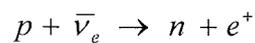


- 24) Das Neutron besitzt eine mittlere Lebensdauer von 886 s. Zeigen Sie, dass die Zerfallsreaktionen des Neutrons und Müons ähnliche Kopplungsstärken besitzen, sofern die Phasenraumfaktoren berücksichtigt werden.

$$\begin{aligned}
 n &\rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e & E_e(\max) &= 1.29 \text{ MeV}, \tau = 886 \text{ s} \\
 \mu^- &\rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu & E_e(\max) &= 53 \text{ MeV}, \tau = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}
 \end{aligned}$$

- 25) Neutrinos sind wegen ihrer geringen Wechselwirkungswahrscheinlichkeit sehr schwierig nachzuweisen. Erstmals wurden $\bar{\nu}_e$ über den inversen β -Zerfall mit einem ruhenden Proton nachgewiesen:



- a) Welche Mindestenergie muss das Neutrino haben um diese Reaktion zu induzieren?
- b) In Luftschauern werden Neutrinos hauptsächlich über den Zerfall geladener Pionen erzeugt. Zeigen Sie, dass etwa doppelt so viele Myon-Neutrinos wie Elektron-Neutrinos erzeugt werden. Die Myonen werden als niederenergetisch angenommen und zerfallen bis sie die Erdoberfläche erreichen.
- 26) Im Jahr 2002 konnten erstmals Neutrino-Oszillationen nachgewiesen werden, in Übereinstimmung mit Sonnenmodellen. Neutrino-Oszillation bedeutet, dass sich verschiedene Neutrino-Sorten ineinander umwandeln können und dass Neutrinos Ruhemassen besitzen. Berechnen Sie den Fluss solarer Neutrinos auf der Erde:

$$\text{Fluss} = \text{Anzahl der Neutrinos/cm}^2\text{s}$$

$$\text{Solarkonstante } S = 1.37 \text{ kW/m}^2$$

Pro Reaktionszyklus $4p \rightarrow 4He + 2e^+ + 2\nu_e$ wird in der Sonne im Mittel $Q_\gamma = 26.2 \text{ MeV}$ Strahlungsenergie erzeugt