B18: Tau-Lebensdauer und Neutrino-Torsion

Zusammenfassung

Die Skripte `g-2-tau-berechnug.py` und `g-2-neutrino.py` übertragen die B18-Torsionslogik auf die Tau-Lebensdauer und die Neutrinomasse. Dieses Dokument erklärt, wie die effektive Anzahl der Zerfallskanäle N, der Phasenraumfaktor und der Sub-Planck-Faktor t_0 in die Formeln eingehen und warum sich daraus eine Neutrinomasse von $\sim 0{,}08$ eV ergibt.

Inhaltsverzeichnis

1 Tau-Lebensdauer aus Torsion

In `g-2-tau-berechnug.py` wird zunächst die Standardformel für die Tau-Zerfallsbreite verwendet:

$$\Gamma_\tau = N_{\text{torsion}} \frac{G_F^2 \, m_\tau^5}{192 \, \pi^3}, \tag{1}$$

mit

$$G_F = 1{,}16637 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}, \qquad m_\tau = 1{,}77686 \text{ GeV}, \tag{2}$$

und einer effektiven Anzahl von Freiheitsgraden

$$N_{\text{torsion}} \approx 5, \tag{3}$$

die die Zerfälle in Elektron, Myon und hadronische Kanäle (drei Quarkfarben) im Torsionsbild zusammenfasst. Die Lebensdauer ergibt sich zu

$$\tau_\tau^{(\text{mod})} = \frac{\hbar}{\Gamma_\tau}, \qquad \hbar = 6{,}582119 \times 10^{-25} \text{ GeV s}, \tag{4}$$

und stimmt im Skript mit dem experimentellen Wert $\tau_\tau^{(\text{exp})} \approx 2{,}903 \times 10^{-13}$ s innerhalb weniger Prozent überein.

2 Phasenraumkorrektur und effektive Freiheitsgrade

In `g-2-neutrino.py` wird dieser Ansatz durch einen Phasenraumfaktor

$$f_{\text{phase}} = 1 - 0{,}12 \tag{5}$$

verfeinert, der die beobachtete Verkürzung der Lebensdauer durch massive Endzustände und begrenzten Phasenraum modelliert. Die effektive Anzahl der Freiheitsgrade wird dann zu

$$N_{\text{eff}} = N_{\text{torsion}} \cdot f_{\text{phase}}, \tag{6}$$

so dass

$$\Gamma_\tau = N_{\text{eff}} \frac{G_F^2 \, m_\tau^5}{192 \, \pi^3}, \qquad \tau_\tau^{(\text{mod})} = \frac{\hbar}{\Gamma_\tau} \tag{7}$$

noch näher an den gemessenen Wert heranrückt.

3 Neutrino-Masse aus Resttorsion

Ein besonders interessanter Schritt ist die Ableitung einer Neutrinomasse aus der „Restspannung" im Torsionsgitter. Im Skript wird eine effektive Neutrinomasse

$$m_\nu^{(\text{mod})} = (1 - f_{\text{phase}}) \cdot \frac{m_\tau \times 10^9}{t_0^2} \tag{8}$$

verwendet, wobei $t_0 = 7491{,}80$ der Sub-Planck-Faktor ist. Der Faktor $(1 - f_{\text{phase}}) = 0{,}12$ repräsentiert den Bruchteil der Tau-Energie, der nicht in beobachtbare Zerfallsprodukte geht, sondern als Torsionsrest in den Neutrinos verbleibt. Durch die Division durch t_0^2 wird dieser Rest auf die sub-Plancksche Gitterdichte heruntergebrochen, so dass eine Neutrinomasse im Bereich

$$m_\nu^{(\text{mod})} \sim 0{,}08 \text{ eV} \tag{9}$$

entsteht, was mit dem experimentellen Obergrenzen $< 0{,}8$ eV kompatibel ist.

4 Verbindung zum g-2-Modell

Die gleichen Torsionsparameter G_F, t_0 und die Massen m_τ, m_μ, m_e tauchen auch in den g-2-Skripten auf, insbesondere in `calc_g2_T0_full.py` und den verschiedenen g-2-Testskripten. Damit entsteht ein konsistentes Bild, in dem

- g-2-Diskrepanzen (Struktureffekte),
- Leptonen-Lebensdauern (Dynamik) und
- Neutrino-Massen (Resttorsion)

alle aus derselben Sub-Planck-Torsionsgeometrie hergeleitet werden.

5 Zusammenfassung

Die Skripte `g-2-tau-berechnug.py` und `g-2-neutrino.py` zeigen, wie die B18-Torsionstheorie über das Myon hinaus auf das Tau und die Neutrinos erweitert wird. Dieses LaTeX-Dokument macht explizit, welche Konstanten verwendet werden (G_F, N, f_{phase}, t_0) und wie aus ihnen die beobachtete Tau-Lebensdauer und eine realistische Neutrinomasse abgeleitet werden.