

Oclusione Metrica dei Ponti di Einstein-Rosen tramite Singolarità Materiali Indivisibili

Antonino Cicatello

Febbraio 2026

Sommario

Questo studio estende la congettura ER=EPR proponendo un meccanismo di stabilizzazione per i micro-wormhole attraverso l'occlusione metrica. Dimostriamo che le particelle elementari agiscono come vincoli geometrici insormontabili, impedendo il collasso dei ponti di Einstein-Rosen. Confrontando il raggio di Schwarzschild e la lunghezza d'onda di Compton, si evince che l'estensione quantistica della particella fornisce un "tappo" strutturale che mantiene la stabilità della gola senza la necessità di materia esotica.

1 Introduzione

La congettura ER=EPR suggerisce che le particelle entangled siano collegate da un micro-wormhole, o ponte di Einstein-Rosen (ER). Un ostacolo teorico significativo rimane l'instabilità intrinseca di tali strutture, soggette a un collasso immediato. Tradizionalmente, la stabilizzazione richiede "materia esotica" con densità di energia negativa. In questo lavoro, proponiamo che la particella stessa, a causa della sua natura indivisibile e della sua estensione quantistica, agisca come una barriera fisica. Questa "Oclusione Metrica" fornisce stabilità strutturale alla varietà (manifold), mantenendo la connessione tra coppie entangled.

2 Il Meccanismo di Oclusione: La Particella come "Tappo"

Nel nostro modello, la particella non è semplicemente "vicina" al wormhole, ma è intrinsecamente legata alla gola del ponte. Mentre il tessuto spazio-temporale tenta di contrarsi per tornare a uno stato di vuoto, incontra il confine quantistico della singolarità. Poiché una particella elementare è un quanto di materia che non può essere compresso al di sotto dei suoi limiti fondamentali, essa agisce come uno stopper meccanico e topologico. La metrica spazio-temporale "urta" contro il confine della particella, costringendo la gola a rimanere aperta e impedendo la formazione di una singolarità a raggio nullo.

3 Analisi Dimensionale

Per valutare la fattibilità dell'occlusione metrica, confrontiamo le scale fondamentali di una particella elementare (es. un elettrone):

- **Raggio di Schwarzschild (R_s):** Il raggio di collasso gravitazionale, $R_s = \frac{2GM}{c^2} \approx 1,35 \times 10^{-57}$ m.
- **Lunghezza d'onda di Compton (λ_c):** L'estensione spaziale quantistica, $\lambda_c = \frac{h}{mc} \approx 2,42 \times 10^{-12}$ m.

Il fatto che λ_c sia circa 45 ordini di grandezza più grande di R_s implica che la presenza quantistica della particella è molto più vasta del suo punto di collasso gravitazionale. Questa discrepanza garantisce che la particella blocchi efficacemente la contrazione della metrica.

4 Metrica di Morris-Thorne Modificata

La geometria dello spazio-tempo è descritta da una metrica di Morris-Thorne modificata, con la funzione di forma $b(r)$ vincolata dalla particella:

$$ds^2 = -e^{2\Phi(r)}c^2dt^2 + \frac{dr^2}{1 - \frac{b(r)}{r}} + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \quad (1)$$

La condizione al contorno è definita come:

$$b(r_{min}) = \lambda_c \quad (2)$$

La tensione radiale della gola è bilanciata dalla densità di energia della particella, creando uno stato di Stabilità Topologico-Meccanica.

5 Verifica Sperimentale: Scivolamento e Burst Gravitazionale

Il decadimento dell'entanglement (decoerenza) non è un processo passivo, ma una violenta transizione di fase topologica. La rottura del legame avviene quando la particella “scivola” (slippage) fuori dalla gola del ponte ER. Senza il tappo materiale, la tensione accumulata nella gola si scarica istantaneamente come una molla gravitazionale compressa che scatta.

Questo evento produce una firma fisica unica: un **lampo di onde gravitazionali ad altissima frequenza**. A differenza delle onde generate da buchi neri massicci, questo segnale è microscopico ma caratterizzato da un'energia specifica legata alla massa della particella espulsa (Particella B). La rilevazione di questi micro-burst durante esperimenti di entanglement rappresenterebbe la prova sperimentale definitiva dell'ipotesi dell'occlusione metrica.

6 Conclusione

L'ipotesi dell'Oclusione Metrica offre una soluzione parsimoniosa al problema della stabilità ER=EPR. Utilizzando le proprietà quantistiche intrinseche della materia per “tappare” la varietà spazio-temporale, spieghiamo come le correlazioni quantistiche possano persistere. Il fenomeno dello scivolamento e la conseguente espulsione della particella forniscono una dinamica verificabile per futuri esperimenti di gravità quantistica e rilevazione di onde gravitazionali subatomiche.

Bibliografia

1. Einstein, A., & Rosen, N. (1935). “The Particle Problem in the General Theory of Relativity”. *Physical Review*.
2. Maldacena, J., & Susskind, L. (2013). “Cool horizons for entangled black holes” (ER=EPR). *Fortschritte der Physik*.
3. Morris, M. S., & Thorne, K. S. (1988). “Wormholes in spacetime and their use for interstellar travel”. *American Journal of Physics*

7 email:antoninocatello88@outlook.it