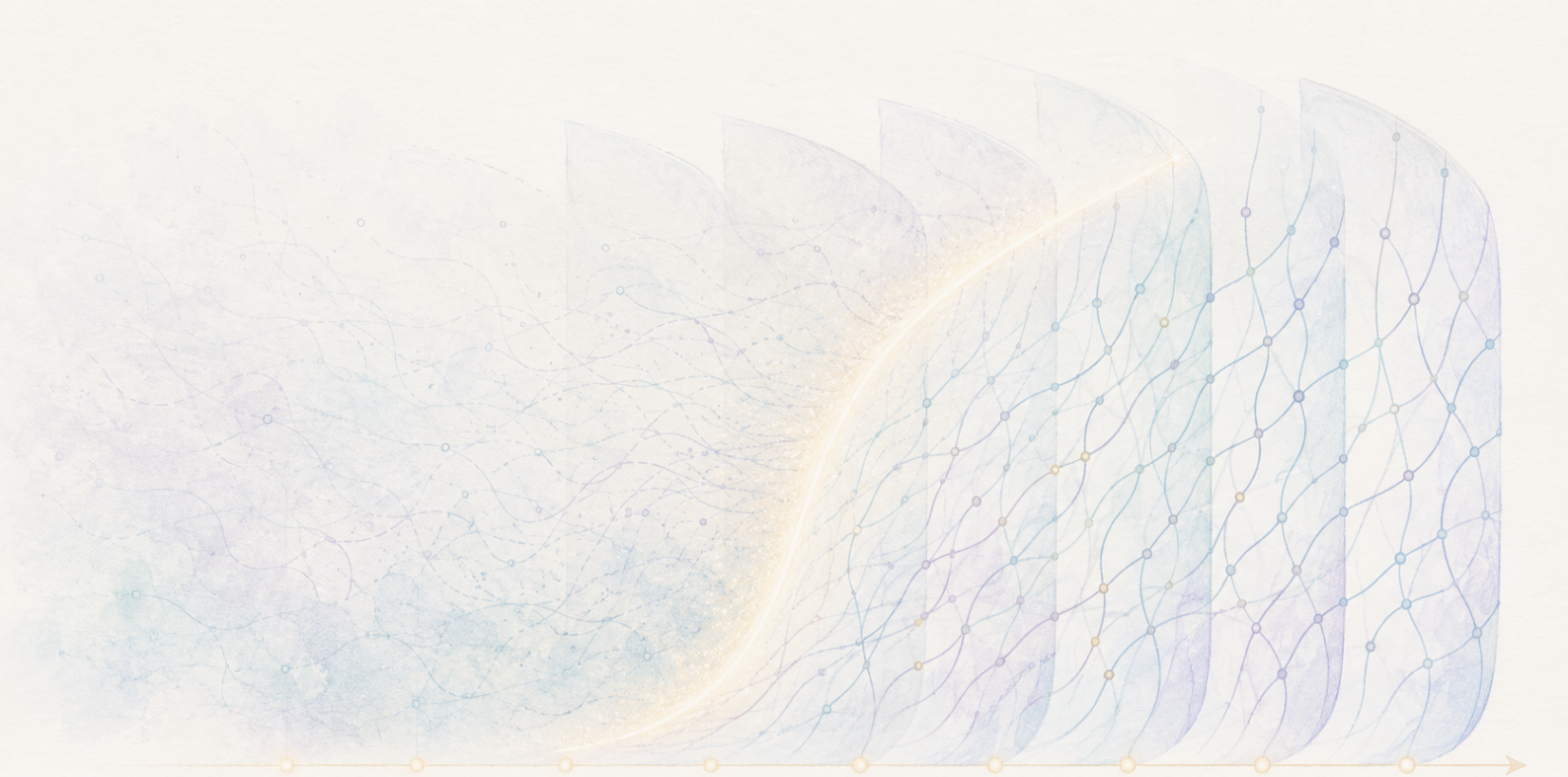




# The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

## یک مدل کلاسیک پنج بعدی می کوشد رفتار کوانتومی را بدون کوانتومی کردن گرانس بازسازی کند

مقاله‌ای در *Reports Scientific* چارچوبی  $tau + 4D$  پیشنهاد می کند که در آن فضا زمان معمولی زیر یک پارامتر اضافی تکامل می یابد. در شبیه سازی ها و محاسبات مدلی، این چارچوب در تعادل گرانس نیوتنی را بازیابی می کند، به سوی ساختارهای پایه نسیت عام می رود و از طریق دینامیک خطوط جهان هم بستگی های نوع  $EPR$  و تداخل دوشکاف مانند را بازتولید می کند. نتیجه یک ساخت نظری تحریک کننده است، نه مدرک تجربی برای حل شدن گرانس کوانتومی یا اشتباه بودن مکانیک کوانتومی استاندارد.

Written by Matteo · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *A five-dimensional classical framework for gravitational and quantum phenomena*, Filip Strubbe, *Scientific Reports*, 16 Article 2965 (2026) · DOI: 8-32860-025-s41598/1038.10

# یک مسیر کلاسیک به سوی گرانش کوانتومی ادعای بزرگی است. این یکی هنوز یک مدل است.

بیشتر تلاش‌ها برای ترکیب مکانیک کوانتومی با گرانش از این‌جا آغاز می‌شوند که خود گرانش را کوانتومی کنند. مقاله جدید Filip Strubbe در *Reports Scientific* مسیر برعکس را امتحان می‌کند: بنیان‌ها را کلاسیک نگه دارد، یک پارامتر تکامل اضافی بیفزاید و پرسد آیا آثار آشنای گرانش و برخی پدیده‌های کوانتومی می‌توانند از آن دینامیک کلاسیک بزرگ‌تر پدیدار شوند یا نه.

این حرکت جسورانه است. و بسیار آسان هم می‌توان آن را بیش از حد بزرگ جلوه داد.

مقاله گرانش کوانتومی را حل نمی‌کند. نشان نمی‌دهد مکانیک کوانتومی اشتباه است. قضیه بل را رد نمی‌کند و ثابت نمی‌کند جهان در پنهان یک ماشین ساعت‌وار ساده است. آنچه ارائه می‌دهد چارچوبی کلاسیک و پیشنهادی پنج‌بعدی است که می‌تواند در مدل‌ها برخی رفتارهای گرانشی و کوانتوم‌مانند را بازتولید کند و پیش‌بینی‌هایی دارد که ممکن است با نظریه استاندارد کوانتومی فرق کنند.

پرسش مفید این نیست که «آیا فیزیک کلاسیک فیزیک کوانتومی را شکست داده است؟» خیر. پرسش مفید محدودتر است: یک نظریه کلاسیک برای تقلید برخی چیزهایی که فیزیک کلاسیک معمول چهاربعدی نمی‌تواند تقلید کند، باید چه چیزی را کنار بگذارد یا اضافه کند؟

در این مقاله، جزء افزوده‌شده یک بعد فضایی پنجم نیست. یک پارامتر اضافی به نام  $\tau$  است که زیر آن فضاها چهاربعدی معمولی تکامل می‌یابد.

## زمان اضافه‌ای که زمان معمولی نیست

چارچوب از فضاها چهاربعدی عادی آغاز می‌کند: یک مختصه زمانی و سه مختصه فضایی. سپس یک پارامتر تکامل خارجی،  $\tau$ ، اضافه می‌کند. زمان مختصاتی رویدادها را درون فضاها برچسب می‌زند.  $\tau$  تعیین می‌کند کل پیکربندی فضاها چگونه به سوی تعادل آرام می‌گیرد.

این تمایز ستون فقرات پیشنهاد است. مقاله این چیدمان را چارچوب  $\tau + 4D$  می‌نامد. از نظر صوری پنج‌بعدی است، اما نویسنده درباره معنای آن محتاط است: متریک پنج‌بعدی‌ای وجود ندارد که جای متریک معمول چهاربعدی فضاها را بگیرد. در عوض،  $\tau$  پارامتری است که دینامیک هندسه چهاربعدی و خطوط جهان ذرات درون آن را پیش می‌راند.

تصور عمداً نامتعارف است. اشیای بنیادی تابع موج نیستند. آن‌ها خطوط جهان هستند: مسیری که فضاها در تغییر  $\tau$  می‌توانند تکامل پیدا کنند. مقاله فضاها را چنین تصور می‌کند که در امتداد بعد زمانی به تدریج «بلورینه» می‌شود. پشت جبهه بلورینگی، پیکربندی‌ها به نتایج پایدار آرام گرفته‌اند؛ جلوتر از آن، آینده هنوز به همان شکل سازمان نیافته است.

برای ناظری درون سامانه، فقط نتایج به تعادل رسیده قابل دسترسی‌اند. ناظر  $\tau$  را مستقیماً نمی‌بیند. او از توالی نتایجی که بلورینه شده‌اند، یک تاریخچه چهاربعدی معمولی بازسازی می‌کند.

مقاله از این راه می‌کوشد دو چیز را هم‌زمان به دست آورد: یک دینامیک زیربنایی کلاسیک و معین، و پدیدارشدن زمان معمول، نتایج اندازه‌گیری و رفتار کوانتوم‌مانند از دید ناظر درون سامانه.

## نخست گرانش: نیوتن، سپس بخش‌هایی از اینشتین

بخش گرانشی مقاله از حد گرانش ضعیف آغاز می‌شود. نویسنده برای یک پتانسیل گرانشی معادله آرامش می‌نویسد. وقتی سامانه نسبت به  $\tau$  به تعادل می‌رسد، آن معادله به معادله معمول پواسون برای گرانش نیوتنی فروکاسته می‌شود.

مقاله همچنین برای خطوط جهان قاعده آرامش جداگانه‌ای می‌دهد. در تعادل، خطوط جهان به سوی مسیرهایی رانده می‌شوند که از گرانش نیوتنی انتظار می‌روند. نمونه‌های عددی عمده ساده‌اند: برای مثال، جرم ساکن و سامانه‌ای دوجرمی که به سوی یک فضا‌زمان نیوتنی آرام می‌گیرد.

سپس نویسنده همین ایده را به سوی نسبیت عام گسترش می‌دهد. به جای آرام کردن فقط یک پتانسیل نیوتنی، چارچوب خود متریکی فضا‌زمان را آرام می‌کند. در تعادل، خطوط جهان به ژئودزیک‌ها تبدیل می‌شوند: مسیرهایی که اجسام در سقوط آزاد وقتی نیروی جز گرانش بر آن‌ها وارد نمی‌شود طی می‌کنند، همتای خطوط راست در فضا‌زمان خمیده. قرار است هندسه ویژگی‌های پایه نسبیت عام را بازتولید کند.

اما این احتیاط مهم است. مقاله مشتق‌گیری کامل همه پیش‌بینی‌های میدان قوی نسبیت عام نیست. خود مقاله رژیم‌های میدان قوی، تکنیکی‌ها، انتقال به سرخ گرانشی، امواج گرانشی و رفتار غنی تر خطوط جهان را برای کار آینده باقی می‌گذارد. ادعا این است که چارچوب در حد ضعیف می‌تواند گرانش نیوتنی و در محیطی هموارتر ساختار پایه‌ای نسبیت عام را بازیابی کند، نه این که کل دستگاه آزموده شده گرانش اینشتینی را جایگزین کرده باشد.

## حرکت در آزمون بل: فرض فضا‌زمان را عوض کن

سخت‌ترین بخش هر روایت کلاسیک از مکانیک کوانتومی، ناموضعی است.

قضیه بل به ما می‌گوید تحت فرض‌های استاندارد، هیچ مدل موضعی متغیرهای نهان نمی‌تواند همه هم‌بستگی‌های کوانتومی را بازتولید کند. آزمایش‌ها بارها نابرابری‌های بل را نقض کرده‌اند. به همین دلیل تصویرهای کلاسیک معمول چهاربعدی شکست می‌خورند.

### نابرابری‌های بل به زبان ساده

هم، از زیاد فاصله‌ای در دارند. خود همراه مخفی دستور برگه‌های و می‌شوند خارج مشترک منبع یک از ذره دو کنید تصور کند، تعیین محلی دستور برگه را نتیجه هر اگر بگیرند. اندازه چگونه را ذره‌هایشان می‌کنند انتخاب یکدیگر از مستقل Bob و Alice بل نابرابری‌های باشند، مستقل دستورها آن از آماری نظر از اندازه‌گیری تنظیمات و نگیرد اثر دیگر طرف انتخاب از طرفی هیچ که نیست این نتیجه می‌کنند. عبور سقف آن از واقعی آزمایش‌های می‌گذارند. نتیجه مجموعه دو میان هم‌بستگی شدت برای سقفی حفظ هم با همگی نمی‌توان را آماری استقلال و موضعی واقع گرایی، که است این نتیجه می‌شود؛ پیروز مشخص جایگزین یک کرد. برای مشتق‌گیری مرحله به مرحله کران موضعی، پیش‌بینی کوانتومی و آزمون‌های تجربی، راهنمای ما درباره قضیه بل را ببینید.

پاسخ مقاله انکار قضیه بل نیست. محیطی را که قضیه در آن اعمال می‌شود تغییر می‌دهد. در چارچوب  $4D + \tau$ ، با تکامل پیکربندی در  $\tau$ ، اثرها می‌توانند در امتداد خطوط جهان انتشار یابند. از دید فضا‌زمان معمولی، این می‌تواند مانند یک هم‌بستگی ناموضعی به نظر برسد. از دید دینامیک زیربنایی پیشنهادی، برهم‌کنش در امتداد خطوط جهان مربوطه در  $\tau$  موضعی است.

مقاله یک آزمایش از نوع EPR با دو فوتون که Alice و Bob اندازه می‌گیرند مدل می‌کند. مدل برای یک حالت قطبش بیشینه درهم تنیده،

هم‌بستگی‌های استاندارد کوانتومی را بازتولید می‌کند. هزینه‌ی صوری این کار صریح است: مدل استقلال آماری را کاملاً رها می‌کند؛ اندازه‌گیری Alice از طریق دینامیک tau حالت Bob را از پیش شرطی می‌کند. سازوکار، فروپاشی استاندارد کوانتومی نیست؛ آرامش رانده‌شده با tau در حالت‌های قطبش در امتداد خطوط جهان متصل است.

### Alice و Bob واقعاً چه چیزی را مقایسه می‌کنند؟

و دارد انتخابی زاویه‌ای با قطبی پرتو تقسیم‌کننده‌ی یک هرکدام می‌فرستد. Bob به آن جفت و Alice به فوتون یک منبع یک و آزمایش تکرار از آزمون کند. آشکارا هم‌بستگی نمی‌تواند به‌تنهایی جفت یک انحراف. یا عبور می‌کند: ثبت را نتیجه دو از یکی قوی تر هم‌بستگی‌هایی کوانتومی نظریه مطابق‌اند. هم با نتیجه دو بار چند تقسیم‌کننده‌ها، میان زاویه تغییر با که می‌آید این مقایسه Alice اندازه‌گیری Strubbe، مدل در می‌کند. پیش‌بینی می‌دهند اجازه مستقل آماری نظر از و موضعی نهان دستورهای آنچه از امتداد در بعد و مشترک منبع تا عقب به متصل، جهان خطوط امتداد در قطبش آرامش سپس می‌دهد؛ رخ نخست tau در را هم‌بستگی شکل این به مدل است. شده شرطی پیش از حالتش می‌گیرد اندازه Bob وقتی بنابراین می‌یابد، انتشار Bob مسیر آماری. استقلال نگارگذاشتن و علی محیط تغییر با فقط اما می‌کند، بازتولید

این همان بخشی است که به محکم‌ترین مرزبندی نیاز دارد. بازتولید یک مدل از نوع EPR درون یک چارچوب پیشنهادی با استخراج کل نظریه کوانتومی از مکانیک کلاسیک یکی نیست. خود مقاله اشاره می‌کند اگر انتقال اطلاعات در امتداد خطوط جهان بیش از حد کند باشد، یا جدایی‌های فضایی به‌اندازه‌ای بزرگ شوند که یک اندازه‌گیری پیش از انتشار اطلاعات نتیجه مربوط در tau کامل شود، ممکن است انحراف‌هایی از پیش‌بینی‌های استاندارد کوانتومی ظاهر شوند.

این یک مسیر پیش‌بینی است، نه دور افتخار.

## شکاف دوگانه، بازسازی‌شده با خطوط جهان متحرک

نمایش دوم کوانتومی، تداخل دوشکاف است.

مقاله ذره‌ای جرم‌دار، مشخصاً یک نوترون، را به‌جای یک نقطه کلاسیک واحد یا تابع موج استاندارد کوانتومی، به‌صورت دسته‌ای از خطوط جهان مدل می‌کند. در مثال، نوترون طول موج دوبروی 2 نانومتر و سرعت 2,000 متر بر ثانیه دارد. پهنای شکاف شبیه‌سازی‌شده 10 نانومتر و فاصله میان دو شکاف 25 نانومتر است؛ کوچک‌تر از آزمایش‌های معمول تداخل نوترونی انتخاب شده تا الگو از نظر بصری روشن‌تر باشد.

دسته خطوط جهان تحت یک قاعده آنروپیک تکامل می‌یابد. چگالی انتهای خطوط جهان توزیعی تداخل‌مانند تولید می‌کند، در حالی که یک «خط جهان تکانه» انتخاب‌شده انرژی و تکانه را حمل می‌کند و رویداد آشکارسازی واقعی را تعیین می‌کند. این راه مقاله برای جداکردن رفتار موج‌مانند از نتیجه ذره‌مانند بدون فراخواندن برهم‌نهی ذاتی کوانتومی است.

سپس مقاله می‌پرسد گرانش چه چیزی را آشکار خواهد کرد. در هر نوترون شبیه‌سازی‌شده، خطوط جهان متعدد در چگالی تداخل‌مانند سهم دارند، اما فقط خط جهان تکانه انتخاب‌شده انرژی و تکانه حمل می‌کند و منبع گرانش است. مدل یک کاوشگر گرانشی ایده‌آل را در میانه دو شکاف و دو کاوشگر دیگر را به‌طور متقارن در چپ و راست قرار می‌دهد. اگر خط جهان تکانه از شکاف راست بگذرد نه چپ، پاسخ گرانشی بسیار کوچک هم با آن جابه‌جا می‌شود. خواندن این عدم‌تقارن شکاف انتخاب‌شده را آشکار می‌کند، در حالی که کل دسته خطوط جهان همچنان الگوی تداخل را روی پرده می‌سازد. شتاب برآوردی تقریباً  $2 \times 10^{-23} \text{ ms}^{-2}$  است و مقاله صریحاً محدودیت‌های عملی اندازه‌گیری را کنار می‌گذارد.

این عدد مهم است، چون ادعا را صادق نگه می‌دارد. پیشنهاد این نیست که کسی تاکنون اطلاعات گرانشی مسیر را بدون برهم‌زدن

تداخل اندازه گرفته است. ادعا این است که در این مدل، چنین اطلاعاتی اصولاً باید در دسترس باشد، چون میدان گرانشی به یک خط جهان معین گره خورده است، نه به برهم‌نی هر دو مسیر.

این مستقیماً با انتظار استاندارد کوانتومی که اطلاعات مسیر تداخل را از بین می‌برد ناسازگار است. و در عین حال برای چارچوب یک نقطه فشار تجربی احتمالی فراهم می‌کند.

## این کار چه چیزی را ثابت نمی‌کند

- ثابت نمی‌کند گرانش کوانتومی حل شده است.
- ثابت نمی‌کند گرانش در طبیعت کلاسیک است.
- قضیه بل را رد نمی‌کند؛ محیط علیت فضازمانی را عوض می‌کند و در مدل استقلال آماری را رها می‌کند.
- تمام مکانیک کوانتومی را بازتولید نمی‌کند. مقاله پدیده‌های انتخاب‌شده‌ای را مدل می‌کند و صورت‌بندی کامل کوانتومی را برای آینده باقی می‌گذارد.
- نشان نمی‌دهد نسبت عام در رژیم‌های میدان قوی به‌طور کامل بازیابی شده است.
- تابع موج، فضاهای هیلبرت، اعداد مختلط یا نظریه میدان کوانتومی را بی‌فایده نمی‌کند.
- تأیید تجربی ارائه نمی‌کند. کار نظری و مبتنی بر شبیه‌سازی است.

مرز روشن این است: مقاله چارچوبی کلاسیک با بعد افزوده پیشنهاد می‌کند که می‌تواند چند رفتار دشوار را تقلید کند. نشان نداده است که طبیعت واقعاً از همین چارچوب استفاده می‌کند.

## چه چیزی آن را آزمون‌پذیر می‌کند؟

ارزشمندترین بخش مقاله این است که کاملاً فلسفی باقی نمی‌ماند. به جاهایی اشاره می‌کند که چارچوب ممکن است با نظریه استاندارد کوانتومی تفاوت داشته باشد.

یک پیش‌بینی به آزمایش‌های نوع EPR مربوط است. اگر انتقال اطلاعات واسطه‌شده با  $\tau$  در امتداد خطوط جهان نسبت به فرایند بلورینگی عملاً آتی نباشد، چیدمان‌هایی با فاصله کافی زیاد یا اندازه‌گیری‌های به‌اندازه کافی سریع ممکن است از هم‌بستگی‌های معمول کوانتومی منحرف شوند.

پیش‌بینی دیگر به آزمایش‌های دوشکاف با ذرات جرم‌دار مربوط است. مدل می‌گوید اطلاعات گرانشی مسیر، در اصل، می‌تواند بدون حذف الگوی تداخل استخراج شود. این با استدلال استاندارد کوانتومی تضاد تیزی دارد، هرچند سیگنال پیشنهادی بسیار کوچک است و عملی بودن اندازه‌گیری نشان داده نشده است.

پیش‌بینی سوم به پیشنهادهایی برای آزمودن این مربوط است که آیا گرانش می‌تواند میان جرم‌ها درهم‌تنیدگی ایجاد کند یا نه. بسیاری از پیشنهاد‌های فعلی برای آزمون گرانش کوانتومی، درهم‌تنیدگی واسطه‌شده با گرانش را شاهدهی می‌دانند که گرانش باید ویژگی‌های کوانتومی داشته باشد. در چارچوب Strubbe، میدان گرانشی به یک خط جهان معین نسبت داده می‌شود، بنابراین درهم‌تنیدگی القاشده گرانشی از آن نوع نباید رخ دهد.

این تفاوت‌ها جزئی نیستند. دقیقاً همان نوع تفاوت‌هایی‌اند که یک چارچوب گانه‌زنانه اگر بخواهد چیزی بیش از یک تفسیر باشد به آن نیاز دارد.

## شواهد چقدر قوی اند؟

شواهد در نقش یک نمایش سازگاری درونی، قوی ترین اند.

مقاله معادلات، شبیه سازی ها و مثال های مدلی ارائه می کند که نشان می دهند دستگاه  $\tau + 4D$  چگونه می تواند در تعادل گرانش نیوتنی را بازیابی کند، به سوی ساختار نسبیت عام پیش برود، یک مدل هم بستگی EPR را بازتولید کند و برای ذره های جرم دار الگوی تداخل دوشکاف مانند بسازد.

اما به عنوان شاهی درباره جهان واقعی هنوز قوی نیست.

نمایش ها گزینشی اند. چارچوب هنوز به صورت بندی کامل کوانتومی گسترش نیافته است. حالت های گرانش قوی حل نشده اند. انحراف های تجربی پیشنهادی مشاهده نشده اند. بیانیه دسترس پذیری داده ها می گوید مجموعه داده های تولید و تحلیل شده در مطالعه با درخواست معقول از نویسنده مسئول در دسترس اند، اما ادعای اصلی یک اندازه گیری تازه نیست؛ یک ساخت نظری است.

این به خودی خود عیب نیست. چارچوب های تازه اغلب به صورت ساخت های نظری آغاز می شوند. اما یک خواش تمیز باید ساخت، شبیه سازی، پیش بینی و تأیید را در چهار جعبه جدا نگه دارد.

## چرا اهمیت دارد؟

مقالات بنیانی می توانند بزرگ به نظر برسند چون واژگانشان بزرگ اند: گرانش کوانتومی، ناموضیعت، زمان، واقع گرایی، جبرگرایی. خطر این است که تیتراژ نتیجه بزرگ تر شود.

این مقاله ارزش خواندن دارد چون به یک نقطه فشار واقعی حمله می کند. نظریه استاندارد کوانتومی و نسبیت عام به طور تمیز با هم جور نمی شوند. هم بستگی های نوع بل واقعاً توضیح های کلاسیک موضعی معمول را در فضازمان استاندارد شکست می دهند. اندازه گیری و زمان همچنان از نظر مفهومی دشوارند. چارچوبی که می گوید «شاید فرض فضازمان جای اشتباهی برای شروع باشد» خود به خود درست نیست، اما پرسش مشروعی مطرح می کند.

حرکت جالب، نوستالژی برای فیزیک کلاسیک قدیمی نیست. بهایی است که برای کارکردن یک تصویر کلاسیک پرداخت می شود: علیت فضازمان معمول دیگر کل میدان علی نیست. چارچوب با افزودن دینامیک  $\tau$  که ناظران مستقیماً به آن دسترسی ندارند، واقع گرایی و جبرگرایی می خرد.

این که این قیمت قابل قبول است یا نه، پرسشی فیزیکی است، نه شعاری. پیش بینی های خود مقاله همان جایی اند که باید این پرسش را آزمود.

## خلاصه روشن

Strubbe Filip چارچوبی کلاسیک و پنج بعدی پیشنهاد می کند که در آن فضازمان چهار بعدی معمولی زیر پارامتر اضافی  $\tau$  تکامل می یابد. در تعادل، چارچوب در حد گرانش ضعیف گرانش نیوتنی را بازیابی می کند و می کوشد فراتر از آن ساختار پایه نسبیت عام را بازتولید کند. همچنین دو پدیده کوانتومی را مدل می کند: هم بستگی های نوع EPR از طریق اثرهایی که در امتداد خطوط جهان در  $\tau$  انتشار می یابند، و تداخل دوشکاف از طریق دسته ای از خطوط جهان که چگالی آن رفتاری موج مانند دارد، در حالی که یک خط جهان تکانه نتیجه واقعی را تعیین می کند. پیشنهاد نظری و مبتنی بر شبیه سازی است. اهمیت آن نه در حل گرانش کوانتومی، بلکه در ارائه

یک جایگزین کلاسیک مشخص با تفاوت‌های تجربی بالقوه است، از جمله اطلاعات گرانشی مسیر و انتظار منفی برای برخی آزمون‌های درهم‌تنیدگی واسطه‌شده با گرانش.

## بررسی بدون اغراق

مقاله چه چیزی نشان می‌دهد: یک چارچوب کلاسیک پیشنهادی  $\tau + 4D$  می‌تواند در مدل‌ها چند رفتار گرانشی و کوانتوم‌مانند انتخاب‌شده را بازتولید کند: گرانش نیوتنی در تعادل، ساختار پایه نسبیت عام، هم‌بستگی‌های نوع EPR و تداخل دوشکاف‌مانند.

چه چیزی معقول اما اثبات‌نشده است: این که این چارچوب بتواند به مسیری واقعی و جایگزین به سوی گرانش کوانتومی تبدیل شود. مقاله مسیر و پیش‌بینی‌هایی ارائه می‌کند؛ ثابت نمی‌کند طبیعت از آن پیروی می‌کند.

چه چیزی نشان داده نشده است: گرانش کوانتومی را حل نمی‌کند، مکانیک کوانتومی یا قضیه بل را رد نمی‌کند و به‌طور تجربی ثابت نمی‌کند گرانش کلاسیک است. همچنین جایگزین کاملی برای صورت‌بندی کامل کوانتومی ارائه نمی‌دهد.

محدودیت اصلی برای خواننده عمومی: حرکت کلیدی مقاله افزودن دینامیک  $\tau$  بیرون از فضا-زمان معمولی است. این ممکن است از نظر فیزیکی ثمربخش باشد، اما همان فرضی هم هست که بخش بزرگی از کار را انجام می‌دهد. «کلاسیک در چارچوبی بزرگ‌تر» را با «فیزیک کلاسیک معمول از اول درست بود» اشتباه نگیرید.

یک خواننده عمومی تا چه حد باید اطمینان داشته باشد؟ اطمینان متوسط که مقاله یک ساخت نظری جدی و صریح ارائه می‌کند؛ اطمینان پایین که پاسخ نهایی است. برداشت درست نه باور فوری است و نه رد فوری، بلکه پرسشی دقیق‌تر: آیا انحراف‌های پیشنهادی آن از نظریه استاندارد کوانتومی را می‌توان به آزمون تجربی تبدیل کرد؟

## منابع

Article ,16 Reports Scientific phenomena, quantum and gravitational for framework classical five-dimensional A Strubbe, (2026) 2965  
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-32860-8>