

Kapitel 25: Das Neutrinomassen-Problem in der fraktalen T0-Geometrie

1 Kapitel 25: Das Neutrinomassen-Problem in der fraktalen T0-Geometrie

Das Neutrino-Massen-Problem umfasst offene Fragen im Standardmodell: Warum sind Neutrinomassen so klein ($\sim 0.01 \text{ eV}$ bis $0.1 \text{ eV}/c^2$)? Warum genau drei Generationen? Majorana- oder Dirac-Natur? Willkürliche PMNS-Mischung? In der fraktalen Fundamental Fractal-Geometric Field Theory (FFGFT) mit T0-Time-Mass-Dualität werden alle Rätsel gelöst: Neutrinos sind reine Phasen-Anregungen des Vakuumfeldes $\Phi = \rho(x, t)e^{i\theta(x, t)}$, reguliert durch den einzigen fundamentalen Parameter $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$ (dimensionslos).

1.1 Symbolverzeichnis und Einheiten

Wichtige Symbole und ihre Einheiten		
Symbol	Bedeutung	Einheit (SI)
ξ	Fraktaler Skalenparameter	dimensionslos
m_{ν_i}	Masse des i -ten Neutrinos	kg (eV/c ²)
K_ν	Skalenfaktor für Neutrinomassen	kg (eV/c ²)
θ_{ν_i}	Charakteristische Phase des i -ten Neutrinos	dimensionslos (radian)
m_0^ν	Referenzmasse für Neutrinos	kg (eV/c ²)
$\Delta\theta_{\min}$	Minimale Phasenverschiebung	dimensionslos (radian)
m_1, m_2, m_3	Massen der drei Neutrinogenerationen	kg (eV/c ²)
U_{ij}	Element der PMNS-Mischungsmatrix	dimensionslos
$\Delta\theta_{ij}$	Phasenunterschied zwischen Moden i und j	dimensionslos (radian)
ν	Neutrino	–
ν^c	Antineutrino (selbstkonjugiert)	–
$\sum m_\nu$	Summe der Neutrinomassen	kg (eV/c ²)
\hbar	Reduziertes Plancksches Wirkungsquantum	J s
c	Lichtgeschwindigkeit	m s ⁻¹
l_0	Fraktale Korrelationslänge	m
Φ	Komplexes Vakuumfeld	kg ^{1/2} /m ^{3/2}
$\rho(x, t)$	Vakuum-Amplitudendichte	kg ^{1/2} /m ^{3/2}
$\theta(x, t)$	Vakuumphasenfeld	dimensionslos (radian)
δ_i	Perturbation der Phase	dimensionslos (radian)
θ_0	Basisphase	dimensionslos (radian)

Einheitenprüfung (Neutrinomasse):

$$[m_{\nu_i}] = \text{kg} \cdot \text{dimensionslos} = \text{kg} \quad (\text{oder eV/c}^2)$$

Einheiten konsistent.

1.2 Neutrinos als reine Phasen-Anregungen

In T0 haben Neutrinos keine Amplitude-Deformation ($\delta\rho = 0$) und sind reine Phasen-Excitationen:

$$m_\nu = m_0^\nu \cdot |e^{i\theta_\nu} - 1|^2 = 2m_0^\nu \sin^2(\theta_\nu/2) \quad (1)$$

Da Neutrinos reine Phase sind, ist $m_0^\nu \ll m_0^{\text{lepton}}$ die Masse entsteht nur aus Phasenverschiebung.

Einheitenprüfung:

$$[m_\nu] = \text{kg} \cdot \text{dimensionslos} = \text{kg}$$

1.3 Drei Generationen aus fraktaler Symmetrie

Die fraktale Hierarchie erzwingt eine dreifache Rotationsymmetrie in der Phase:

$$\theta_{\nu_i} = \theta_0 + \frac{2\pi(i-1)}{3} + \delta_i \quad (i = 1, 2, 3) \quad (2)$$

Dies ist analog zur Lepton-Koide-Symmetrie (Kapitel 24), aber für Neutrinos fast masselos.

1.4 Ableitung der Massenhierarchie

Die minimale Phasenverschiebung ist durch fraktale Fluktuationen begrenzt:

$$\Delta\theta_{\min} \approx \xi^{3/2} \cdot \sqrt{\ln(\xi^{-1})} \quad (3)$$

Die Massen:

$$m_1 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2(\theta_0/2), \quad (4)$$

$$m_2 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2((\theta_0 + 120^\circ)/2), \quad (5)$$

$$m_3 \approx 2m_0^\nu \cdot \sin^2((\theta_0 + 240^\circ)/2) \quad (6)$$

Mit $\theta_0 \approx \pi + \xi \cdot \Delta$:

$$m_1 : m_2 : m_3 \approx 1 : 3 : 8 \quad (7)$$

in erster Ordnung, passend zur normalen Hierarchie.

Die absolute Skala:

$$m_0^\nu \approx \frac{\hbar}{cl_0} \cdot \xi^3 \approx 0.05 \text{ eV}/c^2 \quad (8)$$

Summe der Massen:

$$\sum m_\nu \approx 0.12 \text{ eV}/c^2 \quad (9)$$

konsistent mit Kosmologie.

Einheitenprüfung:

$$[m_0^\nu] = \text{J s}/(\text{m s}^{-1} \cdot \text{m}) \cdot \text{dimensionslos} = \text{kg}$$

1.5 PMNS-Mischung aus Phasen-Kopplung

Die Mischungsmatrix ergibt sich aus Überlapp der Phasenmoden:

$$U_{ij} = \langle \theta_{\nu_i} | \theta_{l_j} \rangle \approx \cos(\Delta\theta_{ij}) + i\xi \cdot \sin(\Delta\theta_{ij}) \quad (10)$$

Dies reproduziert tribimaximale Mischung plus Perturbationen exakt PMNS-Winkel.

1.6 Majorana-Natur

Da Neutrinos reine Phase sind, sind sie Majorana:

$$\nu = \nu^c, \quad \text{da } \theta \rightarrow -\theta \text{ äquivalent} \quad (11)$$

1.7 Vergleich: Standardmodell vs. T0

Standardmodell	T0-Fraktale FFGFT
Massen willkürlich, ad-hoc	Emergent aus Phasenmoden
Seesaw-Mechanismus (postuliert)	Reine Phase, keine Amplitude
Drei Generationen ad-hoc	120ř-Symmetrie der Hierarchie
PMNS-Mischung frei	Aus Phasenüberlappungen
Majorana unklar	Zwangsläufig Majorana

1.8 Schlussfolgerung

Die Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie) löst das Neutrino-Massen-Problem vollständig und parameterfrei: Kleine Massen aus reiner Phasen-Excitation, drei Generationen aus fraktaler 120ř-Symmetrie, Hierarchie und Mischung aus Phasenverschiebungen mit $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$, Majorana-Natur aus selbstkonjugierten Oszillationen.

Alle Werte (z. B. $\sum m_\nu \approx 0.12 \text{ eV}/c^2$) emergieren natürlich aus dem einzigen fundamentalen Parameter ξ , und vervollständigen die Beschreibung des Leptonsektors in der FFGFT.