

Så söker vi efter Jorden 2.0

av Iskra Georgieva och Oscar Barragán

Iskra Georgieva och Oscar Barragán är två av de forskare som just nu letar efter nya världar. Hur går det till när man ska leta efter planeter som det går att bo på?

Vi lever nu i en fascinerande era då vi vet att de stjärnor vi ser på himlen under mörka nätter (och de ännu ljussvagare som våra ögon inte kan urskilja) omkretsas av planeter. Dessa avlägsna planeter kallas exoplaneter. Det är naturligt att tänka sig att dessa exoplaneter också är världar liknande dem i vårt solsystem – är de stora gasplaneter som Jupiter, ökenklippor som Merkurius eller levande blå ekosystem som jorden? Du som läser detta har säkert funderat över det där sista. Finns det exoplaneter därute som liknar vårt hem? Finns det en jorden 2.0?

Vi har nu upptäckt det förbluffande stora antalet mer än 4000 exoplaneter där ute; de har alla olika storlekar och massor och kretsar till och med runt stjärnor som inte liknar solen. Liknar några av dem vår planet?

Först måste vi fråga oss vad som kännetecknar en jordlik planet. Är liknande storlek, massa och sammansättning tillräckligt? Hur likartad måste atmosfären vara? Bör där finnas en måne liknande vår egen, en magnetosfär? Hur är det med dess värdstjärna och egenskaperna hos planetens bana? Var ska vi sluta med vår definition? Hur många likheter krävs för att vi ska kunna kalla en

planet för jorden 2.0? Här ska vi bara ta upp några få av dessa frågor och diskutera hur vi skulle kunna hitta jorden 2.0.

Grundämnen ger ledtrådar

När vi söker efter en tvilling till jorden är de första stegen att leta efter planeter med storlekar och massor liknande jordens, som kretsar runt stjärnor som är ungefär lika stora och har ungefär samma temperatur som solen, på ett avstånd som liknar avståndet mellan jorden och solen. Intressant nog är det bara ett fåtal av de tusentals exoplaneter som hittills har hittats som uppvisar de egenheterna. Men är vi säkra på att de liknar jorden? Tyvärr är svaret nej – det finns ytterligare villkor som måste vara uppfyllda för att vi ska kunna tala om en planet som jorden 2.0. Tänk att vi just har hittat en kandidat till att vara jordlik. Vilka egenskaper ska vi titta efter för att vara säkra på att vi verkligen har hittat en jorden 2.0?

Något vi skulle vilja veta för att se om vår kandidat är en riktig jord är om planeten har en kemisk sammansättning lik jordens. Lyckligtvis kan vi få en uppfattning om det

Finns vatten, en syrerik atmosfär och flytande vatten på de steniga planeterna som vi vet finns i vår galax? Rymdkonstnären Tim Pyle ligger bakom den här bilden av den jordstora planeten Kepler-186 f, som upptäcktes 2014. Om planeten liknar jorden i övrigt kan den ha förutsättningar att hysa liv.

genom att titta på vilka grundämnen som kan upptäckas hos värdstjärnan. Andelen grundämnen som är tyngre än väte och helium – sådana som syre, kol och kväve, grunden för liv sådant vi känner till det – kallar astronomer för ”metaller”. Vår sol har en metallhalt på omkring 2 %, vilket också gäller för den nebulosa som solsystemet bildades ur. Den intensiva hettan och strålningen från den unga solen fick de lättare och inte så reaktiva grundämnena (som helium och neon) att blåsa bort. Väte är mycket reaktionsbenäget och blev till bland annat vatten, kolhydrater och ammoniak tillsammans med de andra lätta men reaktiva grundämnena (t.ex. syre, kol och kväve). Men bara mängden av det gjorde att en stor del av det också blåste bort.

Även om det finns andra möjliga förklaringar till hur solsystemet kom att se ut som det gör i dag, så är en vanlig tolkning att det faktum att de inre planeterna är steniga återspeglar den omständigheten att de tunga och reaktiva grundämnena höll sig kvar i den tuffa omgivningen runt den unga solen, medan de lättare grundämnena som inte kunde bilda mer komplexa föreningar blåstes iväg utåt. Så godtas det allmänt att en planets sammansättning är avhängig värdstjärnans sammansättning, så ju mer tunga grundämnen det finns

i den ursprungliga blandningen, desto sannolikare är det att steniga planeter kan bildas. Då borde det följa därav att en riktigt jordlik planet sannolikt borde kretsa runt en stjärna med en metallhalt liknande solens eller större.

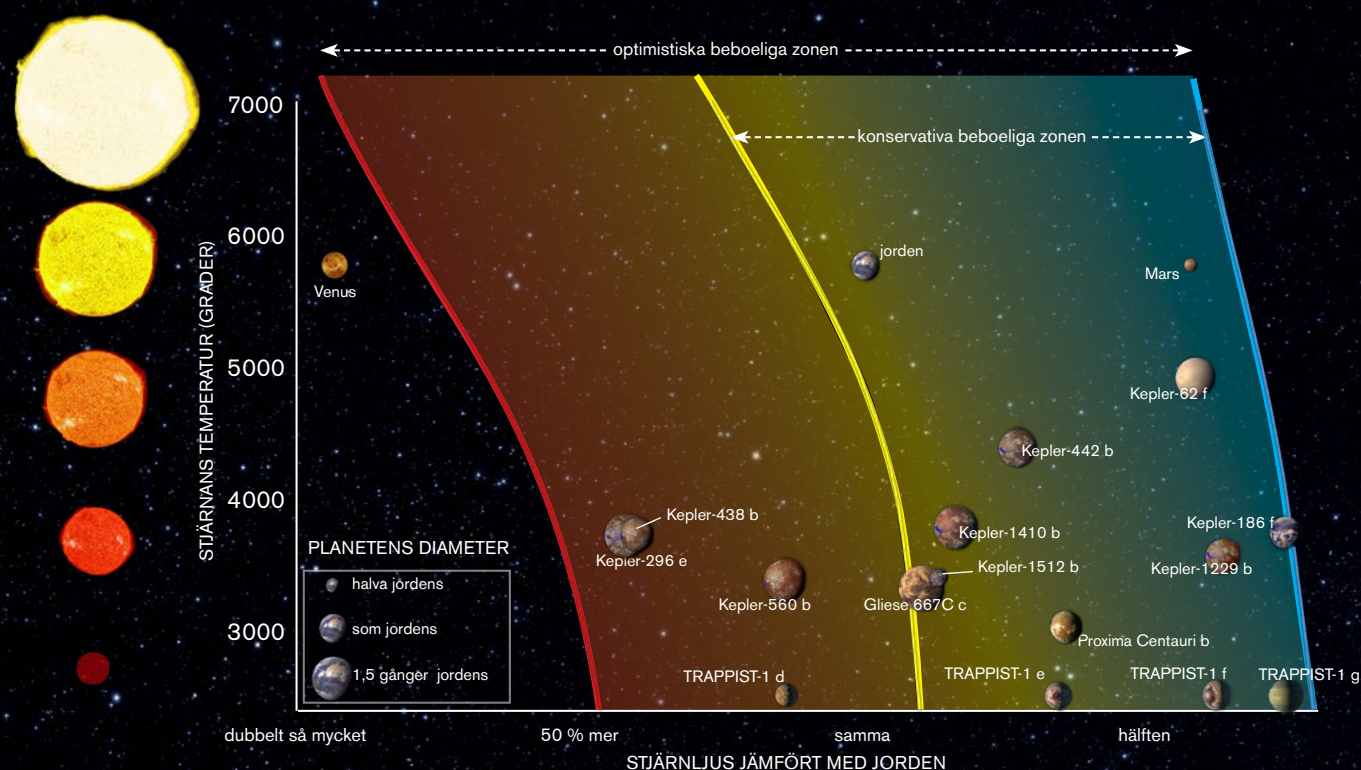
Men tunga grundämnen fanns inte med i början av universums tillvaro, utan byggdes i stället upp i det inre av tidiga stjärnor och under de våldsamma explosioner som ändade deras liv. Så efterhand som universum åldras ökar den genomsnittliga halten av metaller, och därför brukar nybildade stjärnor vara metallrikare än gamla stjärnor. Även om det finns äldre metallrika stjärnor och yngre metallfattiga, jämfört med solens ålder, så är merparten inte sådana. Solens metallhalt är högst representativ för dess typ och ålder, så de mest sannolika värdarna för en jorden 2.0 skulle vara stjärnor av en ålder motsvarande solens (plus minus någon miljard år).

Mindre stjärnor lever längre

Ytterligare en aspekt som bör beaktas när det gäller värdstjärnan är dess massa. Till att börja med därför att en stjärnas livslängd avtar exponentiellt när massan ökar, vil-

Den beboeliga zonen runt en stjärna

På vilka planeter kan flytande vatten klara sig? Det beror både på avståndet mellan planeten och sin stjärna, och hur varm stjärnan är. Några av planeter som hittats hittills ligger lagom långt ut från sina stjärnor, som också jorden och Mars gör. Här finns även Venus som referens. Mer forskning behövs innan vi kan vara säkra på att dessa planeter verkligen liknar jorden.



Bakgrundsbild: Sådär föreställer sig rymdkonstnären Martin Kornmesser planeten HD 85512 b, vars upptäckt offentliggjordes 2011.

solen. I vårt solsystem har vi exempel på steniga planeter med olika sammansatta atmosfärer; Mars har t.ex. en tunn atmosfär med en totalt annorlunda blandning av grundämnen, och Venus har den absolut tätaste atmosfären av de jordlika världarna. Lyckligtvis kan vi studera atmosfärerna hos avlägsna planeter. Om vi har turen att befinna oss på rätt ställe för att se en jordlik planet passera framför sin värdstjärna (en s.k. transit), så skulle vi kunna studera det stjärnljus som tränger igenom planetens atmosfär och undersöka atmosfärens sammansättning. Tyvärr måste vi kunna se planeten passera framför stjärnan mer än en gång, och för jordstora planeter i jordbaneliknande banor skulle det ta många år i anspråk.

Vi kan alltså dra slutsatsen att upptäckten av en verklig jordmotsvarighet är ett enormt åtagande för människorna. Även om vi hittar jordstora planeter runt solliknande stjärnor med banor liknande jordens, så skulle det inte garantera att vi hittat en tvilling till jorden. För att hitta en sådan planet måste vi alltså kontinuerligt observera hundratusentals stjärnor i årtal. Ju fler stjärnor vi observerar, desto fler jorden 2.0-kandidater borde också upptäckas.

Eftersom vi tillhör dem som aktivt letar efter andra världar kan vi intyga hurdan nivån på utmaningen att hitta en andra jord verkligen är. Det är helt nödvändigt att vara medlem i forskarlag och internationella samarbeten för att öka våra chanser att hitta jorden 2.0, då det krävs tvärvetenskaplig expertis för att gå i land med denna mångskiftande uppgift.

Vår tid är nu

De bra nyheterna är att detta är en underbar tid när tekniken börjar komma ifatt vår fantasi. Rymdteleskop som Gaia och PLATO tillsammans med instrument som ESPRESSO på marken kommer att göra det möjligt för oss att upptäcka tusentals nya världar under de kommande åren. Av dem kommer flera tiotal att ha egenskaper liknande jordens. Under tiden kommer en del andra instrument, som rymdteleskopen James Webb och ARIEL, att göra det möjligt för oss att få reda på vilka de strängaste kraven som en planet måste uppfylla för att få äran att kallas jorden 2.0.

Det som är allra mest spännande när vi söker efter en jorden 2.0 och gör alla dessa upptäckter är ändå detta: att vi lär oss mycket mer om hur unik den planet vi kallar vårt hem verkligen är. ★



FOTO: OSCAR BARRAGÁN

ISKRA GEORGIEVA är doktorand i astronomi vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. OSCAR BARRAGÁN är forskare vid Oxfords universitet i Storbritannien. Båda ingår i internationella forskarlag som arbetar med de främsta rymdteleskop som letar exoplaneter, bland dem rymdaktella Cheops och framtidens PLATO.

DIAGRAM: EFTER PLANETARY HABITABILITY LABORATORY, NASA/JPL OCH CHESTER HARMAN

ket innebär att ju tyngre stjärnan är, desto fortare gör den av med sitt kärnbränsle. Så skulle till exempel en stjärna med 30 % större massa än solen vara i slutskedet av sitt liv när den nått samma ålder som solen har nu. Så en stjärna måste vara lätt nog för att ha tillräckligt lång livstid så att planeter kan utvecklas. En stjärnas livslängd påverkar också dess beboeliga zon (avståndet mellan planet och stjärna där flytande vatten kan finnas på planetytan) – även om alla villkor vore uppfyllda och en jordliknande planet kom till runt en tyngre stjärna, så skulle dess beboeliga zon förskjutas utåt långt innan stjärnans sista livsstadier infaller och så göra planeten obebodig. Dessutom sänder en tyngre stjärna ut mer högenergetisk strålning som är skadlig för liv. Å andra sidan sänder en mindre stjärna ut mindre strålning i de våglängdsområden som behövs för fotosyntes. Det skulle göra det mycket svårare för liv så som vi känner till det att utvecklas där.

Skydd från partikelstormar

Medan den är ganska genomsnittlig för att vara en stjärna, så är solen ovanlig på det sättet att den är en lugn, inte särskilt aktiv stjärna – den varierar inte mycket i sin energiutstrålning eller flammor upp våldsamt alltför ofta. Så är det inte med de flesta stjärnor, i synnerhet inte de



BAKGRUNDSBILD: NASA/JPL-CALTECH/AR. HURT (SSC/CALTECH)

Fler supernovaexplosioner och mer farlig strålning: i mitten av en galax som vår kan liv ha svårare att klara sig. Den beboeliga zonen i Vintergatan är svår att tillförlitligt räkna fram, men kan sträcka sig från lite innanför solens omloppsbana vid 25 000 ljusår ut mot cirka 50 000 ljusår från mitten. Illustrationen visar hur astronomer tror att galaxen ser ut utifrån.

lättare. Hur som helst, vare sig aktiv eller lugn, skulle en planet behöva en magnetosfär för att böja av och så skydda den från skadlig strålning och högenergetiska partiklar som den utan tvivel måste utsättas för. En kraftig magnetosfär är också en viktig faktor när det gäller att behålla en stabil atmosfär.

En annan viktig aspekt som vi skulle behöva undersöka är vår planets läge i vår galax Vintergatan. På samma sätt som en planet måste befinna sig i sin stjärnas beboeliga zon för att kunna hysa flytande vatten, måste en stjärna befinna sig i sin galax beboeliga zon, dvs. inte alltför nära den tätt besatta strålningsintensiva galaxkärnan med dess starka potential att sterilisera en planet som råkar bildas där och/eller störa dess bana. Å andra sidan avtar metallhalten ut mot de yttre regionerna av Vintergatan, så jorden 2.0 torde kretsa kring en stjärna i vad som kallas Vintergatans Guldlocks-zon, ungefär ”den galaktiska beboeliga zonen”.

Schysst atmosfär

En annan verkligt viktig provosten i letandet efter en jordens tvilling är planetens atmosfär. Jordens atmosfär är livsviktig, inte bara för att den tillhandahåller den luft vi andas, men den absorberar också skadlig strålning från