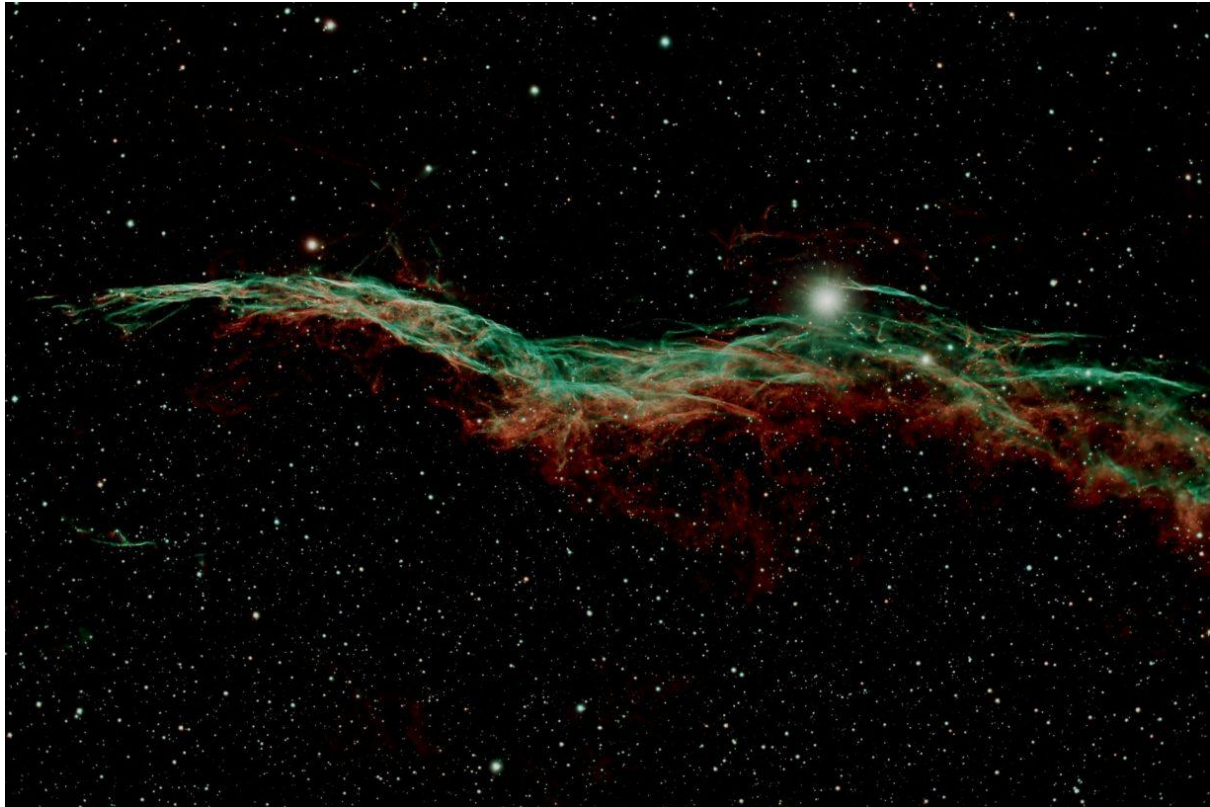


Doorbraak in kwantumzwaartekracht zou langverwachte 'theorie van alles' dichterbij kunnen brengen

Alberto Noriega Kan 9 2025 5 min.



Een nieuwe kwantumtheorie van de zwaartekracht zou ons dichterbij een 'Theorie van Alles' kunnen brengen door de zwaartekracht te verzoenen met het Standaardmodel.

Onderzoekers van de Aalto-universiteit hebben een nieuwe kwantumformulering van de zwaartekracht ontwikkeld op basis van ijktheorieën. Daarmee nemen ze afstand van Einsteins gekromde ruimtetijd. **Zijn voorstel, dat verenigbaar is met het Standaardmodel, maakt het mogelijk om de zwaartekracht te beschrijven als een andere kracht binnen het kwantumraamwerk.** Het team is erin geslaagd de theorie te renormaliseren naar de eerste orde, een technische mijlpaal die de weg kan vrijmaken voor een uniforme theorie van fundamentele krachten. Als deze aanpak op een hoger niveau wordt gevalideerd, kan het onze kennis van het heelal radicaal veranderen.

Een nieuwe taal voor zwaartekracht

De theorie ontwikkeld door Mikko Partanen en Jukka Tulkki beschrijft zwaartekracht als een maatstaf voor interactie, net als elektromagnetisme of kernkrachten. Dit is een radicale verandering ten opzichte van de algemene relativiteitstheorie, waarin zwaartekracht wordt gezien als een geometrische kromming van de ruimte-tijd.

De sleutel is om te gebruiken **eindig-dimensionale $U(1)$ -ijksymmetrieën**, vergelijkbaar met die welke ten grondslag liggen aan het Standaardmodel, waardoor de zwaartekracht op natuurlijke wijze kan worden geïntegreerd in het raamwerk van de deeltjesfysica. Deze structuur maakt het mogelijk om energetische deeltjes **gravitationeel interacteren zonder het kwantumformalisme te verlaten**, waardoor de traditionele onverenigbaarheid tussen zwaartekracht en kwantummechanica wordt vermeden.

Het voorstel breekt met decennialange mislukte pogingen om de algemene relativiteitstheorie direct te kwantificeren. In plaats van gebogen geometrie in een kwantumtaal te forceren, gaat deze theorie direct uit van de principes van het kwantumveld, maar past deze aan op zwaartekrachtverschijnselen.



Renormalisatie: de achilleshiel die begint te bezwijken

Een van de belangrijkste ontwikkelingen is dat de theorie succesvol is **gerenormaliseerd naar de eerste orde**. Dit betekent dat wiskundige uitdrukkingen die voorheen oneindige resultaten opleverden, nu kunnen worden gemanipuleerd en aangepast om consistente natuurkundige voorspellingen te doen.

Renormalisatie is de **groot technisch obstakel van kwantumzwaartekracht**: zonder deze verliest elke berekening haar betekenis. "Als renormalisatie bij hogere ordes niet werkt, krijg je oneindig veel resultaten", waarschuwt Jukka Tulkki. Tot nu toe zijn de eerste-ordeberekeningen succesvol gebleken en het team werkt eraan om de techniek uit te breiden naar hogere-orde.

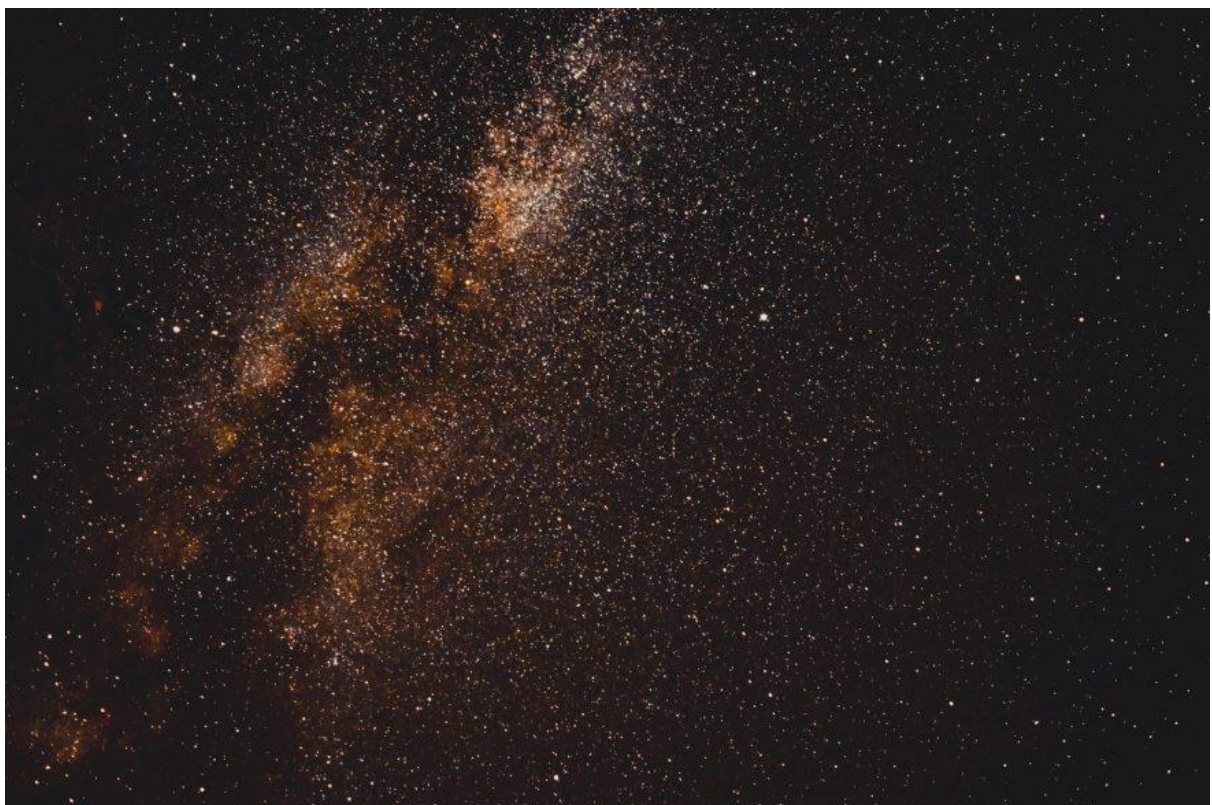
Het proces is transparant en collaboratief verlopen. De onderzoekers hebben hun theoretische kader gedeeld met de internationale wetenschappelijke gemeenschap en andere natuurkundigen uitgenodigd om bij te dragen aan de validatie en uitbreiding van het model. Als volledige renormalisatie wordt bevestigd, zou dit de eerste volledig functionele theorie van kwantumzwaartekracht zijn.

Op weg naar de ongrijpbare ‘Theorie van Alles’

De natuurkunde zoekt al tientallen jaren naar een uniforme theorie die alle fundamentele krachten in één samenhangend kader beschrijft. Tegenwoordig hebben we het Standaardmodel, dat drie krachten beschrijft: elektromagnetische, sterke nucleaire en zwakke nucleaire krachten. De zwaartekracht bleef echter aan de zijlijn.

De nieuwe theorie ontwikkeld in Finland **biedt een manier om de zwaartekracht zonder tegenstrijdigheden in het Standaardmodel op te nemen.** Dat zou niet alleen een wiskundige prestatie zijn, maar ook een conceptuele revolutie: het zou ons in staat stellen om extreme fenomenen zoals zwarte gaten of de oerknal te bestuderen binnen de context van de kwantummechanica.

Bovendien zou een verenigde theorie het volgende kunnen aanpakken: **andere fundamentele mysteries zoals donkere energie, donkere materie of materie-antimaterie-asymmetrie** problemen die vandaag de dag worden begrepen als losse fragmenten van dezelfde onvolledige puzzel.



Buiten de gekromde ruimtetijd

Het idee dat ruimte-tijd niet langer de ‘ultieme realiteit’ van de zwaartekracht is, vertegenwoordigt een radicale verandering. In dit nieuwe voorstel ontstaat zwaartekracht niet uit geometrie, maar uit kwantuminteractievelden, net als elke andere kracht.

Deze visie sluit aan bij **de theoretische vooruitgang van de moderne natuurkunde**, zoals snaartheorieën of luskwantumzwaartekracht, maar met één voordeel: hun wiskundige basis is eenvoudiger, beter compatibel met bestaande raamwerken en toegankelijker voor toekomstige experimentele verificatie.

Als deze theorie wordt bevestigd, zal dat niet alleen de natuurkunde veranderen, maar ook ons idee van het heelal. Een kosmos waarin alle krachten in dezelfde wiskundige taal zijn geschreven, waarin kromming plaatsmaakt voor symmetrie en waarin uiteindelijk alles op zijn plaats valt.

Zwaartekracht in kwantumcode

Al meer dan een eeuw lang is de zwaartekracht een vreemde eend in de bijt in de bijt van de moderne natuurkunde. Met deze nieuwe formulering, gebaseerd op ijsymmetrieën en kwantumveldprincipes, lijkt alles voor het eerst op zijn plaats te vallen. De mogelijkheid van een ‘Theorie van Alles’ is niet langer een metafysische illusie, maar **een technische grens met concrete stappen die genomen moeten worden.**

Voor een volledige validatie zijn jaren van werk en internationale samenwerking nodig, maar de eerste resultaten zijn goed. **We hebben de eindoplossing nog niet bereikt, maar we staan wel aan de poort ernaartoe.** Gedeeltelijke renormalisatie is geen eindpunt, maar een uitnodiging om door te gaan.

En als we er ooit in slagen om alle krachten die de natuur beheersen in één enkele vergelijking te verenigen, dan zal dat zijn dankzij theorieën als de volgende: **gedurfd, wiskundig rigoureuus en bereid om de grondslagen van ruimte en tijd ter discussie te stellen.** Want inzicht in de zwaartekracht kan uiteindelijk de sleutel zijn tot het begrijpen van alles.

Bron: <https://www.drivingeco.com/nl/avance-gravedad-cuantica-podria-acercar-esperada-teoria-todo/>