Een eindig multiversum

Sommige theoretisch natuurkundigen vermoeden dat ons universum niet het enige is, maar dat er ook andere "parallelle" universa bestaan. In andere woorden, we zouden in een zogenaamd *multiversum* leven. Er zijn enkele bizarre schattingen gedaan die aangeven hoeveel van zulke parallelle universa er wel niet kunnen zijn. Maar is dit multiversum überhaupt eindig, of bestaan er misschien wel oneindig veel tegenhangers van ons universum?

Een multiversum. Bestaan er meerdere mogelijke universa, die allemaal nét iets van elkaar verschillen? Afbeelding: Gerd Altmann.

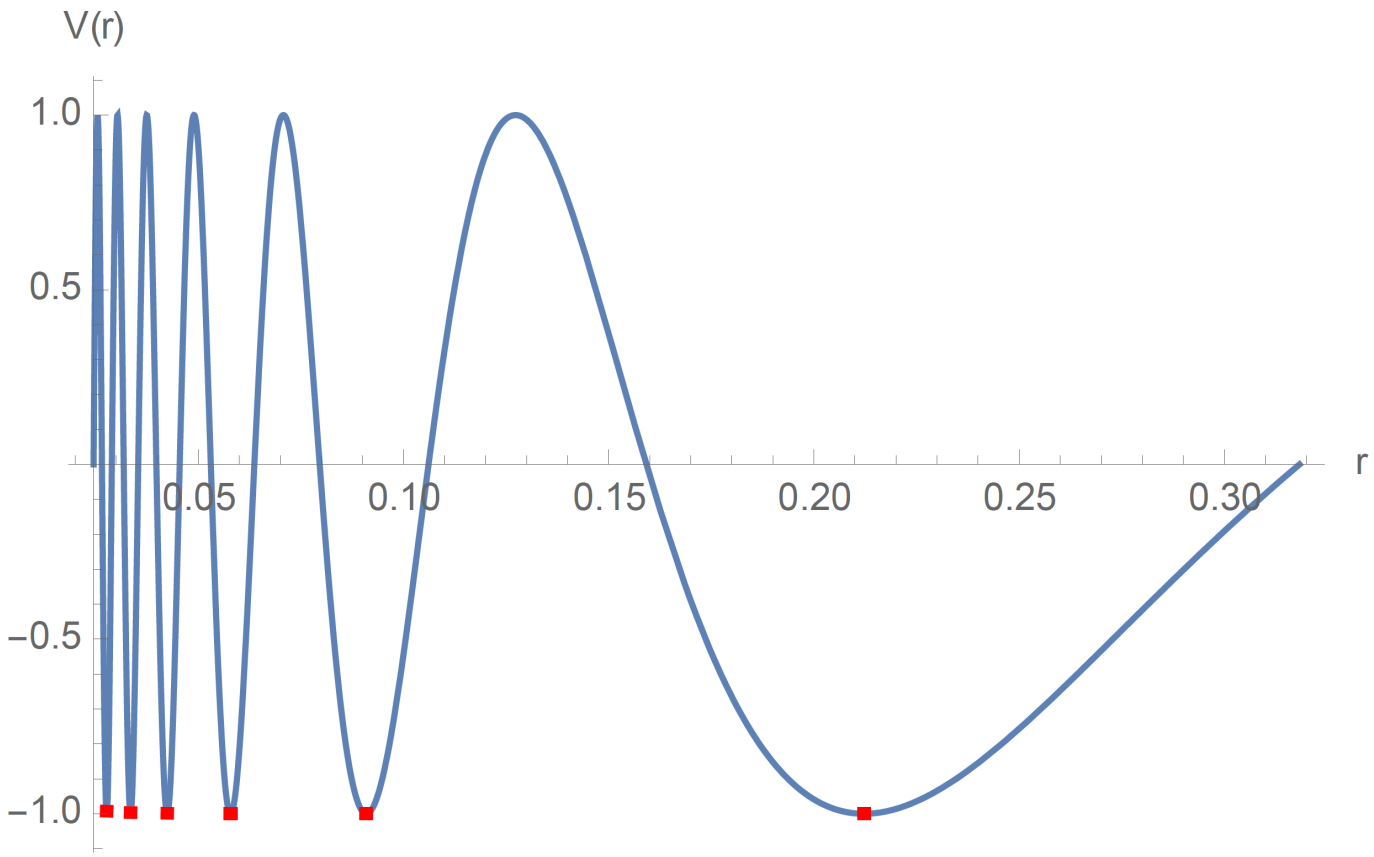
Snaartheorie – een van de bekendste kandidaten voor een model voor quantumzwaartekracht – geeft werkelijk duizelingwekkende voorspellingen voor het aantal parallelle multiversa. Een getal dat bijvoorbeeld genoemd wordt is 10 tot de macht 500. Ter vergelijking: er wordt geschat dat er maar 10 tot de macht 70 atomen in ons zichtbare heelal zitten! Het enorme aantal universa dat binnen de snaartheorie mogelijk is, komt door de vele keuzes die er zijn in het oprollen van extra dimensies, zoals we al in dit eerdere artikel

bespraken.

Hoe groot deze schattingen ook zijn, het blijft toch bij een eindig aantal. Maar zou het ook mogelijk zijn om *oneindig veel* andere parallelle universa te genereren? Stel bijvoorbeeld dat we een extra dimensie oprollen op een cirkel, en dat we de straal daarvan een klein beetje groter of kleiner maken. Telt dit dan al meteen als een ander mogelijk universum, of zijn twee universa alleen verschillend als we een 'minimale afstand' moeten afleggen om de een in de ander te vervormen? Een interessant voorbeeldmodel hierbij (geleend uit dit artikel) wordt beschreven door de volgende functie voor potentiële energie:

$$V(r) = \sin(1/r).$$

Deze functie koppelt aan iedere waarde van de cirkelstraal, aangegeven door r, een energiewaarde van het systeem. Natuurkundige processen willen de energiekosten graag minimaliseren (net zoals wij, met de huidige gasprijzen...), dus het universum zal altijd naar de minima van zulk soort energiefuncties 'rollen'. Ieder minimum kunnen we vervolgens zien als een mogelijk, stabiel universum.



Een bijzondere potentiële energie. Doordat deze functie veel opeengehoopte minima

heeft kan die gebruikt worden om oneindig veel verschillende universa te beschrijven.

De potentiële energie die we hier bekijken heeft echter een eigenaardige eigenschap: naarmate we dichter bij $r=0$ komen, golft de sinusfunctie steeds sneller op en neer. Om precies te zijn: voor iedere

$$r_k= \frac{2}{(4k+3)\pi},$$

met k een geheel getal, vinden we een minimum, $V(r_k)=-1$. Met andere woorden: er zijn oneindig veel verschillende universa, verzameld rondom het punt $r=0$.

De functie die we hier bekeken is echter niet heel erg wiskundig verantwoord: in de limiet $r \to 0$ is het geen “gladde” functie – het verloop van de grafiek is niet gelijkmatig genoeg. Eisen we dat de potentiaalfunctie wél een gelijkmatig verloop heeft, dan volgt dat er toch een minimale afstand moet zijn tussen verschillende minima – de mogelijke universa hebben dus inderdaad allemaal een minimale onderlinge ‘afstand’! Eindigheid van het aantal universa hebben we echter nog niet helemaal voor elkaar gekregen: ook als er een minimale afstand tussen de mogelijke heelalvormen zit, kunnen we toch oneindig veel minima achter elkaar plaatsen – denk aan een functie als $V(r) = \sin(r)$, die ook oneindig veel minima heeft, maar nu op vaste afstand van elkaar. We moeten dus op zoek naar sterkere eisen op het soort potentialen dat we toestaan – zogenaamde ‘tamme functies’. Dat leidt tot een interessant nieuw onderzoeksgebied, waar we in een volgend artikel uitgebreid op terugkomen!