Dossier: zwarte gaten

Van april tot juli 2015 verscheen op The Quantum Universe wekelijks op dinsdag een artikel in het dossier “zwarte gaten”. Hieronder een overzicht van de artikelen die in dit dossier verschenen zijn:

- 28 april: Inleiding. We zien dat licht niet oneindig snel beweegt, en dat het daardoor in theorie mogelijk is dat er hemellichamen bestaan waaraan geen licht kan ontsnappen: zwarte gaten.
- 5 mei: De horizon. We zien hoe het bergip ontsnappingssnelheid ervoor zorgt dat elk zwart gat een horizon heeft: een denkbeeldig “point of no return” waarvandaan het onmogelijk lijkt om nog aan het zwarte gat te ontsnappen.
- 12 mei: Een relatisvistische beschrijving. Kun je nu wel of niet ontsnappen aan een zwart gat? Het definitieve antwoord wordt gegeven door de relativiteitstheorie van Albert Einstein.
- 19 mei: Hawkingstraling. Zodra we de quantummechanica ook in het verhaal over zwarte gaten betrekken, zien we dat deze objecten toch niet helemaal zwart zijn!
- 26 mei: De informatieparadox. Het feit dat zwarte gaten toch straling uitzenden blijkt te leiden tot een heel vreemde tegenspraak. De grote vraag: vernietigen zwarte gaten informatie, of niet?
- 2 juni: Een verloren weddenschap. We zien wie de weddenschap over de informatieparadox won, en hoe holografie een beslissende rol daarin speelde.
- 9 juni: De informatieparadox (II). In dit artikel beschrijven we de informatieparadox nog iets nauwkeuriger, en zien we wat informatie en quantumkansen met elkaar te maken hebben.
- 16 juni: Complementariteit. Zou het kunnen dat verschillende waarnemers heel verschillend aankijken tegen de manier waarop zwarte gaten met informatie omgaan? Dit idee, dat bekend staat onder de naam ‘complementariteit’, blijkt niet zo gek te zijn als het in eerste instantie klinkt.
- 23 juni: De firewall-paradox. Naast de informatieparadox tonen zwarte gaten nog een paradox in de huidige theorieën. Volgens deze paradox worden zwarte gaten omringd

door een ‘muur van vuur’, wat echter in tegenspraak is met het equivalentieprincipe.

- 30 juni: Zwarte gaten en entropie. Behalve de informatieparadox is er nog een groot raadsel rond zwarte gaten: hoe zien hun microscopische toestanden eruit? Om deze vraag te kunnen bekijken bespreken we in dit artikel de entropie van zwarte gaten.
- 7 juli: Zwarte gaten en thermodynamica. Aan de hand van de hoofdwetten van de thermodynamica zien we dat zwarte gaten een entropie hebben die gelijk is aan een kwart van het oppervlak van hun horizon. De grote vraag is: wat zijn de microscopische toestanden die deze entropie genereren?
- 14 juli: Toestanden tellen. In 1996 slaagden Andrew Strominger en Cumrun Vafa er als eersten in om het aantal microscopische toestanden van een zwart gat te tellen. Dit leidde tot een belangrijke doorbraak in het begrip van de thermodynamica van zwarte gaten.
- 21 juli: Fuzzballs. Volgens een idee van de Indiase natuurkundige Samir Mathur moeten we zwarte gaten niet zien als gekromde lege ruimte, maar als grote, wazige kluwens van trillende snaren.
- 28 juli: Overzicht. We vatten de belangrijkste open vragen en voorgestelde oplossingen over zwarte gaten nog eens samen, en kijken vooruit naar wat we in de toekomst van het zwartegatenonderzoek kunnen verwachten.