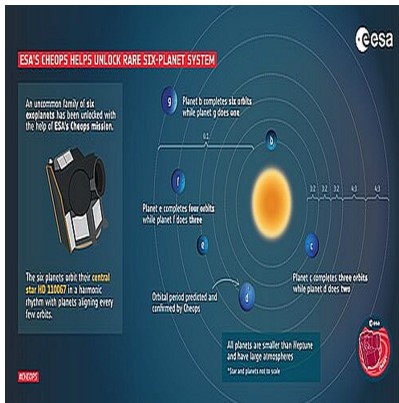


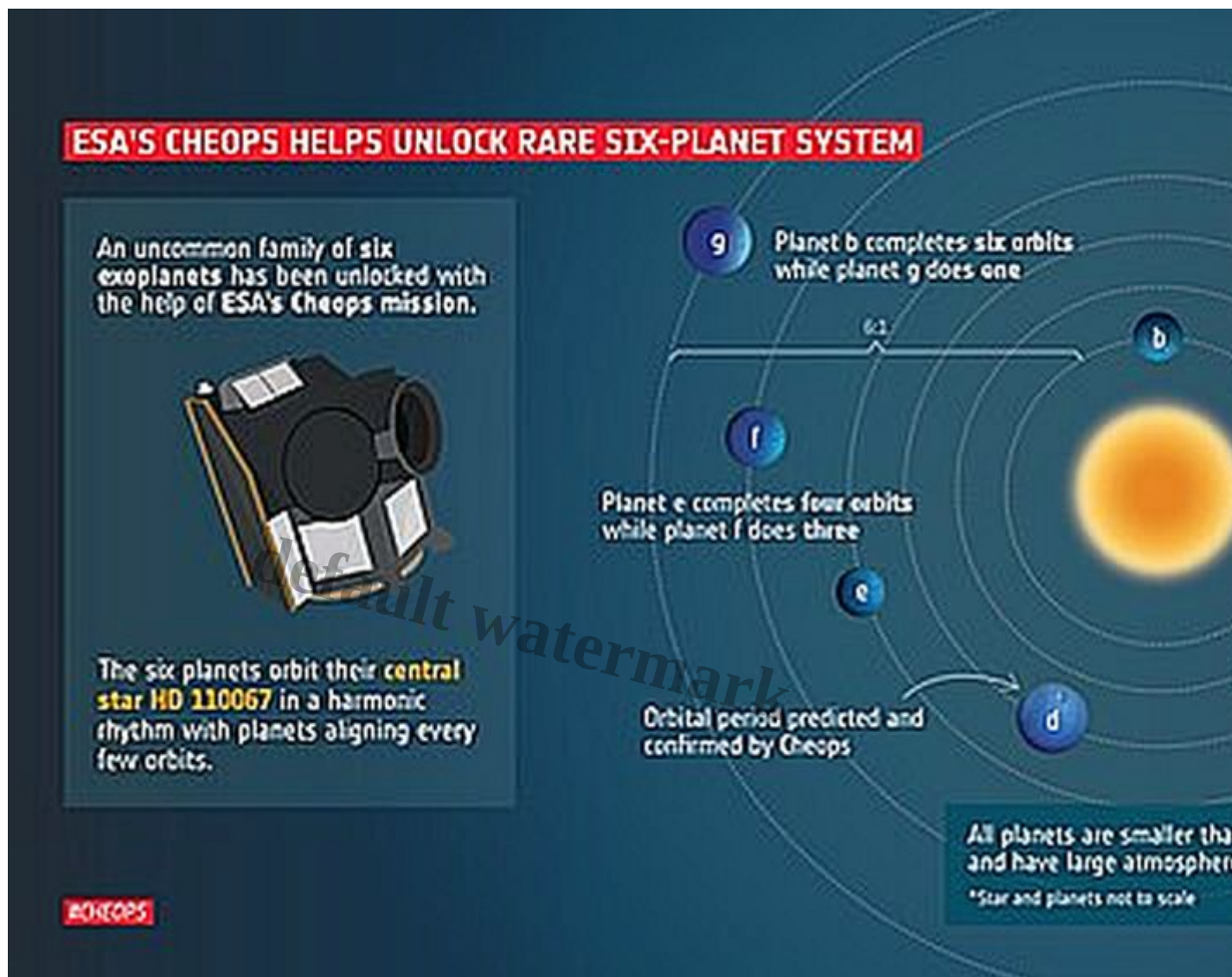


Perfect planetenstelsel

Beschrijving

Een verre ster met een planetenstelsel van zes planeten die in *wiskundig perfecte* banen bewegen, heeft een zoektocht naar mogelijke buitenaardse intelligentie aangewakkerd.

De zes planeten draaien in een harmonisch ritme rond hun centrale ster *HD 110067*, waarbij de planeten om de paar banen weer op *dezelfde* lijn liggen. Dit wordt resonantie genoemd; zie nadere uitleg verderop.



HD 110067 met de 6 planeten

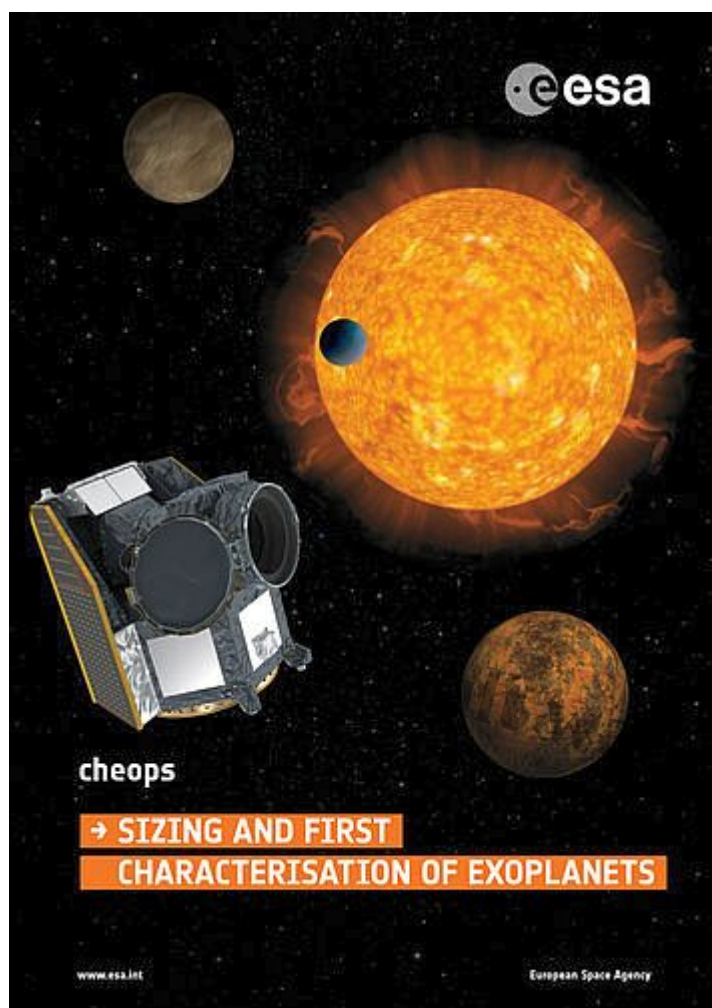
Eind vorig jaar ontdekten astronomen een fascinerend planetenstelsel op *slechts* 105 lichtjaar afstand van ons. Voor astronomen is dat een korte afstand, maar realiseer je dat het licht dat we nu vanaf daar ontvangen, 105 jaar geleden werd uitgezonden. We kijken dus terug in de tijd!

De zes planeten cirkelen heel dicht rond hun gastster in wiskundig perfecte banen, wat de interesse wekt van wetenschappers die op zoek zijn naar buitenaardse technologie, of intelligentie.

Voor alle duidelijkheid: dergelijk bewijs is (nog) niet gevonden in het systeem, genaamd HD 110067. De onderzoekers zeggen echter dat ze nog niet klaar zijn met zoeken. HD 110067 blijft een interessant doelwit voor onderzoek in de toekomst.

Waarom zijn die perfecte banen een reden om te gaan zoeken naar buitenaards leven? De reden is het effect van *resonantie* op de structuur van de planeten.

Dit onderzoek wordt beschreven in een artikel dat werd gepubliceerd in het tijdschrift *Research Notes* van de AAS.



ESA's Cheops satelliet onderzoekt exoplaneten

Resonantie â?? wat

De *Merriam-Webster Dictionary* vermeldt zeven verschillende definities voor â??resonantieâ??. waarvan de laatste is: â??een synchrone zwaartekrachtrelatie van twee hemellichamen (zoals manen) die rond een derde draaien (zoals een planeet), wat kan worden uitgedrukt als een eenvoudige verhouding van hun omlooptijden.â?• Dat is nog niet duidelijk, dus laten we het opsplitsen.

Om te beginnen verwijst de omlooptijd naar de hoeveelheid tijd die iets nodig heeft om Ã©Ã©n baan te voltooien. De omlooptijd van de aarde rond de zon bedraagt bijvoorbeeld 365,25 dagen.

Resonantie heeft dus te maken met de tijd die twee objecten nodig hebben om rond een derde te draaien. Dit kunnen manen zijn die rond een planeet draaien, zoals Merriam-Webster zegt, maar in het geval van HD 110067 zijn het planeten die rond een ster draaien.

Resonantie â?? wanneer

Resonantie treedt op wanneer de twee hoeveelheden tijd die deze objecten nodig hebben om een baan rond een derde te voltooien, veelvouden van elkaar zijn. Laten we bijvoorbeeld zeggen dat je twee manen hebt, laten we ze Avocado en Bacon noemen, die rond de planeet Croissant draaien (had

ook A, B en C kunnen zijn) met Avocado dichterbij, zodat het minder tijd kost voor haar baan om Croissant dan Bacon nodig heeft.

Laten we zeggen dat in de tijd die Avocado nodig heeft om $\frac{1}{2}$ baan te voltooien, Bacon precies de helft van zijn baan voltooit. Of, om het anders te zeggen: voor elke baan die Bacon voltooit, voltooit Avocado precies twee banen. Wanneer dit gebeurt, zeggen we dat Avocado en Bacon in een 2:1-resonantie verkeren.

Als Avocado voor elk van Bacon drie banen zou voltooien, zouden we zeggen dat ze in een resonantie van 3:1 zaten.

Als Avocado voor elke drie van Bacon vijf banen zou voltooien, zouden we zeggen dat ze zich in een 5:3-resonantie bevonden.

Zolang er een verhouding van baangetallen bestaat die kan worden uitgedrukt als hele getallen, zullen Avocado en Bacon als in resonantie met elkaar worden beschouwd. Dat gezegd hebbende, hoe lager de cijfers, des te krachtiger het effect dat Avocado en Bacon op elkaar kunnen hebben. Als ze bijvoorbeeld een resonantie van 73:69 zouden hebben (getallen die ik heb gestolen van *Naiad* en *Thalassa*, een paar manen van *Neptunus* met die resonantieverhouding), zou dat niet veel effect hebben.

Een verhouding van kleine, gehele getallen zorgt ervoor dat de hemellichamen regelmatig in dezelfde onderlinge posities ten opzichte van elkaar komen, en dan ondervinden ze periodiek op dezelfde plaats elkaars zwaartekracht. En dat kan weer bepaalde effecten hebben, zie verderop.

Resonantie â?? waarom

Waar komt resonantie vandaan? Van de zwaartekracht natuurlijk.

Gegeven enige tijd en een ongestoord systeem zal de wederzijdse zwaartekracht van twee objecten die in een baan om een derde draaien, hen doorgaans in resonantie brengen. Het komt door het effect van de minste weerstand. Dit roept natuurlijk de vraag op waarom niet alle objecten in banen in resonantie zijn. Waarom staat de Aarde niet in resonantie met *Mars*? Waarom resoneert *Jupiter* niet met *Saturnus*?

Wel, dat doen ze bijna. Een Marsjaar is bijna twee Aardse jaren. Jupiter is dicht bij een 5:2-resonantie met Saturnus en Neptunus bevindt zich in een 2:3-resonantie met Pluto.

Maar de randvoorwaarde was een *ongestoord* systeem. Astronomen denken dat veel planetenstelsels beginnen met planeten in resonantie zoals ze zijn in HD 110067, maar dat niet blijven. Resonanties tussen planeten kunnen gemakkelijk worden verstoord:

- door de zwaartekracht van passerende sterren (jonge planetenstelsels vormen zich vaak in sterrenhopen),
- door de zwaartekracht van andere planeten in het stelsel of
- door zaken als enorme (komeet-)inslagen.

Resonantie â?? waar

Er is een reden waarom de Merriam-Webster-definitie het over manen heeft. Er zijn veel resonanties onder de manen van het buitenste zonnestelsel.

Het bekendste voorbeeld is tussen Jupiter's manen *Io*, *Europa* en *Ganymedes*. Voor elke vier *Io*-banen draait *Europa* twee keer en *Ganymedes* één keer. Het trio bevindt zich in een 4:2:1-resonantie. En het is deze resonantie die *Io* en *Europa* tot twee van de meest unieke werelden in ons zonnestelsel maakt.

Resonantie effect

Hier komt dat krachtige effect van resonantie om de hoek kijken: objecten die met elkaar resoneren, kunnen een groter zwaartekracht effect op elkaars banen hebben dan anders het geval zou zijn. De baan van *Io* is bijvoorbeeld niet cirkelvormig, terwijl ze dat wel zo zou moeten zijn. En dat is niet het geval vanwege het extra effect van de zwaartekracht door de resonantie van *Ganymedes* en *Europa* met *Io*.

Dit betekent dat *Io* op sommige momenten dichterbij Jupiter staat dan op andere momenten. Niet zo heel veel, maar genoeg dat het verschil in zwaartekracht van Jupiter op verschillende punten in de baan van *Io* ervoor zorgt dat *Io* zich uitrekt en buigt. Het is eigenlijk het ervaren van getijden, maar dan in rotsen in plaats van in water. Dit verwarmt de binnenkant ervan en verandert *Io* in de meest vulkanisch actieve wereld in ons zonnestelsel.

Een soortgelijk effect verwarmt de binnenkant van *Europa*, maar veroorzaakt in dit geval geen vulkanen. Het houdt de ondergrondse lagen van *Europa* gewoon warm genoeg om de enorme mondiale oceaan van vloeibaar water in stand te houden. Deze oceaan is een van de meest waarschijnlijke plaatsen in het zonnestelsel waar we leven kunnen vinden, en resonantie maakt dit mogelijk.

Terug naar HD 110067

De resonanties in HD 110067 zijn, kort gezegd, perfect. De zes planeten, planeten b, c, d, e, f en g (zie je? Waren *Avocado* en *Bacon* niet beter?), vormen een resonantieketen met elkaar. Planeet b is in een 3:2 met c, wat in een 3:2 is met d, wat in een 3:2 is met e, wat een 4:3 is met f, wat in een 4:3 is met g. Dat alles zorgt er ook voor dat planeet b in een 6:1-resonantie met g komt.

Dit is niet de eerste keer dat we een exoplaneet resonantieketen hebben gevonden, maar we hebben nog nooit zo'n lange gezien! En ze zijn zeldzaam. Zoals gezegd: veel systemen beginnen op deze manier, maar naar schatting blijft slechts ongeveer 1% zo. En HD 110067 is evenwel geen babysysteem: het is minstens een miljard jaar oud. Op de een of andere manier heeft dit zonnestelsel, met zoveel planeten, vanaf zijn vroegste dagen een ongerepte staat behouden.

Datum aangemaakt

2024/03/01