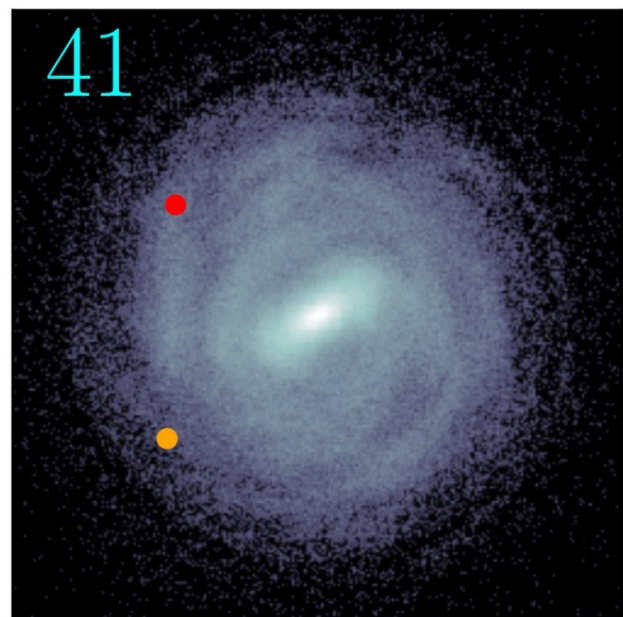
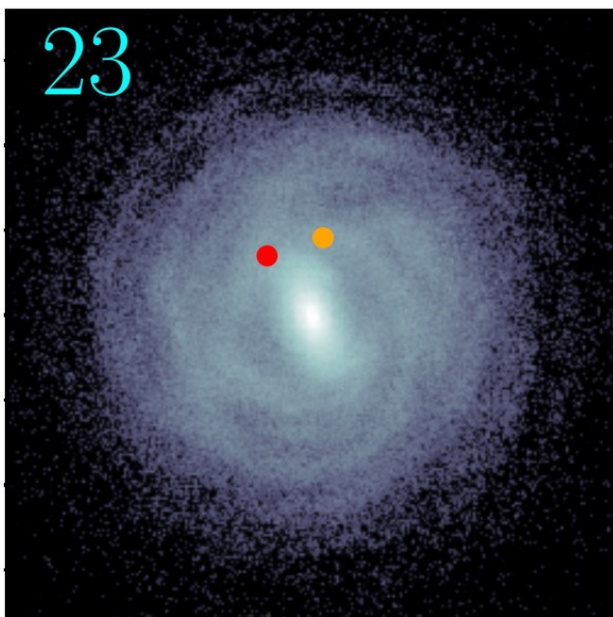


Een vlindereffect voor sterrenstelsels

Astronomen die een sterrenstelsel simuleren, krijgen niet altijd hetzelfde resultaat, zelfs niet als ze met identieke beginvoorwaarden starten. Nieuw onderzoek aan de Universiteit Leiden laat zien dat dit een gevolg van de manier waarop sterrenstelsels werken én hoe ze worden gemodelleerd. Het resultaat geeft voor het eerst houvast bij het beantwoorden van de vraag hoe chaotisch een sterrenstelsel als de Melkweg werkelijk is.



Twee vrijwel identieke simulaties van een sterrenstelsel. De oranje en rode stip geven dezelfde ster weer in twee simulaties die alleen minimaal van elkaar verschillen. Dat kleine verschil groeit in de loop van de tijd uit tot een duidelijk afwijkende positie. Afbeelding: UL/Portegies Zwart/Asano.

Bron: perbericht NOVA

De onderzoekers maakten honderden modellen van Melkwegachtige sterrenstelsels: platte schijven van sterren, ingebed in een grote, onzichtbare wolk van [donkere materie](#) die het stelsel bij elkaar houdt. In elk experiment draaiden ze twee vrijwel identieke simulaties, met slechts één minuscuul verschil, bijvoorbeeld een kleine verschuiving van een enkele ster. Zo'n verschil groeit in de loop van de tijd uit tot veel grotere, structurele verschillen: spiraalarmen lopen anders en de centrale balkstructuur draait anders.

Wat de onderzoekers zagen lijkt op het bekende [vlindereffect](#): kleine oorzaken hebben grote gevolgen. In de sterrenkunde schuurt dat met een oud idee. Een sterrenstelsel bevat honderden miljarden sterren en zou zich daardoor als een vloeiend geheel moeten gedragen, waarin kleine verstoringen juist uitmiddelen. Het nieuwe onderzoek laat zien dat dit beeld niet klopt: juist die kleine verstoringen groeien door tot merkbare verschillen. “Het is nogal bizar dat de Melkweg, met zo veel sterren dat je hem als een glad systeem zou verwachten, zich toch zo chaotisch gedraagt,” zegt Simon Portegies Zwart, een van de auteurs van het artikel.

Die spanning leidde tot tegenstrijdige resultaten. Sommige computersimulaties gaven als resultaat dat sterrenstelsels chaotischer worden naarmate je meer sterren meeneemt, terwijl andere het tegenovergestelde lieten zien. Het nieuwe onderzoek van Portegies Zwart en Tetsuro Asano toont aan waar dat verschil vandaan komt. In veel simulaties wordt de zwaartekracht op kleine afstanden ‘verzacht’ om berekeningen stabiel te houden en sneller te maken. Daardoor worden sterren behandeld als kleine wolkjes in plaats van puntdeeltjes, en verdwijnen juist de sterke, nabije interacties die chaos veroorzaken. Door systematisch te variëren hoe sterk die verzachting is, laten de onderzoekers zien wanneer een simulatie het gedrag van een echt sterrenstelsel goed weergeeft, en wanneer niet.

Dat levert een belangrijk praktisch inzicht op: niet alle simulaties zijn even betrouwbaar als je de details van een sterrenstelsel wilt begrijpen. Sommige kenmerken verschijnen altijd, zoals het ontstaan van een centrale ‘balk’ van sterren, die in alle simulaties rond hetzelfde moment ontstaat. Andere eigenschappen – zoals de precieze vorm van die balk of de structuur van spiraalarmen – blijken juist sterk afhankelijk van minieme verschillen. “Hiermee wordt de Melkweg na ongeveer een miljoen jaar al onvoorspelbaar,” zegt Portegies Zwart.

Dat is extreem kort vergeleken met de leeftijd van de Melkweg (zo'n tien miljard jaar): te vergelijken met één seconde op een mensenleven.

Tegelijkertijd laat het onderzoek zien dat die kleine verschillen niet onbeperkt blijven groeien; het vlindereffect is afgekaderd. Twee simulaties kunnen er uiteindelijk anders uitzien - met andere spiraalarmen of een anders gedraaide balk - maar het blijven allebei herkenbare spiraalstelsels.

“Hiermee is de paradox opgelost dat sterrenstelsels zich tegelijk glad gedragen en toch chaotisch zijn,” zegt Portegies Zwart. “We hebben nu gekwantificeerd hoe keuzes in de simulatie bepalen hoeveel van die chaos je terugziet. Daarmee wordt niet alleen duidelijk hoe één ster een heel sterrenstelsel kan veranderen, maar ook hoe we dat betrouwbaar kunnen berekenen.”