

Kapitel 21: Ron Folmans T $\ddot{\text{s}}$ -Quantengravitationsexperiment in der fraktalen T0-Geometrie

1 Kapitel 21: Ron Folmans T $\ddot{\text{s}}$ -Quantengravitationsexperiment in der fraktalen T0-Geometrie

Das T $\ddot{\text{s}}$ -Experiment (T-cubed, Ron Folman et al., 20212025) zeigt in hochpräziser Atom-Interferometrie eine gravitative Phasenverschiebung $\Delta\phi \propto gT^3$, die von der klassischen Erwartung T^2 abweicht. In der fraktalen Fundamental Fractal-Geometric Field Theory (FFGFT) mit T0-Time-Mass-Dualität erklärt dies eine direkte Messung der fraktalen Vakuumphasen-Krümmung, abgeleitet aus dem 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
$\Delta\phi$	Gravitative Phasenverschiebung	dimensionslos (radian)
g	Gravitationsbeschleunigung	m s^{-2}
T	Interferometerzeit (Trennungszeit)	s
m	Atommasse	kg
\hbar	Reduziertes Plancksches Wirkungsquantum	J s
Δz	Vertikale Pfadtrennung	m
$\partial_i \theta$	Gradient der Vakuumphase	m^{-1}
$\theta(z)$	Vakuumphase an Position z	dimensionslos (radian)
$\partial_z \theta$	Partielle Ableitung der Phase nach z	m^{-1}
$\partial_z^2 \theta$	Zweite Ableitung der Phase nach z	m^{-2}
a_ξ	Fraktale Korrekturkonstante	dimensionslos
$\mathcal{F}(X)$	Fraktale Funktionskorrektur	dimensionslos

Einheitenprüfung (klassische Phasenverschiebung):

$$[\Delta\phi_{\text{class}}] = \text{kg} \cdot \text{m s}^{-2} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{J s} = \text{dimensionslos (radian)}$$

Einheiten konsistent.

1.2 Das T $\ddot{\text{s}}$ -Experiment Präzise Beschreibung

In Standard-Atom-Interferometrie (Lichtpuls-Ramsey-Bordé) teilt ein $\pi/2$ -Puls das Wellenpaket, Gravitation verschiebt die Pfade um $\Delta z = \frac{1}{2}gT^2$, und ein zweiter Puls rekommt. Die Phase ist:

$$\Delta\phi_{\text{class}} = \frac{mg\Delta z T}{\hbar} = \frac{mg^2 T^3}{2\hbar} \quad (1)$$

Beobachtet wird jedoch eine Abweichung, die effektiv $\Delta\phi \propto T^3$ ergibt, wenn die volle Wellenpaket-Dynamik berücksichtigt wird (basierend auf Ergebnissen aus 20212025).

Einheitenprüfung:

$$\left[\frac{mg^2 T^3}{\hbar} \right] = \text{kg} \cdot (\text{m s}^{-2})^2 \cdot \text{s}^3 / \text{J s} = \text{dimensionslos}$$

1.3 Detaillierte Ableitung in T0

In T0 ist Gravitation ein Gradient der Vakuumphase:

$$g_i = -\xi \cdot \partial_i \theta \quad (2)$$

Die Phase eines Atoms entlang einer Weltlinie $x^i(t)$ akkumuliert:

$$\phi(t) = \int_0^t \theta(x^i(t')) dt' \quad (3)$$

Für zwei Pfade mit vertikaler Trennung $\Delta z(t) = \frac{1}{2}gt^2$:

$$\Delta\phi = \int_0^T [\theta(z + \Delta z(t')) - \theta(z)] dt' \quad (4)$$

Taylor-Entwicklung der Phase:

$$\theta(z + \Delta z) = \theta(z) + (\partial_z \theta)\Delta z + \frac{1}{2}(\partial_z^2 \theta)(\Delta z)^2 + \mathcal{O}((\Delta z)^3) \quad (5)$$

Einsetzen von $\Delta z(t) = \frac{1}{2}gt^2$:

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \int_0^T \left[(\partial_z \theta) \cdot \frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{2}(\partial_z^2 \theta) \left(\frac{1}{2}gt^2 \right)^2 + \mathcal{O}(t^6) \right] dt' \\ &= (\partial_z \theta) \cdot \frac{1}{2}g \frac{T^3}{3} + \frac{1}{2}(\partial_z^2 \theta) \cdot \frac{1}{4}g^2 \frac{T^5}{5} + \mathcal{O}(T^7) \\ &= \xi g \frac{T^3}{6} + \xi^2 \cdot \frac{g^2 T^5}{40} \cdot (\partial_z^2 \theta) + \mathcal{O}(T^7) \end{aligned} \quad (6)$$

Der führende Term ist $\Delta\phi \propto T^3$, mit Koeffizient $\xi g/6$ (angepasst an die fraktale Normierung).

1.4 Höhere Korrekturen und Testbarkeit

Nichtlinearitäten in der fraktalen Funktion $\mathcal{F}(X)$ erzeugen höhere Terme:

$$\Delta\phi = \xi \frac{gT^3}{6} + \xi^{3/2} \frac{g^2 T^5}{40} \cdot a_\xi + \xi^2 \frac{g^3 T^7}{336} + \dots \quad (7)$$

Zukünftige Experimente mit längeren T können diese Korrekturen messen und ξ direkt bestimmen.

1.5 Vergleich mit Standard-Quantenmechanik + GR

Standard-QM+GR erwartet rein T^3 nur unter speziellen Bedingungen (volle Wellenpaket-Überlappung). T0 prognostiziert T^3 als fundamentale Konsequenz der Vakuumphase, unabhängig von Puls-Timing.

Standard-QM + GR	T0-Fraktale FFGFT
$\Delta\phi \propto T^2$ (klassisch)	$\Delta\phi \propto T^3$ (fraktal)
Wellenpaket-Effekte ad-hoc	Strukturelle Phase-Krümmung
Keine intrinsische Skala	ξ setzt Koeffizient
Keine höheren Terme	Vorhersagbare $\xi^{3/2}T^5$ -Korrektur

1.6 Schlussfolgerung

Das $T\ddot{s}$ -Experiment ist eine direkte Messung der fraktalen Vakuumphasen-Krümmung in der Fundamentale Fraktalgeometrische Feldtheorie (FFGFT, früher T0-Theorie). Die T^3 -Skalierung ist keine Koinzidenz, sondern ein Beweis für die Time-Mass-Dualität mit $\xi = \frac{4}{3} \times 10^{-4}$. Präzise zukünftige Messungen können ξ kalibrieren und die Theorie testen, während Abweichungen von der Standarderwartung T0 bestätigen.

Diese Interpretation reduziert das Experiment auf eine elegante Konsequenz der dynamischen fraktalen Raumzeitstruktur.