

Beispiele können am 14. 5. noch nicht angekreuzt werden!

- 36) Würden sich Elektron- und Protonladung um einen kleinen Betrag y unterscheiden,

$$e_p = (1 + y)e \quad e_e = -e$$

dann ließe sich damit die Expansion des Universums ohne mysteriöse Kräfte allein durch die elektrostatische Abstoßung erklären. Betrachten Sie dazu ein Wasserstoffatom, das sich auf der Oberfläche einer Kugel mit Radius R und Masse M befindet, die gleich viele Elektronen und Protonen enthält. Durch Vergleich der elektrostatischen Abstoßung mit der Gravitationskraft lässt sich so ein Limit für y bestimmen, ab welchem die Abstoßungskräfte dominieren.

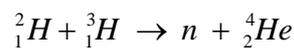
- Berechnen Sie die minimale Abweichung y die eine Massenexpansion ergeben würde.
- Wie lautet der experimentelle Befund aus der Neutralitätsmessung des Neutrons?
- Welche fundamentalen Prinzipien müsste man für $y \neq 0$ opfern?

- 37) Das Standardmodell sagt einen verschwindend kleinen Wert für das Elektrische Dipolmoment des Neutrons (nEDM) voraus. SUSY Modelle sagen ein wesentlich größeres EDM vorher.

- Zeigen Sie grafisch, wie sich ein hypothetisches nEDM, zusammen mit dem bekannten magnetischen Moment des Neutrons, auf folgende Symmetrieoperationen auswirken würden: Parität (P), Zeitumkehr (T), Ladungsumkehr (C), CP, PC, und alle CPT Kombinationen.
- Welche Konsequenz ergibt sich aus einem hypothetischen EDM für die T-Symmetrie?
- Wie lautet der experimentelle Befund bezüglich eines nEDM?

- 38) Neutronengenerator

- a) Wir betrachten die Erzeugung eines Neutronenstrahls mit Hilfe folgender Reaktion:



Die dazu benötigte Deuteronenergie beträgt nur 100 keV, daher können solche Generatoren in kompakter Form kommerziell angeboten werden. Berechnen Sie die maximale Energie der so erzeugten Neutronen in einem ruhenden Tritiumtarget.

$$\begin{aligned} m_n c^2 &= 939.6 \text{ MeV} \\ m_d c^2 &= 1875.6 \text{ MeV} \\ m_T c^2 &= 2815.5 \text{ MeV} \\ m_\alpha c^2 &= 3727.5 \text{ MeV} \end{aligned}$$

- b)** In einem Neutronengenerator treffen Deuteronen mit einer Energie von 100 keV und einer Eingangintensität $I_D = 1\mu\text{A}$ (IRMM) auf ein senkrecht zum Strahl ruhendes Tritiumtarget, das eine Flächenbelegungsdichte von $\rho_F = 0.2\text{ mg/cm}^2$ hat. Der mikroskopische Wirkungsquerschnitt beträgt 8 barn für diese Energie. Die Emission der Neutronen aus dem Tritiumtarget kann in guter Näherung als isotrop angenommen werden.

Wie viele Neutronen pro Sekunde können in einem Querschnitt von $10 \times 10\text{ cm}^2$ im Abstand von 5 m hinter dem Tritiumtarget nachgewiesen werden?

Anmerkung:

Das IRMM in Geel, Belgien („Institute for Reference Materials and Measurements“) besitzt den weltweit stärksten Neutronengenerator.