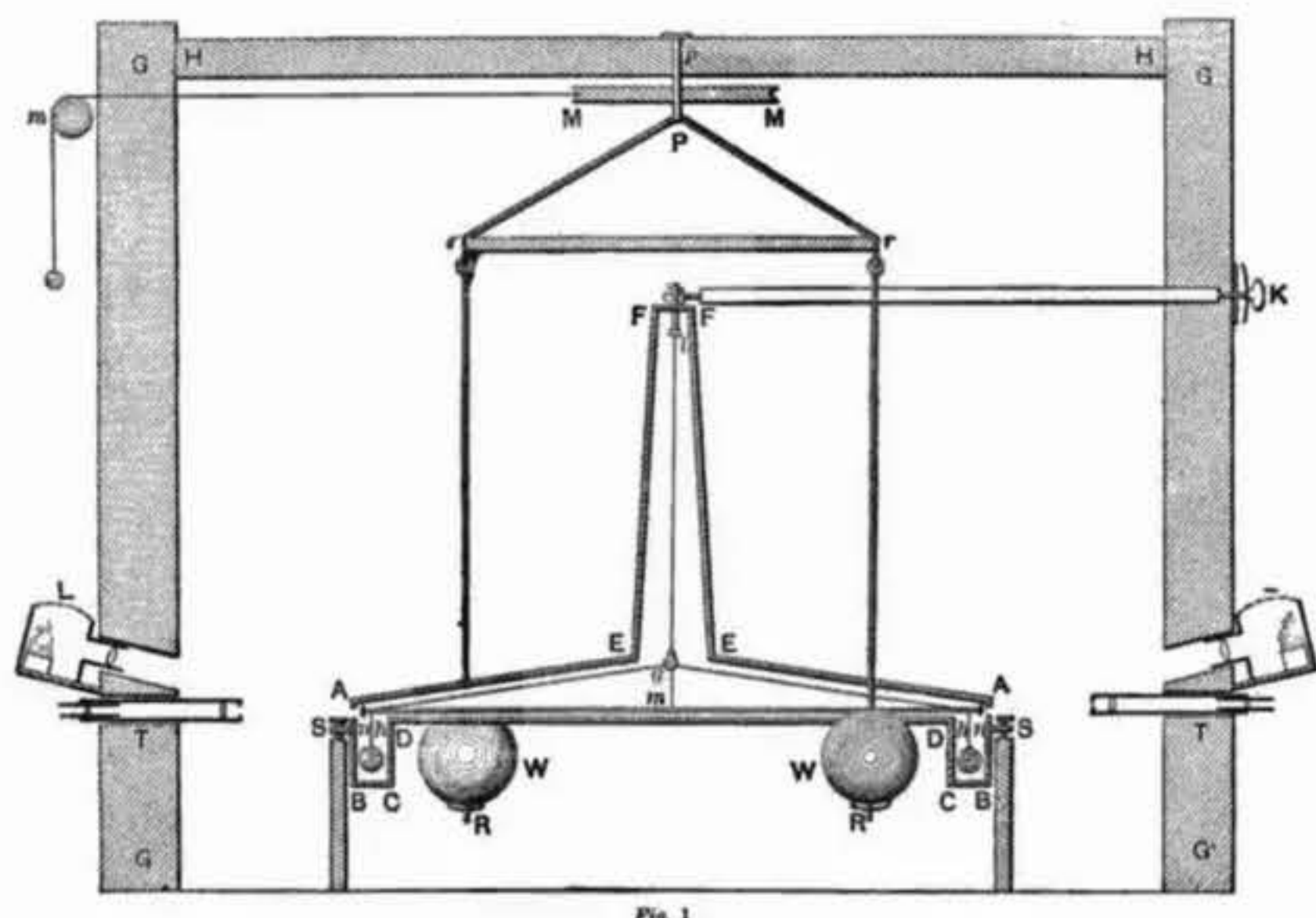


Het kwantumgedrag van zwaartekracht onthuld?



Aan de UvA is een experiment bedacht om aan te tonen dat kwantumverstrengeling niet de enige manier is om de kwantumaard van zwaartekracht te testen

TAGS: [kwantum](#)



Een tekening van de torsiebalans die Henry Cavendish in 1797 gebruikte om de sterkte van de zwaartekracht te meten. Soortgelijke 'harmonische oscillatoren' kunnen nu worden gebruikt om het kwantumgedrag van de zwaartekracht te onthullen.

Tot op de dag van vandaag begrijpen we niet of de aard van de zwaartekracht meetkundig is, zoals Einstein zich voorstelde, of dat die kracht wordt geregeerd door kwantummechanische wetten. Alle experimentele voorstellen om deze vraag te beantwoorden, gaan tot nog toe uit van het idee om het kwantumverschijnsel van verstrengeling te creëren tussen zware, macroscopisch grote massa's. Maar hoe zwaarder een object, hoe meer het zijn kwantumeigenschappen verbergt. Het object wordt 'klassiek', wat betekent dat het een grote uitdaging is om een zware massa zich als een kwantumdeeltje te laten gedragen.

[In onderzoek in Physical Review X stellen onderzoekers uit Amsterdam en Ulm een experiment voor waarmee deze problemen omzeild kunnen worden.](#)

Het succesvol combineren van de kwantummechanica en de natuurkunde van de zwaartekracht is een van de uitdagingen in de hedendaagse wetenschap. Voortgang wordt bemoeilijkt doordat we geen experimenten kunnen doen op het grensvlak waar zowel kwantum- als zwaartekrachtseffecten een rol spelen. Een fundamenteel probleem, zoals Nobelprijswinnar Roger Penrose het formuleerde, is dat we zelfs niet weten of voor een gecombineerd model van zwaartekracht en kwantummechanica het 'kwantiseren van de zwaartekracht' nodig is, of juist het 'gravitiseren van de kwantummechanica'. Met andere woorden: is de zwaartekracht in essentie een kwantumkracht, waarvan de eigenschappen op de allerkleinste schaal bepaald worden, of gaat het om een 'klassieke' kracht, waarvoor een meetkundige beschrijving op grote schaal volstaat? Of zijn beide gezichtspunten onjuist?

Het leek er altijd op dat bij het beantwoorden van die vragen het typische kwantumfenomeen van verstrengeling een centrale rol zou spelen. Zoals Ludovico Lami, mathematisch fysicus aan de Universiteit van Amsterdam en QuSoft, het formuleert: "De kernvraag, oorspronkelijk gesteld door Richard Feynman in 1957, ligt in het begrijpen of het zwaartekrachtsveld rond een zwaar object in een zogeheten kwantum-superpositie kan komen, waarbij het in verschillende toestanden tegelijkertijd zou zijn. Voorafgaand aan ons werk was het belangrijkste idee om dat experimenteel te onderzoeken het zoeken naar door de zwaartekracht veroorzaakte verstrengeling – een situatie waarin massa's op grote afstand met elkaar verbonden zijn door het delen van kwantuminformatie. Het bestaan van zulke verstrengeling zou de hypothese ontkrachten dat het zwaartekrachtsveld puur plaatselijk en klassiek is."

Een nieuwe invalshoek

Het voornaamste probleem van eerdere voorstellen is dat zulke ver van elkaar verwijderde maar verbonden zware objecten – gedelocaliseerde toestanden genoemd – heel lastig te maken zijn. Het zwaarste object waarbij die kwantum-delocalisatie tot nu toe is waargenomen, is een groot molecuul, véél lichter dan de kleinste massa waarvan we het zwaartekrachtsveld hebben kunnen waarnemen, iets onder de 100 mg – meer dan een miljard miljard keer zwaarder. De hoop op een experimentele verificatie werd daarmee tientallen jaren naar de toekomst verwezen.

In de nieuwe publicatie beschrijven Lami en zijn collega's uit Amsterdam en Ulm een mogelijke uitweg uit de impasse. Ze stellen een experiment voor dat het kwantumgedrag van de zwaartekracht kan onthullen zonder verstrengeling te genereren. Lami: "We ontwierpen en onderzochten een hele klasse van experimenten waarin gebruik wordt gemaakt van een systeem van massieve 'harmonische oscillatoren' – bijvoorbeeld torsiebalansen, min of meer zoals degene die Cavendish gebruikte in zijn beroemde experiment uit 1797, waarin hij als eerste de grootte van de zwaartekracht wist te meten. We berekenden de wiskundige grens aan de grootte van bepaalde experimentele signalen voor kwantumgedrag; klassieke meetkundige zwaartekracht zou niet boven die grens uit moeten komen. We hebben ook nauwkeurig geanalyseerd wat de omstandigheden zijn waarin we ons voorstel in de praktijk als experiment kunnen uitvoeren. Hoewel daarvoor nog enige technologische vooruitgang nodig is, kunnen zulke experimenten al heel snel binnen bereik zijn."

Een schaduw van verstrengeling

Verrassend genoeg moesten de onderzoekers, om het experiment te kunnen analyseren, alsnog de wiskundige machinerie van verstrengelingstheorie uit de kwantuminformaticawetenschap uit de kast halen. Hoe dat kan? Lami: "De reden is dat verstrengeling, hoewel het niet daadwerkelijk aanwezig is, toch op de achtergrond een rol speelt – in een heel precieze wiskundige betekenis. Het gaat erom dat verstrengeling aanwezig had kunnen zijn."

Het laatste nieuws



TXN-serie



De race naar de nabije space



'Wat praktisch opgeleide Gen Z'ers écht willen'



89% van Nederlandse MKB-bedrijven boekt succes met AI: "Een stille revolutie"



Te koop: De meest precieze klok ter wereld

[Meer nieuws](#)