Wignerâ??s vriend paradox

Beschrijving

default watermark

Eugene Wigner (1902-1995) introduceerde het gedachte-experiment in een artikel uit 1961 â?? *Remarks on the Mind-Body Question*â??. Hij begint met op te merken dat de meeste natuurkundigen in het toen nog recente verleden doorgewinterde materialisten waren die volhielden dat â??*geest*â?? of â??*ziel*â?? illusoir zijn, en dat de natuur fundamenteel deterministisch is. Hij stelt dat de kwantumfysica deze situatie heeft veranderd:

Het enige wat de kwantummechanica beweert te verschaffen zijn waarschijnlijkheidsverbindingen tussen opeenvolgende indrukken (ook wel â??*appercepties*â?? genoemd) van het bewustzijn, en ook al kan de scheidslijn tussen de waarnemer, wiens bewustzijn wordt beÃ¯nvloed, en het waargenomen fysieke object worden verlegd naar het een of het ander, maar kan niet worden geÃ«limineerd. Dit doet denken aan de onzekerheidsrelatie van Heisenberg.

Heisenberg en Wigner

De golffunctie

Wigner gaat er dieper op in met het volgende:

â??*Gegeven een object, dan kan alle mogelijke kennis over dat object worden gegeven als zijn golffunctie. Dit is een wiskundig concept waarvan de exacte aard ons hier niet bezig hoeft te houden;*

het is samengesteld uit een (aftelbaar) oneindig aantal getallen. Als je deze cijfers kent, kun je het gedrag van het object voorspellen, voor zover dat te voorzien is. Preciezer gezegd, de golffunctie maakt het mogelijk te voorspellen met welke waarschijnlijkheden het object een of andere indruk op ons zal maken als we het direct of indirect met ons laten interacteren.
*[â?¦] In feite is de golffunctie slechts een geschikte taal voor het beschrijven van de hoeveelheid kennis â?? verkregen door observaties â?? die relevant is voor het voorspellen van het toekomstige gedrag van het systeem. Om deze reden worden de interacties die een of andere sensatie in ons kunnen veroorzaken ook observaties of metingen genoemd. Men realiseert zich dat alle informatie die de wetten van de natuurkunde verschaffen, bestaat uit waarschijnlijkheidsverbanden tussen opeenvolgende indrukken die een systeem op iemand maakt als men er herhaaldelijk mee in wisselwerking staat, dat wil zeggen als men er herhaalde metingen aan uitvoert. De golffunctie is een handige samenvatting van dat deel van de eerdere indrukken dat relevant blijft voor de waarschijnlijkheid van het ontvangen van de verschillende mogelijke indrukken bij interactie met het systeem op latere tijdstippen.*â??

De golffunctie van een object â??bestaatâ?• (Wignerâ??s aanhalingstekens) omdat waarnemers ze kunnen delen:

default watermark

â??*De informatie die door de golffunctie wordt gegeven, is communiceerbaar. Als iemand anders op de een of andere manier de golffunctie van een systeem bepaalt, kan hij mij daarover vertellen en volgens de theorie zullen de kansen op de mogelijke verschillende indrukken (of â??sensatiesâ??) even groot zijn, ongeacht of hij of ik op een bepaalde manier met het systeem interacteren.*â?•

Het observeren van een systeem zorgt ervoor dat de golffuncties ervan indeterministisch veranderen, omdat â??*het binnenkomen van een indruk in ons bewustzijn*â?• een herziening impliceert van â??*de kansen op verschillende indrukken die we in de toekomst verwachten te ontvangen*.â?•

De waarnemer waargenomen

Wigner presenteert twee argumenten voor de stelling dat de geest het lichaam beÃ¯nvloedt, dat wil zeggen dat een menselijk lichaam â??*kan afwijken van de wetten van de natuurkunde*â??, zoals afgeleid uit het experimenteren met levenloze objecten. Het argument dat hij persoonlijk minder overtuigend vindt, is het argument dat bekend is geworden als â??*Wignerâ??s vriend*â??. In dit gedachte-experiment stelt Wigner dat zijn vriend zich in een laboratorium bevindt, en Wigner laat de vriend een kwantummeting uitvoeren op een fysiek systeem (dit zou een spinsysteem kunnen zijn). Aangenomen wordt dat dit systeem zich in een superpositie van twee afzonderlijke toestanden bevindt, bijvoorbeeld toestand 0 en toestand 1.
Wanneer Wigners vriend het systeem volgens de kwantummechanica op de 0/1-basis meet, krijgen ze een van de twee mogelijke uitkomsten (0 of 1) en vervalt[1] het systeem in de overeenkomstige toestand.

Waarnemen

Nu modelleert Wigner zelf het scenario van buiten het laboratorium, wetende dat zijn vriend binnen op een gegeven moment de 0/1-meting op het fysieke systeem zal uitvoeren. Volgens de lineariteit van de kwantummechanische vergelijkingen zal Wigner een superpositietoestand toewijzen aan het hele laboratorium (dat wil zeggen het gezamenlijke systeem van het fysieke systeem samen met de vriend).

De superpositietoestand van het laboratorium is dan een lineaire combinatie van â??systeem is in status 0/vriend heeft 0 gemetenâ?• en â??systeem bevindt zich in status 1/vriend heeft 1 gemetenâ?•.

Laat Wigner zijn vriend nu om het resultaat van de meting vragen. Welk antwoord de vriend ook geeft (0 of 1), Wigner wijst vervolgens de status â??systeem bevindt zich in status 0/vriend heeft 0 gemetenâ?• of â??systeem bevindt zich in status 1/vriend heeft 1 gemetenâ?• aan het laboratorium. Daarom vervalt de superpositietoestand van het laboratorium pas op het moment dat hij het resultaat van zijn vriend verneemt.

Tenzij Wigner echter in een â??*bevoorrechte positie als ultieme waarnemer*â?• wordt beschouwd, moet het standpunt van de vriend als even geldig worden beschouwd, en dit is waar een schijnbare paradox in het spel komt: vanuit het standpunt van de vriend is het resultaat van de meting bepaald lang voordat Wigner ernaar had gevraagd, en de toestand van het fysieke systeem is dan al vervallen. Wanneer vond het verval precies plaats? Was het toen de vriend klaar was met de meting, of toen de informatie over het resultaat Wigners bewustzijn binnendrong? Zoals Wigner het stelt: hij zou zijn vriend kunnen vragen: â??*Wat vond je van het [meetresultaat] voordat ik het je vroeg?*â?• De vraag welk resultaat de vriend heeft gezien, staat zeker â??*al vast in zijn hoofd*â??, schrijft Wigner. Dit impliceert dat de gezamenlijke staat van het vriend-systeem al een van de vervallen opties moet zijn, en niet een

superpositie daarvan. Wigner concludeert dat de lineaire tijdsevolutie van kwantumtoestanden volgens de SchrÃ¶dingervergelijking niet van toepassing kan zijn als de betrokken fysieke entiteit een bewust wezen is[2].

Wigner presenteert zijn tweede argument, dat hij overtuigender vindt, veel korter:

â??*Het tweede argument ter ondersteuning van het bestaan van een invloed van het bewustzijn op de fysieke wereld is gebaseerd op de observatie dat we geen enkel fenomeen kennen waarbij het ene subject door het andere wordt beÃ¯nvloed zonder daarop invloed uit te oefenen. Dat lijkt deze schrijver overtuigend*.â?•

Als een reductio ad absurdum

Volgens natuurkundige *Leslie Ballentine* had Wigner in 1987 besloten dat bewustzijn geen fysiek verval van de golffunctie veroorzaakt, hoewel hij nog steeds geloofde dat zijn reeks gevolgtrekkingen die tot die conclusie leidden juist waren. Zoals Ballentine vertelt, beschouwde Wigner zijn argument uit 1961 als een *reductio ad absurdum*, wat aangeeft dat de postulaten van de kwantummechanica op de een of andere manier herzien moeten worden.

default watermark

[1] In de kwantummechanica vindt het vervallen van de golffunctie plaats wanneer een golffunctie â?? aanvankelijk in een superpositie van verschillende eigentoestanden â?? wordt gereduceerd tot een enkele eigentoestand als gevolg van interactie met de buitenwereld. Deze interactie wordt een observatie genoemd en is de essentie van een meting in de kwantummechanica, die de golffunctie verbindt met klassieke waarneembare zaken zoals positie en momentum. Verval is een van de twee processen waardoor kwantumsystemen in de tijd evolueren; de andere is de voortdurende evolutie die wordt beheerst door de SchrÃ¶dingervergelijking. Verval is een zwarte doos voor een thermodynamisch onomkeerbare interactie met een klassieke omgeving.

[2] Ten tijde dat Wigner als docent werkzaam was aan de universiteit van *GÃ¶ttingen* formuleerde hij zijn wet van de instandhouding van pariteitgelijkheid â?? voor alle fysische processen is het gespiegelde proces eveneens mogelijk. Dit houdt in dat het onmogelijk is om onderscheid te maken tussen links en rechts in fundamentele fysische interacties. Zijn theorie werd een integraal onderdeel van de kwantummechanica. Echter in 1956 toonden de natuurkundigen *Tsung-Dao Lee* en *Chen Ning Yang* aan dat pariteitgelijkheid in zwakke interacties van subatomaire deeltjes niet altijd in stand wordt gehouden. Hun experimenten toonden aan dat veel meer elektronen geÃ«mitteerd werden uit het zuid uiteinde van een nucleus dan van het noord uiteinde.

Datum aangemaakt
2023/12/11