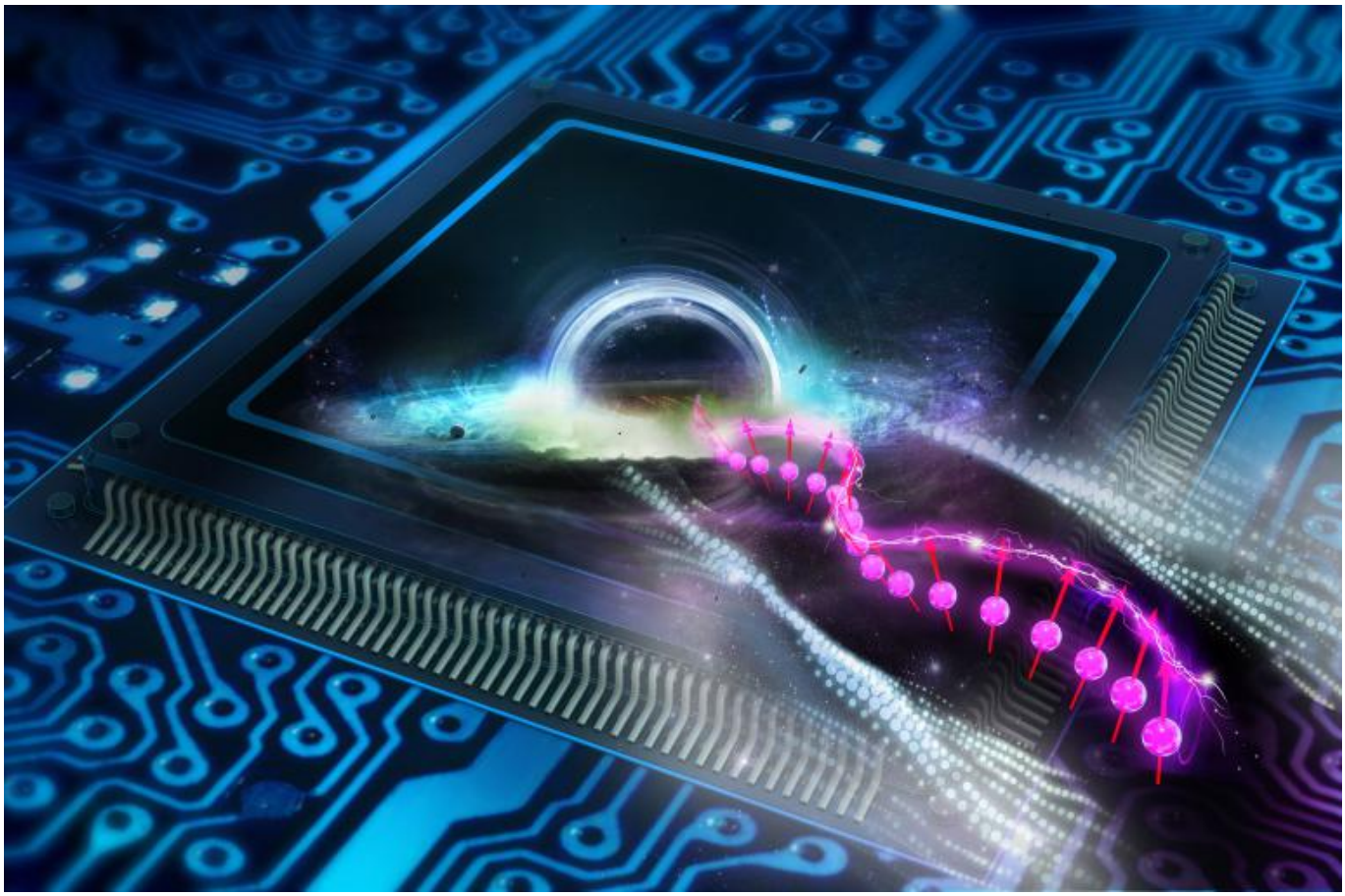
Zwarte gaten in het laboratorium

Denkend aan Holland, zie ik fietsers traag door oneindig laagland gaan. Vaak met wind tegen. Er kunnen zelfs fietspaden zijn, dicht bij een windmolen bijvoorbeeld, waar het permanent zo hard waait dat je er niet vooruit kunt komen. Je kunt maar één kant op dit fietspad fietsen – de andere kant op fietsend zit je als het ware gevangen. Dit is een (toegegeven: heel grove) analogie voor een zwart gat.



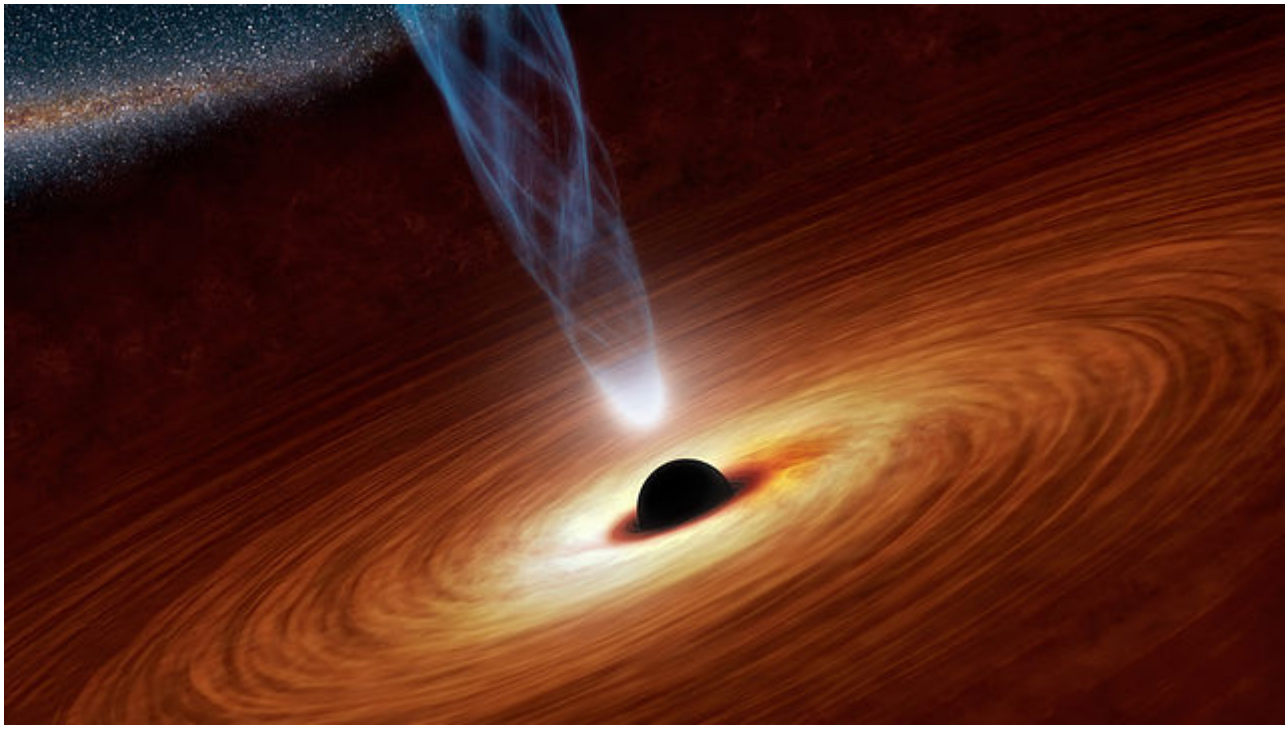
Afbeelding 1. Een zwart gat op een chip.Met behulp van spingolven kan op een chip een zwart gat nagebootst worden. Afbeelding: David Torrico, Make It Alive – copyright: Universiteit Utrecht.

Het bestuderen van analogieën voor zwarte gaten is aantrekkelijk, omdat je wellicht fundamentele inzichten over zwarte gaten, zoals Hawkingstraling, kunt bestuderen met

experimenten hier op aarde.

Waarom is een fiets die maar van één kant over een fietspad kan fietsen, en de andere kant op niet vooruit komt, analoog aan een zwart gat? Bij een zwart gat gebeurt iets soortgelijks als bij de fietser: bij de rand van een zwart gat, de *horizon* genaamd, is de ruimte dusdanig sterk gekromd dat licht er niet meer vooruit kan komen. Dit effect werkt maar één kant op. Licht kan wel een zwart gat in vallen, maar niet eruit vallen. Het zit als het ware gevangen.

Wanneer de quantummechanische effecten van de spontane creatie van deeltjes en antideeltjes in de ruimte worden meegewogen, blijkt dat het kan gebeuren dat bijvoorbeeld de antideeltjes worden opgeslokt door het zwarte gat en de deeltjes deze dans ontspringen. Deze deeltjes veroorzaken straling die we Hawkingstraling noemen. Hawkingstraling is nog nooit gemeten bij zwarte gaten, maar wie weet zou dat wel kunnen bij analogieën ervan!



Afbeelding 2. Een zwart gat.Allerlei zaken die we bij echte zwarte gaten niet kunnen waarnemen, zoals de Hawkingstraling, kunnen mogelijk bij analogieën van zwarte gaten wel worden waargenomen. Afbeelding: NASA.

Een voorbeeld van een analogon van een zwart gat is een zogenaamd *akoestisch zwart gat*. In plaats van een fietspad nemen we nu een buis waar we water doorheen laten stromen. De rol van de fietser zal op zich worden genomen door een geluidsgolf in het water. Als we de

stromingssnelheid van het water verhogen door bijvoorbeeld de buis smaller te maken, kunnen we de situatie krijgen dat een geluidsgolf zich maar één kant op vooruit kan voortplanten, en de andere kant op gevangen is. Dit lijkt op wat er met licht gebeurt bij de horizon van een zwart gat.

Nu is dit beschreven systeem met stromend water niet geschikt om quantummechanische effecten mee te bestuderen. Men zou dat wel kunnen doen in condensaten die gekoeld worden tot bijna het absolute nulpunt. Alhoewel dit technisch lastige experimenten zijn, wordt er geclaimd dat men vorig jaar voor het eerst het analogon van Hawkingstraling heeft geobserveerd!

Inmiddels gloort er hoop aan de horizon voor makkelijkere experimenten via zogenaamde spingolven. Net zoals geluidsgolven een voortplanting zijn van een drukverstoring, zo zijn spingolven een voortplanting van een verstoring in de magnetische ordening van bijvoorbeeld elektronen in een geleider. In plaats van een buis die smaller wordt, zodat de snelheid van het stromende water hoger wordt, beschouwen we nu een geleidende draad, die ook steeds smaller wordt. Het effect is dat de elektronen sneller gaan bewegen. Op deze wijze kunnen spingolven ook maar één kant op bewegen: de andere kant op zitten ze gevangen.

Nu hebben we net zoals bij de akoestische zwarte gaten weer een analogon van een zwart gat gemaakt, met als verschil dat dit een opzet is waarin quantummechanische effecten een rol spelen bij temperaturen veel hoger dan het absolute nulpunt! De hoop is dat binnen een aantal jaar gekeken kan worden naar Hawkingstraling in dit type elektronische systemen.

Voor meer informatie: zie het persbericht van de Universiteit Utrecht over spingolven.