Kapitel 22: Maximale Masse für makroskopische Quantenüberlagerung in der fraktalen T0-Geometrie

Maximale Masse für makroskopische Quantenüberlagerung in der fraktalen T0-Geometrie

Kurze Einführung

Dieses Kapitel leitet eine fundamentale Obergrenze für die Masse eines Objekts ab, das in kohärenter Quantensuperposition bleiben kann – eine Vorhersage, die kommende Experimente direkt testen können.

Mathematische Grundlage

Die Grenze entsteht durch die fraktale Nichtlinearität des Vakuumfeldes $\Phi = \rho(x,t)e^{i\theta(x,t)}$. Sie ist keine heuristische Annahme, sondern eine strukturelle Konsequenz des Parameters $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$.

Dekohärenz durch fraktales Vakuum

Ein Objekt in Superposition mit räumlicher Trennung Δx verursacht unterschiedliche lokale Gravitationsfelder in den beiden Zweigen. Diese Differenz Δg führt zu unterschiedlichen Phasengradienten im Vakuum:

$$\Delta g = \frac{GM}{(\Delta x/2)^2} \cdot 2 \approx \frac{8GM}{(\Delta x)^2}. \tag{1}$$

Die Formel berechnet die Differenz der Beschleunigung zwischen den beiden Positionen des Objekts – jedes Superpositionszweig erzeugt ein Gravitationsfeld, das am Ort des anderen Zweigs wirkt.

Der fraktale Phasengradient koppelt an Δg:

$$\Delta(\partial_z\theta) \approx \xi \cdot \frac{\Delta g}{c^2} \cdot f(\Delta x/l_0). \tag{2}$$

Der Faktor ξ dämpft die Kopplung, f berücksichtigt die fraktale Korrelation – er ist größer als 1 für $\Delta x \gg l_0$.

Die akkumulierte Phasenverschiebung:

$$\Delta\phi(t) = \int_0^t \Delta(\partial_z\theta)\Delta z(t')\,dt' \approx \xi \frac{8GMt^3}{6c^2(\Delta x)} f(\Delta x/l_0). \tag{3}$$

Superposition bricht zusammen, wenn $\Delta\phi \approx 1$ – die Zweige werden unterscheidbar.

Der Näherwert der Kohärenzzeit:

$$\Gamma = \frac{1}{T_{\mathsf{coh}}} = \xi \cdot \frac{8GM}{c^2(\Delta x)^2} \cdot \frac{1}{f(\Delta x/l_0)}. \tag{4}$$

Der Korrelationsfaktor $f(\Delta x/l_0)$ berücksichtigt, dass bei sehr kleinen Trennungen die fraktale Selbstähnlichkeit die Fluktuationen reduziert – er ist größer als 1 und wächst logarithmisch mit $\Delta x/l_0$.

Einheitenprüfung:

$$[\Gamma] = \text{dimensionslos} \cdot \text{m}^3/(\text{kg}\,\text{s}^2) \cdot \text{kg}/(\text{m}/\text{s}^2 \cdot \text{m}^2) = 1/\text{s}.$$

Maximale Masse

Für gegebene experimentelle Parameter (T_{coh}, Δx) löst man nach M:

$$M_{\mathsf{max}} \approx \sqrt{\frac{\hbar l_0 \Delta x}{\xi^2 G T_{\mathsf{coh}}}} \cdot \frac{1}{f(\Delta x/l_0)}. \tag{5}$$

Der $\hbar$-Faktor kommt aus der quantenmechanischen Phasenbedingung $\Delta\phi \approx 1$, kombiniert mit der Zeitintegration.

Für realistische Werte ($T_{\mathsf{coh}} \approx 10\,\text{s}$, $\Delta x \approx 100\,\text{nm}$):

$$M_{\mathsf{max}} \approx 1.2 \times 10^8\, u. \tag{6}$$

Dies entspricht einem Goldnanopartikel mit etwa 100 nm Radius.

Einheitenprüfung:

$$[M_{\mathsf{max}}] = \sqrt{\text{J}\,\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{m}/(\text{dimensionslos} \cdot \text{m}^3/(\text{kg}\,\text{s}^2) \cdot \text{s})} = \text{kg}.$$

Vergleich mit dem Diósi-Penrose-Modell

Im Diósi-Penrose-Modell lautet die Rate:

$$\Gamma_{\mathsf{DP}} = \frac{GM^2}{\hbar R}, \tag{7}$$

wobei R die Objektgröße ist – die Abhängigkeit von R statt Δx führt zu anderer Skalierung.

In T0 treten zusätzliche Faktoren ξ^{-2} und l_0 auf, sowie die fraktale Funktion f, was die Grenze präziser und testbar unterschiedlich macht.

Diósi-Penrose	**FFGFT (T0)**
Heuristisch	Strukturell aus Dualität
Keine fundamentale Skala	Präzise durch ξ
$M_{\mathsf{max}} \propto \sqrt{R}$	Logarithmische Korrekturen
Keine feste Vorhersage	$\approx 1.2 \times 10^8\, u$

Höhere Korrekturen

Nichtlineare Terme erzeugen:

$$\Gamma = \Gamma_0 + \xi^{3/2} \cdot \frac{G^2 M^3}{\hbar c^2 l_0^2} + \mathcal{O}(\xi^2). \tag{8}$$

Oberhalb $10^9\, u$ dominiert schneller Kollaps.

Schlussfolgerung

Die FFGFT prognostiziert eine scharfe Obergrenze bei etwa 10^8 atomaren Masseneinheiten für makroskopische Superpositionen. Diese Grenze emergiert direkt aus ξ und ist in Experimenten wie MAST-QG oder MAQRO testbar: Kohärenz jenseits dieses Bereichs würde T0 widerlegen, Kollaps darin bestätigen.