Tipp: Verwenden Sie die Energie-Impuls-Relation aus Aufgabe 3. Verwenden Sie eventuell einen Solver, um die Gleichung numerisch zu lösen.

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) 100.6 MeV/c