2533

DET MYSTISKE UNIVERSET

UTFORSK VERDENSROMMETS STØRSTE GÅTER

NY FORSKNING & FENGSLENDE FAKTA

HVA SKJULER OORTS SKY?

I SOLSYSTEMETS YTTERKANT

JAKTEN PÅ ALIENS

SORTE HULL

FANTES DET EN GANG VANN PÅ MARS?

UTFORSK DEN RØDE PLANETEN

KAN SATURNS MÅNER OPPRETTHOLDE LIV?

bc | 2967 | 028 | FAKTA

GALAKSER | MULTIVERS | BIG BANG | EKSOPLANETER | SLUTTEN



DET MYSTISKE UNIVERSET

Norsk utgave 2025 © Orage AS

ISBN: 978-82-8447-594-3

Norsk redaksjon

Redaktør: Inger Marit Hansen

Grafisk produksjon: Espen Liland

Utgitt av

Orage AS
Jarlsøveien 50
3124 Tønsberg, Norge

+47 47 46 60 00
post@orage.no
www.orage.no

Salgsansvarlig

Øystein Berg

+47 909 61 959
berg@orage.no

Trykk

Trykket hos Ålgård offset, Artko AS

Alle Orages produkter trykkes ved svanemerkede trykkerier.

This publication is published under licence from Future Publishing Limited. All rights in the licensed material belong to Future Publishing Limited and it may not be reproduced, whether in whole or in part, without the prior written consent of Future Publishing Limited.
©2025 Future Publishing Limited.
www.futureplc.com

Originaltittel

Mysteries of Space
© Future Publishing Limited

DET MYSTISKE UNIVERSET



VELKOMMEN

Verdensrommet pirrer fantasien og forskertrangen til svært mange mennesker. Opp gjennom historien har modige astronauter, ingeniører, astronomer og forskere gjort utallige banebrytende oppdagelser som har hjulpet oss til å forstå vår plass i universet. Når det er sagt, er det likevel så mange ubesvarte spørsmål og oppdagelser der ute, og som holder oss i ånde fortsatt.

I dette bokasinet vil vi sette mange av disse mysteriene under lupen. Vi utforsker mysteriene rundt big bang, undersøker galaktiske gåter som svarte hull og kvasarer, og stiller spørsmål om gåter litt nærmere oss, som hvordan månen vår ble dannet. Men det er ikke alt: Vi skal fordype oss i den alltid spennende jakten på utenomjordisk liv og fundere på om menneskeheten kommer til å sette sin fot på en annen planet, og vi tar for oss eksistensielle temaer som universets undergang og teorien om hvorvidt vi lever i et multivers.

Så spenn deg fast og gjør deg klar til å stupe ut i noen av universets største mysterier!

© Adobe Stock; Shutterstock



INNHOLD

08 KOSMISKE GRUNNPRINSIPPER

Vi går bakom hemmeligheten om universets opprinnelse og elementære krefter.

10 BIG BANG-MYSTERIET
Velkommen til starten på det hele, universets mystiske fødsel.

18 MØRKE KREFTER
Det er ikke lett å avdekke hva mørk materie og mørk energi faktisk er.

24 TIDENS MYSTERIUM
Utvid din oppfatning av tid utover den menneskelige opplevelsen.

28 SOLSYSTEMET

Vi avdekker mysteriene i vårt eget lokale stjernesystem.

30 HVORDAN BLE MÅNEN DANNET?
Vi utforsker det som kan være den viktigste kollisjonen i jordens historie.

36 PLANET 9
Finnes det en hemmelig planet som utøver sin innflytelse bortenfor Neptun?

42 MARS' MYSTERIER
Den røde planetens hemmeligheter kan gjøre oss i stand til å leve på den.

48 KAN SATURNS MÅNER OPPRETTHOLDE LIV?
Enceladus og Titan er gode kandidater for mikroskopisk liv.

54 OORTS SKY
I utkanten av solsystemet vårt ligger denne mystiske tidskapselen.

60 KAN MENNESKET SETTE SIN FOT PÅ EN ANNEN PLANET?
De siste fremskrittene innen romfart gir oss grunn til begeistring.













68 GÅTEFULLE GALAKSER

Vi drar på oppdagelsesferd utenfor solsystemet og ut i universet.

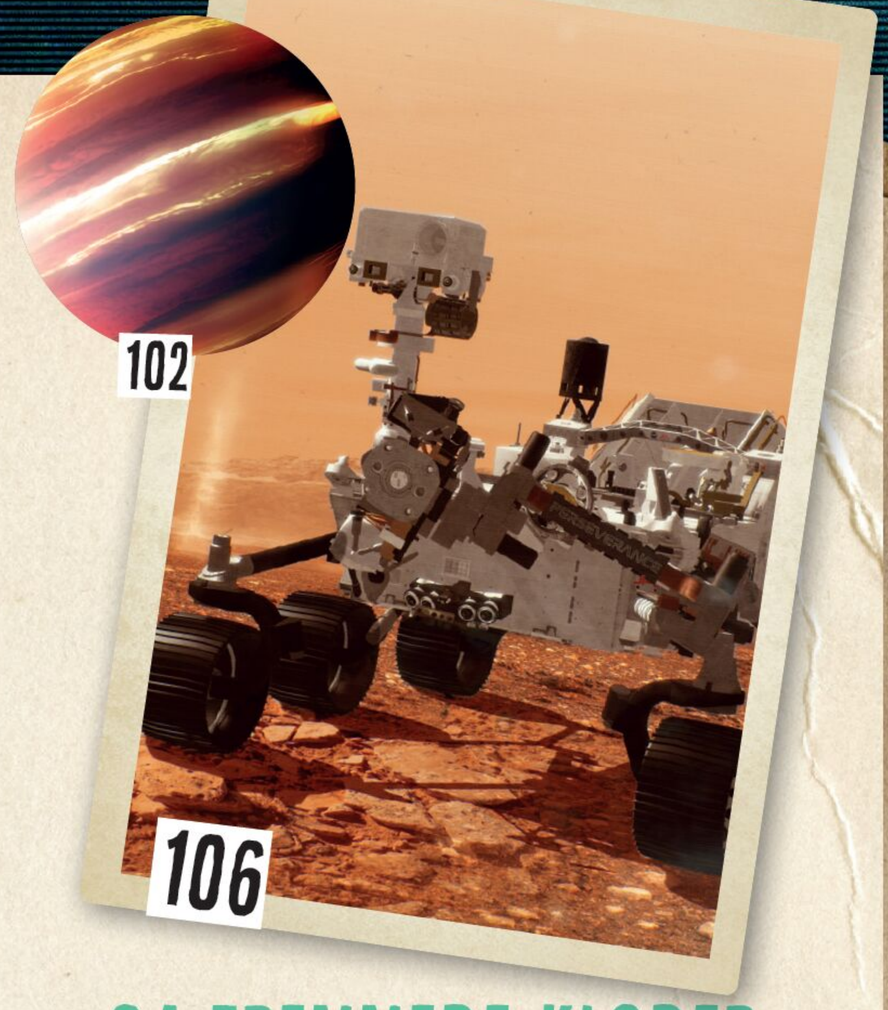
70 HVORDAN DANNES GALAKSER?
Astronomene kan nå tegne et bilde av stjernesystemenes opprinnelse.

76 SORTE HULL
La deg forbløffe over fenomenet som sluker alt.

82 KVASARER
Universets kosmiske fyrtårn holder på sine hemmeligheter.

86 TEORIEN OM GREAT ATTRACTOR
Galakser trekkes mot et bestemt område i verdensrommet … men av hva?

90 NÅR GALAKSER KOLLIDERER
Disse kosmiske krasjene kan gi oss ledetråder til hvordan universet ble dannet.



94 FREMMEDE KLODER

Er menneskeheten alene, eller finnes det romvesener på ekstrasolare planeter?

96 EKSOPLANETER
Disse fremmede planetene byr på ubegrensede muligheter.

102 VANDRERPLANETER
Hvilke hemmeligheter skjuler disse ensomme omstreiferne?

106 SØKEN ETTER LIV PÅ ANDRE PLANETER
Vi utforsker mulighetene for at mennesket noen gang vil møte liv utenfor jorden.

114 FERMIS PARADOKS
Hvis det finnes intelligent liv der ute, hvorfor har de ikke kontaktet oss?

120 I RANDSONEN

Vi dykker ned i noen av de største spørsmålene som får ekspertene til å klø seg i hodet.

122 HVOR STORT ER UNIVERSET?
Gjør deg klar for noen astronomiske tall på vårt evig ekspanderende univers.

126 HVOR VIL UNIVERSET ENDE?
Alle gode ting må ta slutt en gang … og det er best å være forberedt.

134 VELKOMMEN TIL MULTIVERSET
Du er kanskje ikke den eneste versjonen av deg som leser dette akkurat nå.

136 VERDENSROMMETS STØRSTE MYSTERIER (SOM VI HAR LØST)
Astronomien har kommet langt, så la oss gå gjennom noen av milepælene.

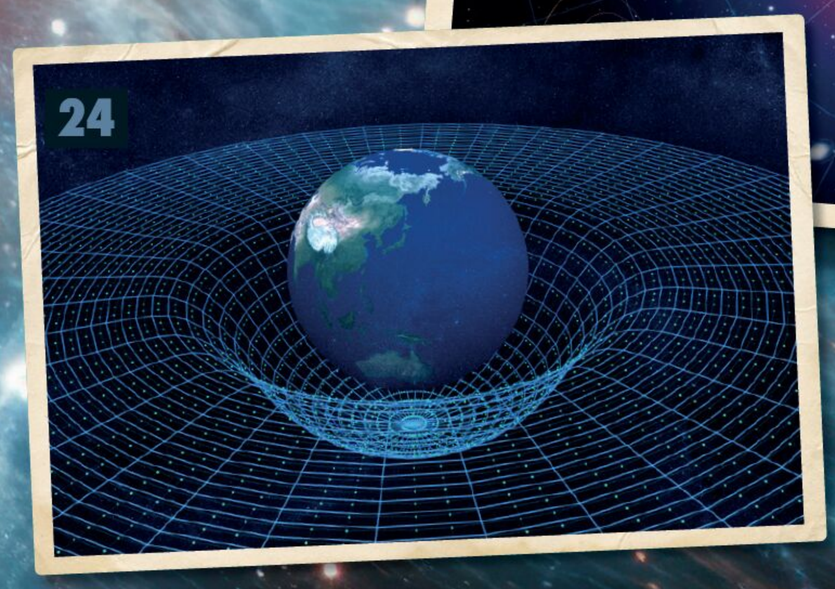
© Adobe Stock; Getty; Alamy; NASA

KOSMISKE GRUNNPRINSIPPER

Vi ser nærmere på universets opprinnelse og elementære krefter.







10 BIG BANG-MYSTERIET
18 MØRKE KREFTER
24 TIDENS MYSTERIUM

© Adobe Stock; Getty; Alamy

BIG-BANG MYSTERIET

Menneskeheten har støtt på mange mysterier om universet, men det viktigste er Big Bang. Her finner vi ut mer om hvordan universet begynte med et smell.

SKREVET AV KATHERINE BEBO

Hvis du googler «The Big Bang theory», kan vi tenke oss at de første resultatene vil handle om den amerikanske sitcom-serien som følger livene til en gruppe naturfagnerder som har gått på Tv siden tidlig 2000-tall. Men det *faktiske* big bang er mye mer imponerende – og betydelig eldre. Denne enorme eksplosjonen fant angivelig sted for 13,8 milliarder år siden – og det er tross alt ganske lenge siden. Og uten den ville ikke verden slik vi kjenner den, eksistert. Uten big bang ville det ikke vært noen stjerner, ingen galakser, ingen planeter, ingen jord, ingen mennesker ... ingenting. Det finnes mange teorier om hvordan big bang oppsto. Var det en kollisjon? Et glimt av energi? Var det en hendelse i et multivers? Kanskje var det en høyere makt som satte det i gang? Her skal vi utforske alle disse spørsmålene – og mer til – og også se tilbake på hva som potensielt skjedde før og etter Big Bang.

Vi skal se på universets raske ekspansjon og stille spørsmål ved det faktum at det fortsatt utvider seg. Hva om det aldri stopper? Eller, enda verre, hva om den gjør det? Skjer big bang fortsatt? Vil det noen gang reversere? Akkurat som verdensrommet er uendelig, er også antallet spørsmål det reiser, uendelig. Det rommer noen av de mest fascinerende, spennende og sprø tingene som finnes, og et dypdykk i verdensrommet vil åpne øynene dine, forbløffe tankene dine og blåse deg av banen i forundring. Er du klar til å oppdage hvordan det hele begynte?

Navnet «Big Bang» ble skapt av Fred Hoyle, opprinnelig som en måte å latterliggjøre teorien på.

© Adobe Stock; Getty

HVA FORÅRSAKET BIG BANG?

Forestill deg ingenting: et fullstendig fravær av materie. Det er slik universet vårt så ut – eller ikke så ut – for mange milliarder år siden. Eller var det slik? Spørsmålet om hva som eksisterte før big bang, har fått forskere til å kløe seg i hodet siden teoriens begynnelse, og det er fortsatt et omdiskutert vitenskapelig tema i dag. Kanskje fantes det ingenting, eller kanskje fantes det et annet univers – eller en annen versjon av vårt eget. Kanskje fantes det en mengde universer, hvert med sine egne fysiske lover. Det er faktisk ingen som kan si det med sikkerhet. Det vi imidlertid vet, er at universet vårt, slik vi kjenner det, ikke eksisterte før big bang og nå gjør det det. Så spørsmålet gjenstår: Hvordan ble vårt fantastiske, forbløffende, skremmende, herlige, overveldende, vidunderlige, dramatiske, enorme, uendelige univers til? Det finnes mange fascinerende teorier om hva som forårsaket big bang.

Den første vi skal se på, er konseptet med kvantefluktuasjoner – tilfeldige endringer i energinivåene til punkter i rommet. Tanken her er at big bang oppsto som følge av en kvantefluktuasjon i et allerede eksisterende «kvantevakuum». I kvantefysikken er selv ikke et vakuum helt tomt, men inneholder midlertidige partikler og energier som dukker opp og forsvinner fra eksistensen. På denne måten kan en liten fluktuasjon – eller et tilfeldig glimt av energi – ha skapt big bang.

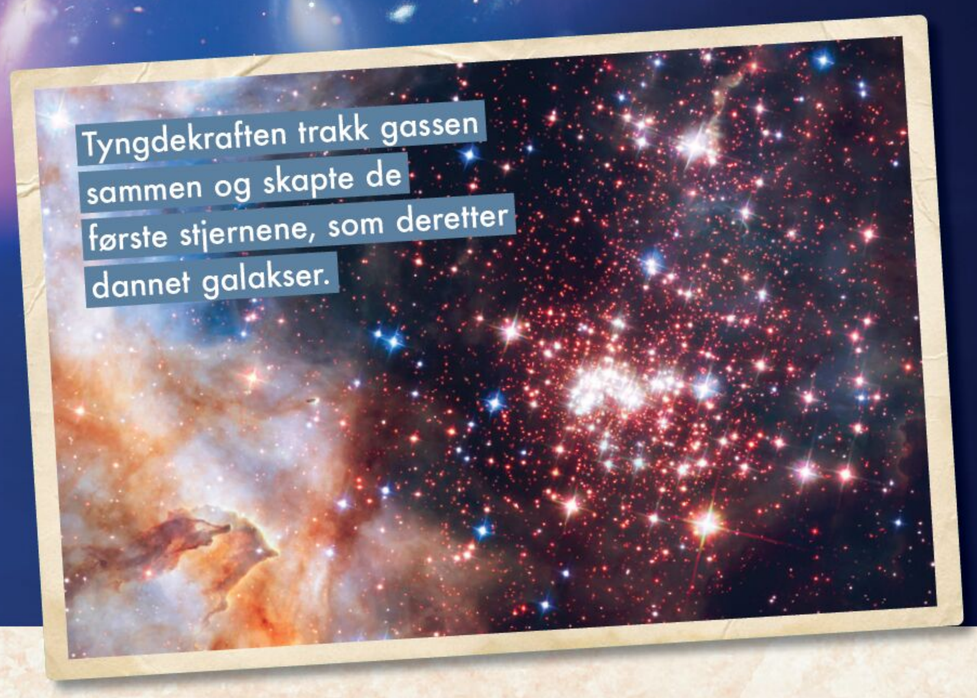
Samtidig antyder «Big Bounce»-teorien at big bang ikke var universets begynnelse, men snarere en overgang. I stedet for at universet startet fra ingenting, antyder big bounce at universet før big bang befant seg i en tidligere fase der det hadde krympet eller kollapset. Da det kollapset til en utrolig tett og liten tilstand, «spratt» universet tilbake og begynte å ekspandere utover, i stedet for å være slutten på alt. Denne rekylen – «spretten», eller «bounce» – var big bang. Denne ideen antyder at universet kan gå gjennom endeløse sykluser av kollaps og gjenfødelse. Hvor mange sykluser universet har gått gjennom, er det ingen som vet.

En annen teori er Brane Collision, som går ut på at big bang ble forårsaket av en kollisjon mellom to massive, usynlige «braner» (forkortelse for membraner) som svevde i et høyere dimensjonalt rom. Disse branene var som gigantiske, fleksible ark som beveget seg gjennom ekstra dimensjoner. Når to braner kommer for nær hverandre og kolliderer, skaper energien fra kollisjonen en kraftig eksplosjon – big bang.

Men hva om vårt univers ikke er det eneste? Noen forskere tror at det finnes et «multivers», som en endeløs fabrikk som stadig skaper nye universer. Ifølge denne ideen var big bang bare én av disse skapelsene, et mindre univers som ble født ut av dette større systemet. I et annet univers kan gravitasjonen fungere


Et diagram som viser universets utvikling etter big bang.

Teoretikere hevder at universet vårt er ett av mange i en syklus av død og gjenfødelse.


Tyngdekraften trakk gassen sammen og skapte de første stjernene, som deretter dannet galakser.



«UNIVERSET VÅRT SLIK VI KJENNER DET, EKSISTERTE IKKE FØR BIG BANG»

annerledes, det kan være at det ikke finnes lys, eller at tidslinjene ikke fungerer som de skal. Multivers-teorien innebærer at big bang bare er én av mange lignende hendelser, med universer som stadig dannes, utvikler seg og sameksisterer.

Teologer mener at big bang var et resultat av en tilsiktet skapelseshandling utført av et guddommelig eller overnaturlig vesen, i kristendommen kalt Gud. Ifølge dette synet markerer big bang det øyeblikket da universet – inkludert rom, tid og, ja, alt – ble skapt av dette vesenet. Teorien fokuserer mer på å svare på «hvorfor» bak big bang enn på «hvordan». Fysikkens lover, universets fininnstillinger og livets fremvekst blir ofte sett på som bevis på målrettet design: Ting fungerer så sømløst sammen – ifølge denne teorien kan det ikke være en tilfeldighet.

Alle disse teoriene er veldig gode, men forfatteren Terry Pratchett oppsummerte det kanskje best i romanen *Lords And Ladies*: «Den nåværende kunnskapsstatus kan oppsummeres som følger: «I begynnelsen var det ingenting, som så eksploderte.»

HISTORIEN OM UNIVERSET OPPSUMMERT

BIG BANG (13,8 MILLIARDER ÅR SIDEN)

Universet begynner som et varmt, tett og lite punkt. I løpet av brøkdelen av et sekund oppstår den kosmiske inflasjonen, som ekspanderer eksponentielt og legger grunnlaget for alt som følger.

ATOMDANNELSE (380 000 ÅR ETTER BIG BANG)

Etter hvert som universet kjøles ned, kombineres protoner og elektroner for å danne de første atomene, hovedsakelig hydrogen og helium.

STJERNER OG GALAKSER BLIR FØDT (200 MILLIONER ÅR ETTER BIG BANG)

Tyngdekraften trekker gasskyer sammen og tenner de første stjernene. Grupper av stjerner danner de tidligste galaksene og lyser opp det en gang så mørke universet.

SOLSYSTEMETS BEGYNNELSE (4,6 MILLIARDER ÅR SIDEN)

Solen og planetene dannes fra en virvlende sky av gass og støv i galaksens Melkeveien.

FREMVEKSTEN AV LIV PÅ JORDEN (3,5 MILLIARDER ÅR SIDEN)

Enkle livsformer dukker opp på jorden og utvikler seg over milliarder av år til de komplekse økosystemene vi ser i dag. Mennesket dukket opp for rundt 300 000 år siden.

UNIVERSET NÅ OG I FREMTIDEN

Universet fortsetter å utvide seg. Universets skjebne avhenger av den mørke energien, som enten kan føre til uendelig ekspansjon eller en dyster slutt som Big Crunch.

© Adobe Stock; Getty; NASA

KOSMISK INFLASJON

UNIVERSETS LYNRASKE VEKST

Ifølge big bang-teorien begynte universet som ett enkelt punkt. Alt var ekstremt tettpakket, og etter eksplosjonen begynte all materie å skyte utover i alle retninger i en rasende fart. I de første øyeblikkene etter big bang var universet omtrent 5,5 milliarder grader varmt og vokste raskere enn lysets hastighet. I løpet av denne perioden ble universets størrelse minst 90 ganger større. På under ett blunk ekspanderte en flekk mindre enn størrelsen på et proton til størrelsen på en grapefrukt. Dette fenomenet har fått navnet kosmisk inflasjon.

Universets raske ekspansjon jevnet ut alle uregelmessigheter og gjorde det ensartet i alle retninger. Da den raske kosmiske inflasjonen var over, fortsatte universet å ekspandere langsommere og kjølnet ned nok til at materie og stråling kunne danne begynnelsen på galakser. Som så mange andre ting i vårt dypt gåtefulle kosmos er den eksakte årsaken til inflasjonen fortsatt omdiskutert blant forskerne, men den skyldtes sannsynligvis et spesielt energifelt kalt «inflasjonsfeltet», som dominerte universet i dets tidligste øyeblikk. Energien i dette feltet fikk selve rommet til å ekspandere eksponentielt. Da inflasjonen opphørte, ble energien i feltet omdannet til partikler, noe som skapte den varme suppen av materie og stråling som fulgte.

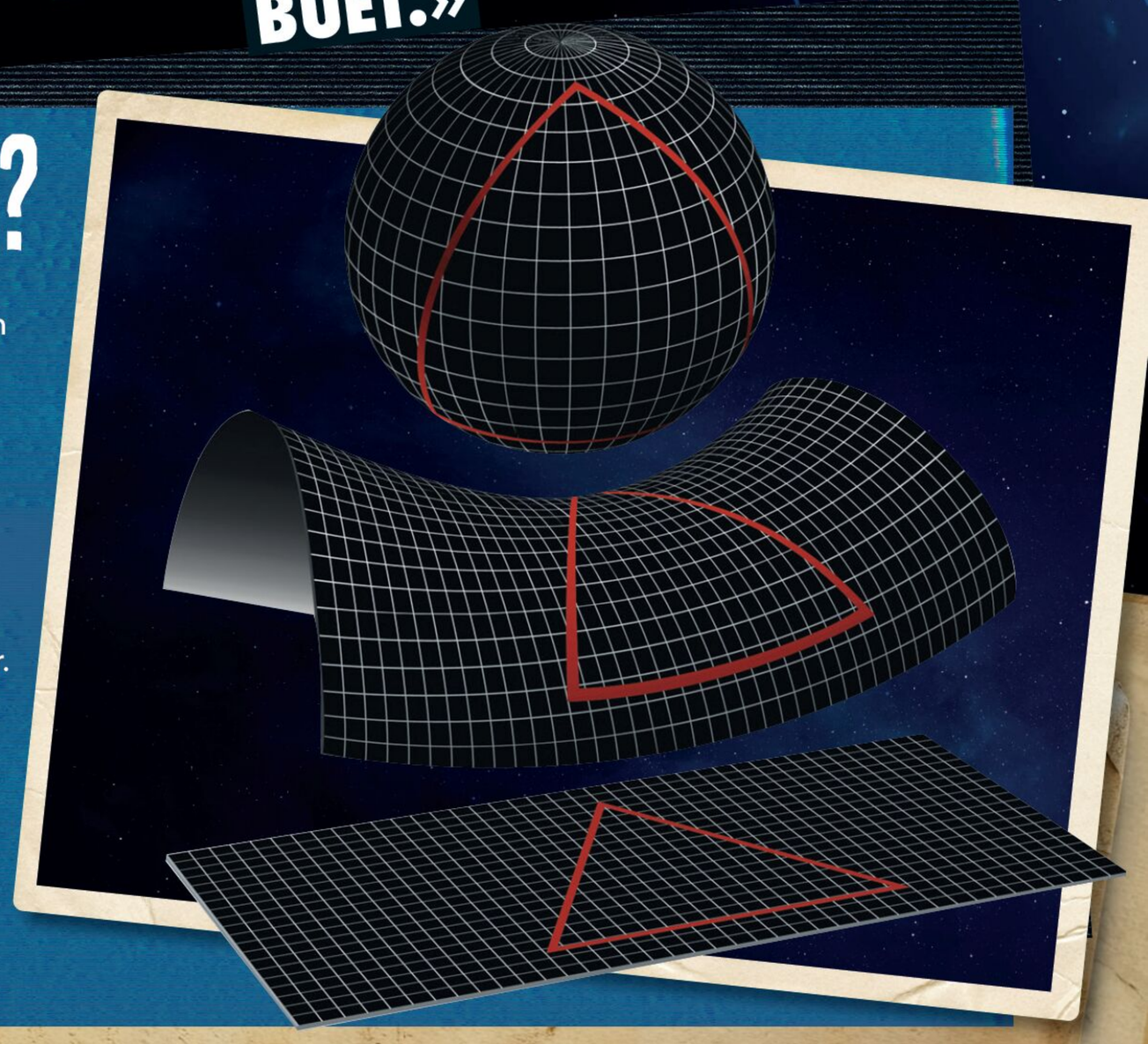
Så hvorfor er det så viktig å forstå den kosmiske inflasjonen? Jo, hvis man finner nøkkelen til dette fenomenet, kan det bidra til å «løse» flere av kosmologiens store gåter. Det ville forklare «horisontproblemet». Som vi nevnte tidligere, er universet bemerkelsesverdig ensartet i alle retninger, men uten inflasjon ville fjerne regioner i universet ikke vært i stand til å interagere for å utjevne temperaturen. Inflasjonsteorien forklarer imidlertid hvordan de kunne ha kommet nærmere hverandre.

«INFLASJON FORKLARER HVORFOR UNIVERSET FREMSTÅR FLATT I STEDET FOR BUET.»

ER UNIVERSET FLATT?

Kort sagt, ja. Ved nærmere ettertanke, sannsynligvis. Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) har levert data som bekrefter at universet er flatt, med en feilmargin på 0,4 %. Hvis universet har en krumning, er den for liten til å kunne oppdages med våre nåværende måleinstrumenter. Selv om universet er ufattelig stort, er formen ganske enkel: flatt, uendelig og utstrakt i alle retninger. Det følger de grunnleggende geometriske reglene: Parallelle linjer forblir parallelle, og vinklene i en trekant summerer seg til 180 grader.

Forskerne fant dette ved å studere lyset som er igjen etter big bang, kjent som den kosmiske bakgrunnsstråling (CMB). Mønstrene i dette lyset – observert fra satellitter som WMAP og Planck – viser at universet ikke er krummet som en kule eller en sadel. Det er flatt. Det betyr også at universet har akkurat den rette mengden materie og energi til å balansere ekspansjonen perfekt.



Det antas at universet ekspanderte eksponentielt før det bremset ned til det vi kjenner i dag.

Inflasjonen forklarer hvorfor universet ser flatt ut (i stedet for krummet) ved å strekke ut rommet i så stor skala at enhver krumning blir ubetydelig.

Det forklarer også hvorfor vi ikke ser noen av de tunge partiklene som teoriene om det tidlige universet forutså, fordi inflasjonen ville ha fortynnet dem til nesten ikke-eksistens. Universet startet som et enkelt punkt med tettpakkede «ting», så begynte det å ekspandere og sluttet ikke å ekspandere. Så hvordan ble stjerner, planeter, kometer, asteroider, galakser og alt annet i verdensrommet til? Da universet startet sin reise, var det bare en haug med små, varme partikler (nøytroner, elektroner og protoner) blandet med energi og lys. Etter hvert som ting begynte å ekspandere og ta opp mer plass, ble de mindre varme. Partiklene grupperte seg sammen og dannet atomer. Så grupperte atomene seg sammen. Til slutt dannet grupper av atomer stjerner og galakser. Disse første stjernene skapte større og mer komplekse atomer, og deretter grupper av atomer som ble kalt molekyler. Flere stjerner ble skapt. Samtidig ble galakser gruppert sammen. Etter hvert som nye stjerner ble født og døde, ble det dannet kosmisk avkjølte ting som planeter, asteroider, kometer og svarte hull.

Alt dette er ekstremt forvirrende, og ingen kan helt forklare hvordan det hele oppsto, eller hvordan universet kunne utvikle seg på den måten det gjorde. Men det er bred enighet om at den kosmiske inflasjonen var en kort, men kritisk fase som la grunnlaget for det gigantiske universet vi kjenner i dag.

Selv om detaljene fortsatt justeres, debatteres og granskes, og mange spørsmål fortsatt er ubesvarte, er inflasjonen en av de beste forklaringene på universets raske og forbløffende begynnelse.

© Adobe Stock; Alamy; NASA

Universet utvider seg fortsatt den dag i dag, noe som støtter teorien om big bang.

UNIVERSET BREMSER OPP

En gang i tiden trodde alle at jorden var flat. Men etter hvert som ny informasjon kom frem, ble denne oppfatningen vitenskapelig motbevist. I den senere tid har det blitt samlet inn nye data som setter spørsmålstegn ved forskernes forståelse av hvordan de tidligste galaksene ble dannet. James Webb-romteleskopet (JWST) har oppdaget såkalte «universbremser» – seks galakser som virker ufattelig massive eller utviklede for sin plass i universets tidslinje (de har blitt datert til en tid da universet bare var 3 % av sin nåværende alder). Disse «universbremsene» trosser forventningene til hvor raskt stjerner, galakser og kosmiske strukturer burde ha blitt dannet i det tidlige universet, noe som betyr at vår forståelse av de første milliardene år av kosmisk historie og universets utvikling må revurderes.



SKJER BIG BANG FORTSATT?

«UNIVERSET UTVIDER SEG MED RASKERE FART ENN OPPRINNELIG ANTATT.»



JADES-GS-z13-0 er en galakse med høy rødforskyvning observert av JWST og eksisterte like etter big bang.

Et spørsmål forskerne stiller seg i dag, er om big bang er et pågående fenomen. Selv om «hovedhendelsen» big bang fant sted for 13,8 milliarder år siden, er virkningene fortsatt rundt oss i dag, og vi nyter nachspielet og nekter å ta på jakken og ringe etter en taxi. En måte vi fortsatt kan se effektene av big bang på, er den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB), et slags «ekko» fra eksplosjonen, som fortsatt finnes overalt i universet. Denne strålingen bidrar ikke bare til å bevise at big bang faktisk skjedde, men hjelper også astronomene med å bestemme universets alder og sammensetning.

En annen ettervirkning av big bang er at universet fortsatt utvider seg og strekker seg lenger ut. Forestillingen om at universet utvider seg, ble utviklet i 1927 av den belgiske astronomen (og presten) Georges Lemaître. To år senere la den amerikanske astronomen Edwin Hubble merke til at andre galakser beveget seg bort fra oss: De galaksene som var lengst unna, beveget seg med høyere hastighet. Dette førte til konklusjonen om at universet fortsatt ekspanderte. Dette støttet ideen om big bang: Hvis ting nå beveger seg fra hverandre, må de en gang ha vært svært tett sammen.

På midten av 1990-tallet ble det oppdaget at universet utvider seg raskere enn opprinnelig antatt, og noen mener at årsaken til dette er mørk energi. Denne mystiske kraften som presser alt fra hverandre, kan føre til universets undergang. Forskere har vært opptatt med å teoretisere om nøyaktig hvordan dette kan skje, og forsøkt å finne ut om big bang noen gang kan «snu».

«Big Crunch»-teorien går ut på at universet på et eller annet tidspunkt vil slutte å utvide seg, begynne å krympe og bli ekstremt varmt og tett. Til slutt vil alt bli komprimert til et lite punkt – omtrent slik Big Bang begynte – og kollapse inn i seg selv.

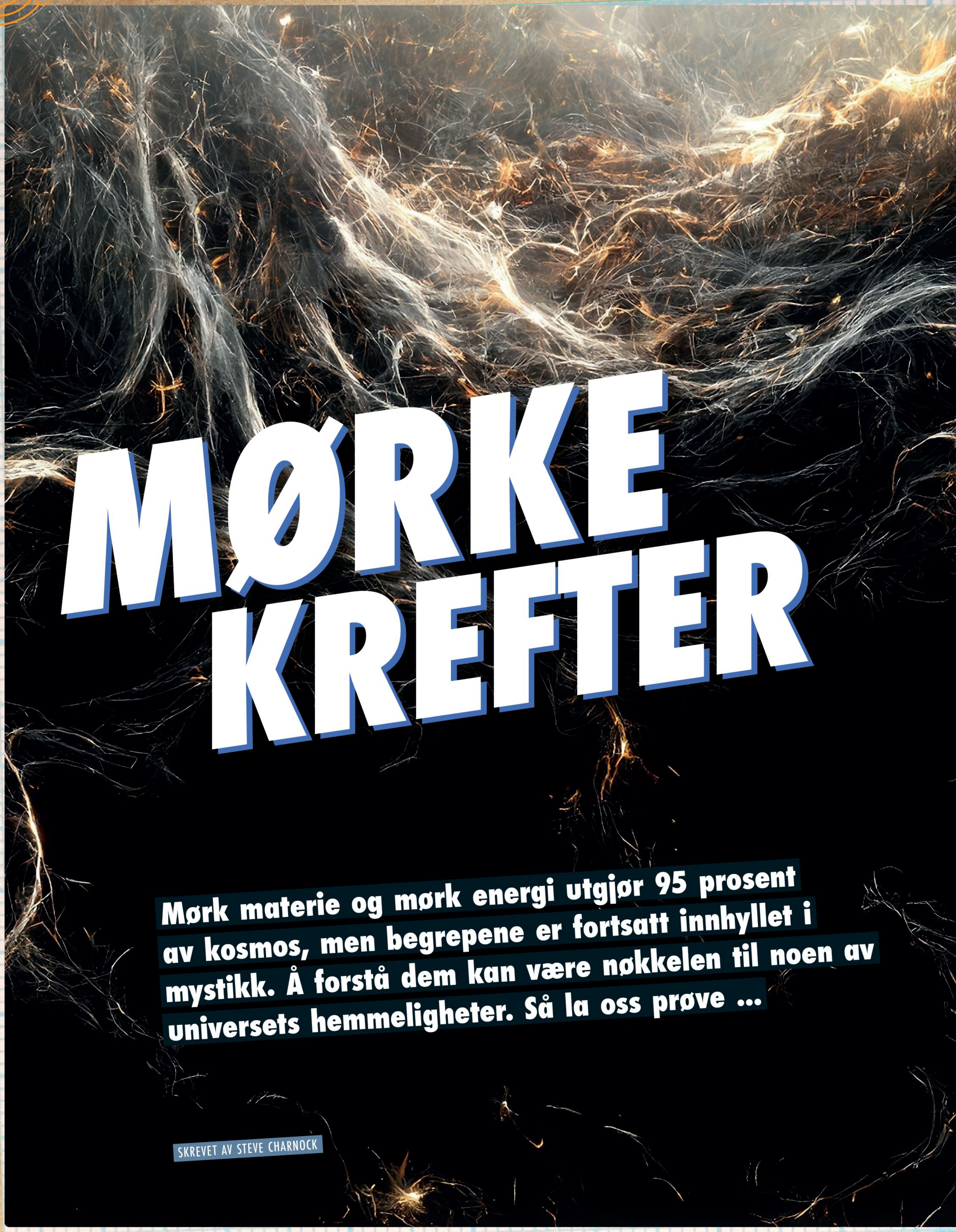
En annen teori, Big Freeze, går ut på at hvis ekspansjonen fortsetter, kan universet potensielt fortsette å strekke seg ut i det uendelige. Varmen vil forsvinne etter hvert som stjerner, galakser og planeter trekkes fra hverandre. Varmen vil fortsette å avta, og stjernene vil gå tomme for drivstoff helt til temperaturen når det absolutte nullpunkt, og ingenting nytt kan bli født. Alt som fortsatt eksisterer, slukkes sakte, og overalt blir det mørkt, kaldt og livløst: en tilstand som kalles kosmisk varmedød.

I mellomtiden utforsker Big Rip-teorien den mørke energien og hvorvidt den vil få ekspansjonen til å akselerere så mye at alt – galakser, stjerner, planeter, atomer – blir revet fra hverandre. Til slutt når universet et punkt der all materie og energi er fullstendig revet fra hverandre, og ingenting er igjen.

Den siste teorien vi skal diskutere her, er Big Slurp. Den går ut på at vi lever i et skjørt, falskt vakuum som kan være svært ustabilt, og som kan bli utsatt for en katastrofal kjedereaksjon der et alternativt univers med et ekte vakuum samvirker med vårt ustabile univers. Hvis dette alternative universet har en lavere energitilstand enn vårt, vil energien fra vårt univers med høyere energi strømme inn i det stabile universet med lav energi. Interessant nok hevder denne teorien at dette bare kan påvirke en del av vårt univers, i motsetning til andre teorier som innebærer ødeleggelse av alt vi kjenner.

Ble du redd nå? Prøv å ikke bli for deprimert. Akkurat som livet på jorden er uforutsigbart, er universets skjebne ikke annerledes. Ingen vet hvordan universets fremtid vil se ut om milliarder av år, så la oss prøve å nyte reisen mens vi kan.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA; CSA



MØRKE KREFTER

Mørk materie og mørk energi utgjør 95 prosent av kosmos, men begrepene er fortsatt innhyllet i mystikk. Å forstå dem kan være nøkkelen til noen av universets hemmeligheter. Så la oss prøve ...

SKREVET AV STEVE CHARNOCK

Se for deg at du prøver å løse et spesielt vanskelig puslespill når du bare har 5 % av brikkene i esken. Litt vanskelig, ikke sant? Jo, det er det. Det er i bunn og grunn det astronomene må kjempe med når det gjelder å forstå universet. Alt vi kan se, ta på og måle – fra stjerner, planeter, meteoritter, kometer og galakser – er bare en liten brøkdel av det som faktisk finnes der ute. Og resten? Det er for det meste mørk materie og mørk energi: to usynlige krefter som former kosmos på måter vi først nå er i ferd med å forstå.

Mørk materie fungerer som et usynlig lim som holder galaksene sammen og sørger for at de roterer uten å fly fra hverandre. Uten den kunne universet bokstavelig talt kollapse inn i seg selv. Litt av en tanke.

Mørk energi, derimot, er enda merkeligere. Det er den usynlige kraften som styrer universets stadig akselererende ekspansjon, og som tilsynelatende trosser tyngdekraften. Til sammen står disse mørke og ukjente kreftene for så mye som 95 % av universets totale masse og energi.

Forskere har lenge vært forundret over disse fenomenene. Selv om man kan slutte seg til deres eksistens ut fra hvordan de påvirker det synlige universet, har de aldri blitt oppdaget direkte. Dette gjør studiet av dem nesten latterlig komplisert.

Hvorfor er det så viktig å forstå mørk materie og mørk energi? Fordi de kan inneholde svarene på grunnleggende spørsmål om universets opprinnelse, utvikling og til og med dets endelige skjebne.

Nye gjennombrudd gir spennende ledetråder. Ved hjelp av teknologi som det avanserte James Webb-romteleskopet og alt det banebrytende eksperimentelle arbeidet ved CERNs Large Hadron Collider utforsker forskere nye måter å kaste lys over disse kosmiske gåtene på. Innsatsen kunne heller ikke vært større: Å løse mysteriene om mørk materie og mørk energi kan forandre vår forståelse av fysikk, rom, tid og eksistens. Så det er ikke noe press, folkens...

© Adobe Stock; Shutterstock

MØRK MATERIE

Mørk materie er i bunn og grunn det usynlige limet i universet. Men det er også mye mer enn det. La oss utforske det ...

Mørk materie, et av universets mest uhåndgripelige stoff, er fortsatt et stort mysterium i moderne astrofysikk. Selv om materien verken avgir eller absorberer lys – og heller ikke kan observeres direkte – kan dens eksistens spores tilbake til gravitasjonseffektene den har på synlig materie.

Mørk materie utgjør omtrent 85 % av den totale materien i universet (og omtrent 27 % av universets totale energitetthet). Det er avgjørende for å forstå kosmos' struktur og utvikling. Men til tross for flere tiår med forskning har forskerne fortsatt ikke funnet ut hva den mørke materien egentlig er. Å avdekke den mørke materiens hemmeligheter kan føre til banebrytende avsløringer om universets opprinnelse, struktur og endelige skjebne.

Begrepet mørk materie ble først foreslått på 1930-tallet av den sveitsiske astronomen Fritz Zwicky. Da Zwicky studerte galaksehopen Coma, oppdaget han et stort avvik: Den synlige massen til galaksene var ikke nok til å skape den gravitasjonskraften som var nødvendig for å holde hopen sammen. Galaksene beveget seg så raskt at uten en ekstra usynlig masse ville de ha spredt seg ut i verdensrommet. Zwicky ga denne mystiske, usynlige massen navnet «dunkel materie», eller mørk materie, som vi kaller det.



FAMLING I BLINDE

I dag regnes mørk materie som en hjørnestein i kosmologiens standardmodell, kjent som den matematiske modellen «lambda CMD (cold dark matter)». Den forklarer ikke bare galaksenes bevegelser, men også universets storskalastruktur, inkludert galaksehoper og kosmiske filamenter. Uten mørk materie kunne universet slik vi kjenner det, rett og slett ikke ha blitt dannet.

Så hva *er* egentlig mørk materie? Dens eksakte natur er fortsatt et av de største ubesvarte spørsmålene i fysikken. I motsetning til vanlig materie, som består av protoner, nøytroner og elektroner, vekselvirker ikke mørk materie med elektromagnetiske krefter. Det betyr at den verken sender ut, absorberer eller reflekterer lys, noe som gjør den usynlig for tradisjonelle teleskoper. I stedet gjør mørk materie seg gjeldende hovedsakelig gjennom gravitasjon (og muligens gjennom svake kjernekrefter). Det er lett å forstå hvorfor forskerne har gitt den merkelappen «mørk», ikke sant?

En ledende teori er at den mørke materien består av eksotiske partikler, som for eksempel «svakt vekselvirkende massive partikler» (WIMP-er) eller aksioner. WIMP-er er partikler som bare vekselvirker svakt med vanlig materie, noe som gjør dem svært vanskelige å oppdage. Aksioner, derimot, er hypotetiske partikler med ekstremt lav masse som kan vekselvirke med elektromagnetiske felt, men bare på subtile måter. Til tross for omfattende forskning har verken WIMP-er eller aksioner blitt observert direkte, noe som gjør at forskerne må utforske andre muligheter, inkludert alternative partikler eller helt ny fysikk.

Forskere tror at mørk materie står for 85 prosent av den totale massen i universet.

«MATERIENS NATUR ER FORTSATT EN AV DE DE STØRSTE UBESVARTE SPØRSMÅLENE.»

I SØKELYSET

Mørk materie er ikke bare et isolert kosmisk mysterium – det kan gi svar på noen av de mest grunnleggende spørsmålene om universet. Materiens gravitasjon er avgjørende for dannelsen av galakser og galaksehoper, noe som betyr at universets struktur ville sett helt annerledes ut uten mørk materie. Studier av mørk materie kan også gi svar på om dagens forståelse av fysikk, og særlig gravitasjon, må revideres. Noen alternative hypoteser, som Modified Newtonian Dynamics (MOND), forsøker å forklare effektene av mørk materie uten å bruke ideer som eksotiske partikler, selv om disse teoriene fortsatt er noe kontroversielle innen astronomien.

Å løse mysteriet med den mørke materien kan åpne døren for nye oppdagelser innen blant annet partikkelfysikk og kosmologi. Hvis man oppdager partikler av mørk materie, kan de avsløre nye naturkrefter eller koblinger til andre fenomener, som for eksempel mørk energi, som driver universets akselererte ekspansjon. Å forstå mørk materie er derfor avgjørende, ikke bare for å kunne forstå universets fortid, men også for å kunne forutsi dets fremtid.

Selv om den mørke materien fortsatt er et mysterium, gir nylige fremskritt håp om at materiens hemmeligheter en dag kan bli avslørt. Ved hjelp av avanserte observatorier, toppmoderne eksperimenter og banebrytende teoretisk arbeid er forskerne nærmere enn noensinne å avdekke denne skjulte hjørnesteinen i kosmos. Å løse gåten om den mørke materien kan endre vår forståelse av universet fundamentalt, og avsløre en dypere og mer kompleks virkelighet enn vi noen gang har forestilt oss.

GRAVITASJONSLINSER

GRAVITASJONS-LINSER
Å SE DET USYNLIGE

Gravitasjonslinser er en av de mest overbevisende måtene astronomene kan studere mørk materie på. Når lys fra en fjern galakse passerer nær et massivt objekt, for eksempel en galaksehop, blir lyset bøyd av objektets gravitasjonsfelt. Dette fører til forvrengte eller forstørrede bilder av galaksen i bakgrunnen, noe som er svært nyttig. Tenk på det litt som et gigantisk kosmisk forstørrelsesglass.

Forskere bruker gravitasjonslinser til å kartlegge fordelingen av mørk materie, fordi gravitasjonen påvirker lyset på samme måte som synlig materie. Hubble-romteleskopet har for eksempel tatt fantastiske bilder av «einstein-ringer», der lyset fra fjerne galakser danner perfekte sirkler på grunn av dette fenomenet. Denne typen observasjoner har avslørt den mørke materiens integrerte rolle i utformingen av kosmiske strukturer i stor skala, noe som gir indirekte, men kraftige bevis for dens eksistens.



MØRK ENERGI

Mørk energi, den mystiske kraften som akselererer universets ekspansjon, kan komme til å endre hele vår forståelse av fysikk og kosmologi.

Mens mørk materie fungerer som limet som binder universet sammen, er mørk energi den mystiske kraften som driver det fra hverandre. Til sammen utgjør mørk energi en stor del av kosmos, men dens sanne natur er fortsatt et av den moderne vitenskapens største mysterier. Å forstå den mørke energien er avgjørende for å løse grunnleggende spørsmål om universet: dets opprinnelse, struktur og endelige skjebne.

Mørk energi ble først identifisert på slutten av 1990-tallet gjennom observasjoner av fjerne supernovaer av type Ia («type 1-A»). Disse eksploderende stjernene, som ofte kalles «standardlys», hjelper astronomene med å måle avstander. Da supernovaene først ble oppdaget, var de overraskende lyssvake, noe som tyder på at universets ekspansjon ser ut til å akselerere.

Denne banebrytende oppdagelsen tyder på at det finnes en tidligere ukjent kraft som virker mot gravitasjonen. Og det i kosmisk skala. Kraften, som snart fikk navnet «mørk energi», antas å stå for omtrent 68 % av universets totale energi. Selv om den mørke energien er umerkelig i liten skala, driver den galaksene fra hverandre med stadig økende hastighet og former universets adferd i stor skala.

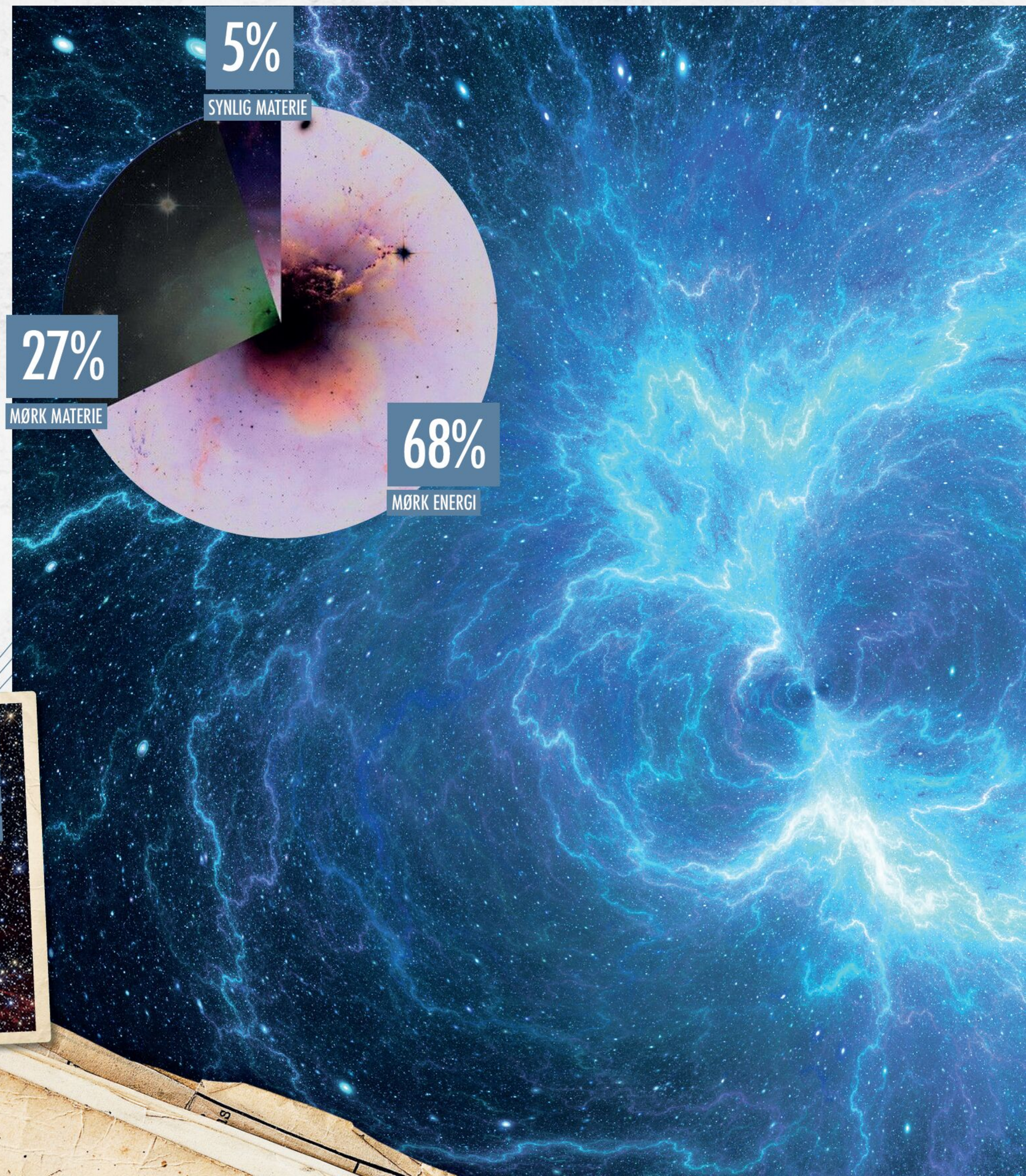
EINSTEINS FEIL

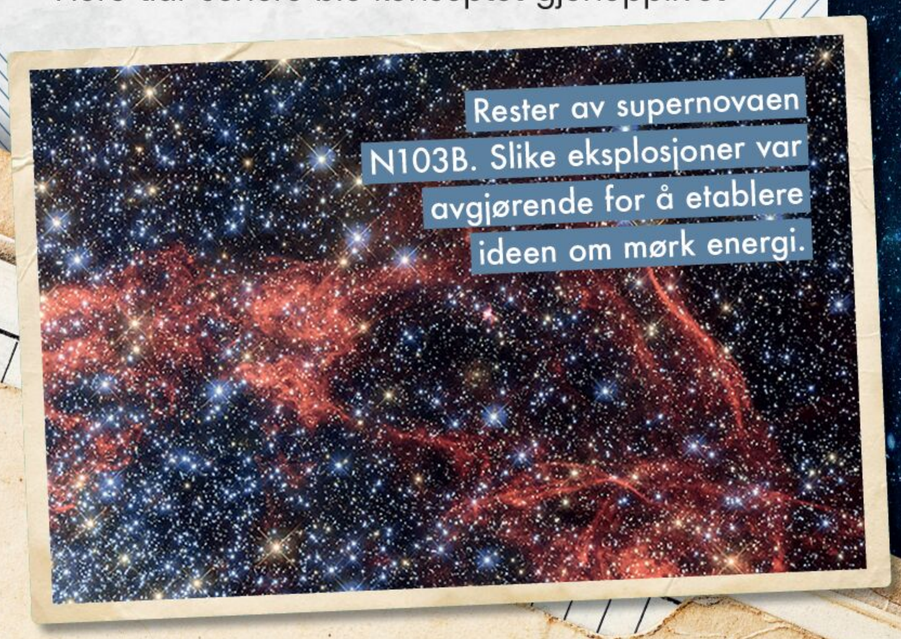
Albert Einsteins generelle relativitetsteori introduserte den kosmologiske konstanten, som representerer en jevn energitetthet som fyller rommet. Han brukte den først til å underbygge et statisk univers, men etter Hubbles oppdagelse av kosmisk ekspansjon avfeide han den som sin «største bommert». Flere tiår senere ble konseptet gjenopplivet for å forklare universets akselererende ekspansjon – og dermed gjenopprettet Einsteins forlatte idé. Og reddet æren til en av historiens mest berømte forskere.

Den kosmologiske konstanten står overfor et «fininnstillingsproblem», ettersom den observerte verdien er usedvanlig liten sammenlignet med de teoretiske spådommene. Dette har fått mange forskere til å foreslå alternativer, som for eksempel begrepet «kvintessens», et dynamisk energifelt som endrer seg over tid og rom. Andre forskere foreslår at vi reviderer vår forståelse av gravitasjon fullstendig og utforsker modifikasjoner av den generelle relativitetsteorien.

Moderne astronomi gir nye ledetråder om mørk energi. Dark Energy Survey (DES), som ble fullført i 2021, studerte over 300 millioner galakser ved hjelp av et kraftig teleskop i Chile. Analyser av galaksefordelinger og gravitasjonslinser kaster lys over hvordan den mørke energien former universet.

Oppdrag som NASAs romteleskop Roman, som etter planen skal være klart på slutten av 2020-tallet, og den europeiske romorganisasjonens Euclid-oppdrag, som ble skutt opp i 2023, har som mål å kartlegge





Rester av supernovaen N103B. Slike eksplosjoner var avgjørende for å etablere ideen om mørk energi.

Å MÅLE UNIVERSETS EKSPANSJON

Astronomene måler universets ekspansjon ved hjelp av «Hubble-parameteren», som som er et tall for å kvantifisere hvor raskt galaksene beveger seg bort fra oss. Ulike metoder gir imidlertid motstridende resultater, noe som har ført til et stort vitenskapelig puslespill kjent som «Hubble-uenigheten».

Én metode, som bruker stjerner kalt kefeider, og supernovaer i nabogalakser, tyder på en høyere ekspansjonshastighet. Målinger av den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB) – ekkoet etter big bang – tyder derimot på en langsommere ekspansjonshastighet i universet. Denne uoverensstemmelsen kan tyde på at det finnes hittil ukjent fysikk, for eksempel nye partikler eller en revisjon av Einsteins generelle relativitetsteori.

Å løse Hubble-uenigheten er avgjørende for å forstå den kosmiske ekspansjonen og den mørke energiens rolle i universets utforming. Nye romferder, blant annet Euclid-teleskopet til Den europeiske romfartsorganisasjonen ESA, har som mål å forbedre disse målingene og bringe oss nærmere løsningen på et av de største mysteriene i moderne astronomi.





Mørk energi er knyttet til til den økendehastigheten universet vårt utvider seg i.

mørk energi med enestående presisjon. Disse oppdragene kan avgjøre om egenskapene til den mørke energien har endret seg over tid og dermed avsløre dens sanne natur.

Mørk energi er avgjørende for å forutsi universets endelige skjebne. Hvis den mørke energien blir sterkere, kan kosmos – ifølge noen forskeres hypoteser – ende opp i en «big rip», der alt rives fra hverandre mens rommet utvider seg ukontrollert. Alternativt, hvis den mørke energien svekkes eller reverseres, kan tyngdekraften dominere, noe som kan føre til en «big crunch», en katastrofal universell kollaps. Ingen av delene høres særlig lystig ut.

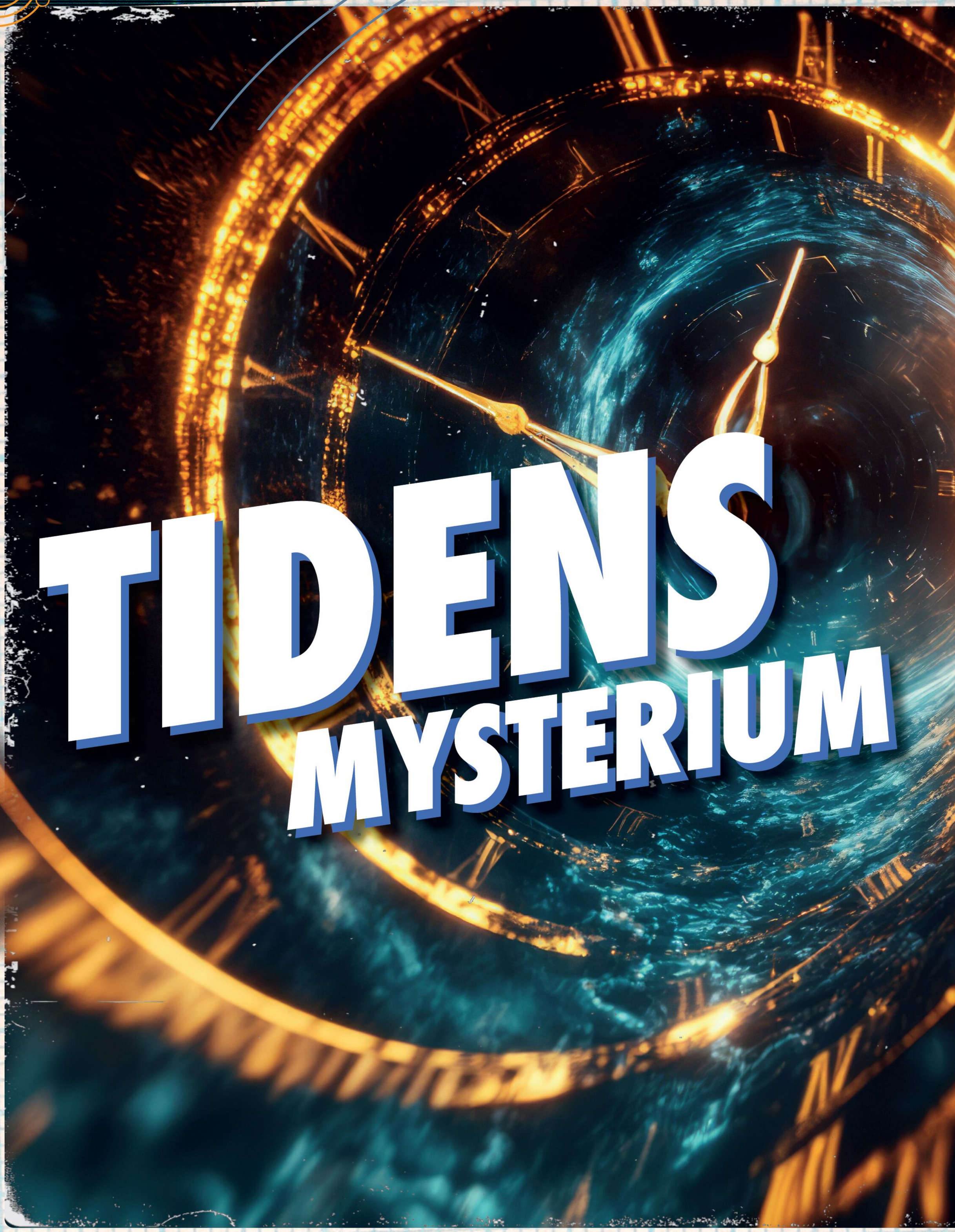
Den mørke energien kan også oppføre seg uforutsigbart, noe som kan føre til scenarier vi ikke kan forestille oss. Oppdagelsen utfordrer vår forståelse av fysikken og gir opphav til nye rammer for å tolke universet.

ENERGISK FORSKNING

Mørk energi utgjør sammen med mørk materie størstedelen av universet. Mørk materie samvirker med vanlig materie gjennom tyngdekraften, mens mørk energi opererer på en annen skala og dominerer tomrommene mellom galaksene. Til sammen utfordrer disse fenomenene grunnlaget for vår forståelse av naturlovene.

Jakten på å forstå mørk energi er et eksempel på menneskehetens nådeløse jakt på kunnskap. Hver oppdagelse bringer oss nærmere svaret på dype spørsmål: Hvor kom universet fra? Hva styrer dets utvikling? Hvordan vil det hele ende? Med oppdrag som Roman og Euclid, som flytter grensene for hva vi vet, kan svarene endelig være innen rekkevidde. Vi lever i en spennende tid.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA



TIDENS MYSTERIUM

Bli med oss når vi utforsker tiden som den fjerde dimensjonen, fra Einsteins relativitetsteori til teorien om blokkuniverset. Vi avslører tidens mysterier gjennom fysikk og menneskelig oppfatning.

SKREVET AV STEVE CHARNOCK

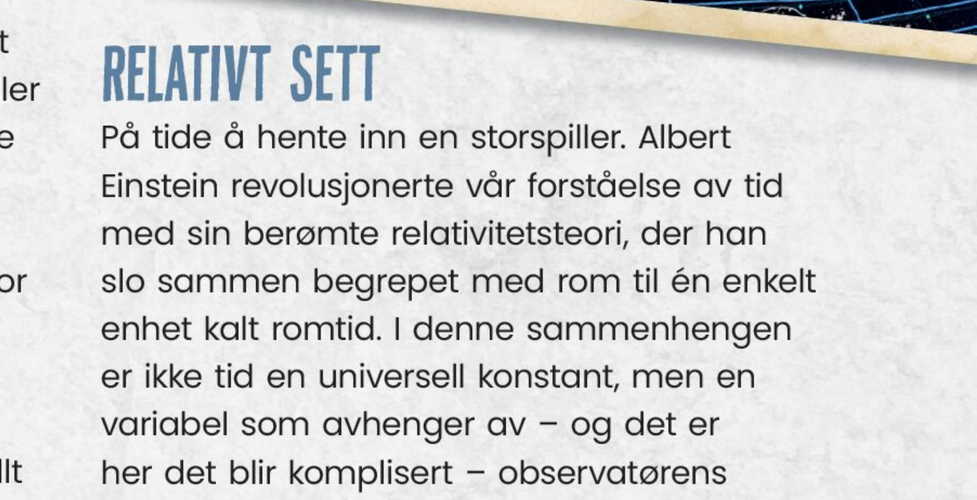
Tid er et begrep som er så dypt forankret i livene våre at vi sjelden stopper opp for å stille spørsmål ved dets natur. Ironisk nok delvis fordi de fleste av oss ikke har tid.

Vi måler den med klokker, planlegger dagene og ukene våre ut fra den, og kjenner dens virkninger når vi blir eldre. Likevel er tiden fortsatt et av de mest gåtefulle og forvirrende aspektene ved livet. Hva *er* egentlig tid? En metaforisk elv som bærer oss gjennom hendelser? Et rigid rammeverk som alt skjer innenfor? Eller er det bare en illusjon? Ja, vi vet det: Dette er et litt tungt tema. Kanskje er det bedre å lese resten av denne artikkelen med en sterk kopp kaffe i hånden. Men ikke bruk for lang tid.

Moderne fysikk prøver å utfordre vår intuitive og forenklede oppfatning av tid, og presenterer et bilde som er like gåtefullt som det er fascinerende. For å forstå tidens natur må vi utforske dens iboende dualitet. Det finnes en menneskelig oppfatning av tid, og hvordan tid oppfører seg i den naturlige, fysiske verden. Og det er to forskjellige ting.

Tid er ikke bare et interessant spørsmål for filosofer og fysikere, både profesjonelle og amatører, men det ligger også til grunn for vår forståelse av selve virkeligheten. Fra de tikkende sekundene i hverdagen vår til de enorme og ufattelige eonene som har bidratt til å forme kosmos, kan tiden sies å styre alt. Men flyter den som en elv, eller er denne flyten bare en illusjon skapt av vårt begrensede perspektiv? Ved å utforske tiden gjennom de begrensede linsene til menneskelig erfaring, vitenskapelige teorier og filosofiske debatter, kan vi begynne å forstå dens sanne natur.

Og – selvfølgelig – avdekke nye spørsmål om dens rolle i universet.



I sin relativitetsteori la Einstein frem ideen om at masse forvrenger tiden.

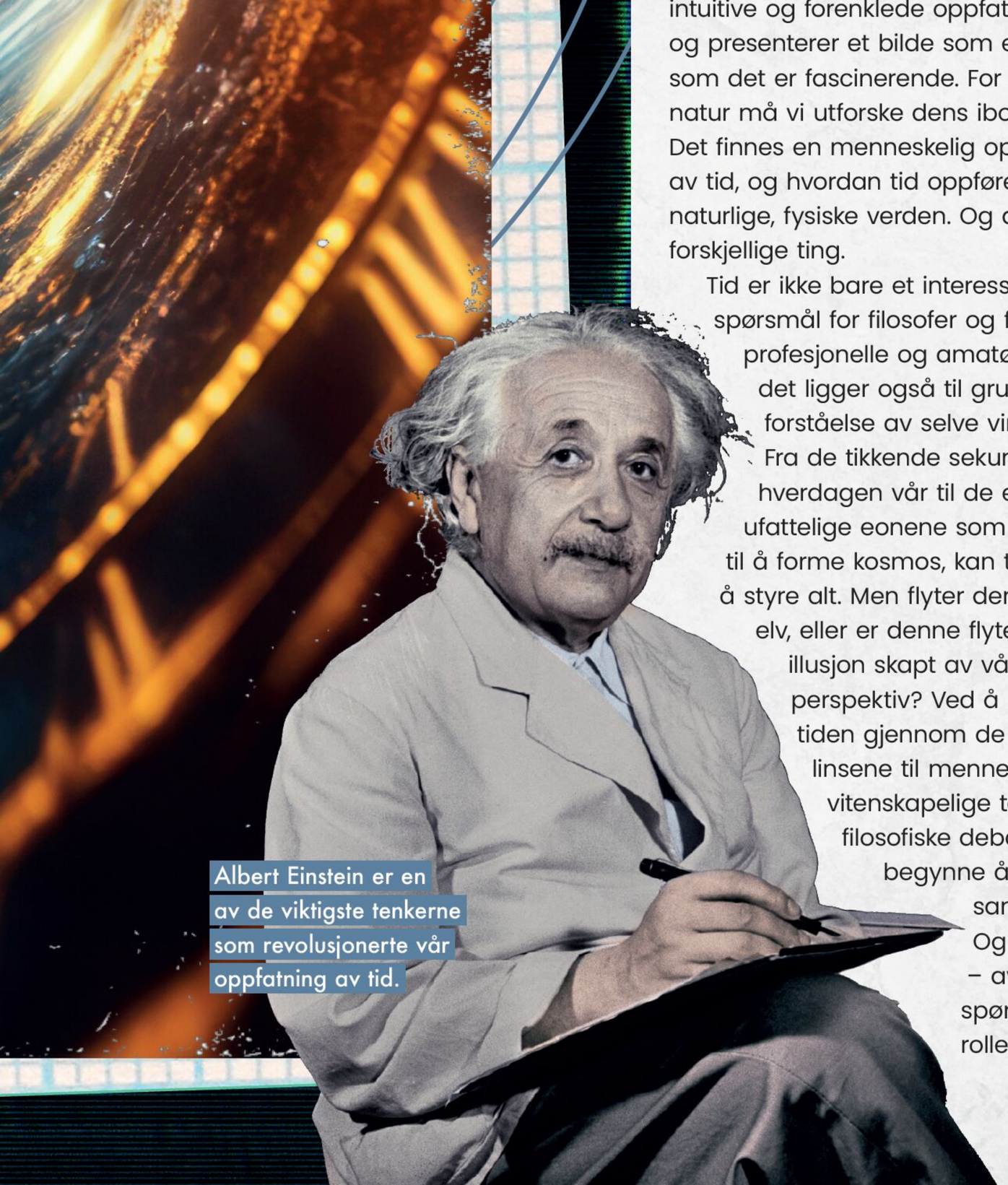
RELATIVT SETT

På tide å hente inn en storspiller. Albert Einstein revolusjonerte vår forståelse av tid med sin berømte relativitetsteori, der han slo sammen begrepet med rom til én enkelt enhet kalt romtid. I denne sammenhengen er ikke tid en universell konstant, men en variabel som avhenger av – og det er her det blir komplisert – observatørens hastighet og tilstedeværelsen av gravitasjonsfelt. Romtiden kan visualiseres som et formbart stoff som bøyes under påvirkning av massive objekter som stjerner og planeter. Einstein hevdet at denne bøyningen påvirker tidens gang i et fenomen som kalles tidsdilatasjon.

For å illustrere dette kan vi tenke oss to tvillingsøsken. Den ene blir værende på jorden, mens den andre får i oppgave å reise gjennom verdensrommet med nesten lysets hastighet. Når tvillingen som har vært i verdensrommet, kommer hjem, har hen eldes *mindre* enn broren eller søsteren på grunn av tidsforskyvningen kalt tidsdilatasjon. På samme måte tikker klokker som befinner seg i oppe i høyden, der jordens tyngdekraft er svakere, bitte litt raskere enn de som befinner seg ved havnivå. Disse effektene er umerkelige i dagliglivet, men kritiske for teknologier som GPS, som må ta høyde for slike avvik for å kunne gi nøyaktige posisjonsdata.

Filmfans vil kanskje kjenne igjen begrepet tidsdilatasjon fra Christopher Nolans science fiction-epos fra 2014, *Interstellar*. Effektene er overdrevet for dramatikkens skyld, men den vitenskapelige teorien bak er solid.

Dette synet på tiden som fleksibel og



Albert Einstein er en av de viktigste tenkerne som revolusjonerte vår oppfatning av tid.

© Adobe Stock; Getty

relativ står i sterk kontrast til hvordan vi mennesker oppfatter og ser på den. Vi ser den mer som en stødig, urokkelig bølge fra fortiden, som skjærer gjennom nåtiden og beveger seg kompromissløst inn i fremtiden. Men relativitetsteorien endrer ikke bare vår forståelse av tid, den utfordrer oss også til å revurdere hele vår virkelighetsoppfatning. Romtiden er ikke bare et bakteppe for hendelser, men en aktiv deltaker i universets utvikling.

SKIFTENDE PERSPEKTIVER

For de fleste føles tiden lineær og absolutt. Dager blir til netter, år blir til tiår, og minner blir til historie. Hjernen vår skaper denne følelsen av kontinuitet ved å knytte tidligere erfaringer sammen med forventninger til fremtiden. Denne forestillingen er dypt forankret i biologien vår og, selvfølgelig, i psykologien vår. Studier viser for eksempel at tiden ser ut til å gå fortere når vi blir eldre, noe som kan skyldes at hjernen vår tolker færre nye erfaringer og lagrer dem i den voksende minnebanken vår. Det er muligens fordi tidsperiodene blir til mindre brøkdeler av hele livet vi har levd frem til da.

I fysikken behandles imidlertid ikke tiden som en pil som går rett frem. Ligningene som styrer fundamentale krefter, som gravitasjon og elektromagnetisme, er såkalt «tidssymmetriske» eller «T-symmetriske». De fungerer like godt i motsatt retning. Dette tyder på at skillet mellom fortid, nåtid og fremtid kanskje ikke er grunnleggende for universet, men noe vi mennesker har funnet opp for å forstå vår egen eksistens. Tiden, slik vi oppfatter den, er kanskje bare en beleilig illusjon som hjelper oss å forstå en virkelighet som er langt mer kompleks enn våre relativt beskjedne sanser tillater oss å forestille oss.

Psykologer og hjerneforskere har også undersøkt hvordan kulturelle faktorer



Denne nervepirrende scenen i filmen *Interstellar* finner sted på en planet som går i bane rundt et svart hull og involverer tidsdilatasjon hvor mennesker opplever tiden i forskjellige hastigheter.

bidrar til å forme vår opplevelse av tid. I vestlige samfunn, for eksempel, betraktes tid ofte som en vare. Det er noe som skal brukes, spares eller sløses bort. I andre kulturer, derimot, blir tiden sett på som syklisk eller som en del av naturens rytmer. Disse forskjellene viser hvor mye av vår tidsoppfatning som er subjektiv, selv om vi ofte tror at den er universell

Her er et spørsmål til ettertanke: Er tiden bare en illusjon? Det er helt i orden, du trenger ikke å svare med en gang. Tanken på at tiden kan være en slags myte eller et kunstgrep har fascinert filosofer og vitenskapsmenn i århundrer.

EN ILLUSJON

Fysikeren og vitenskapsforfatteren Julian Barbour har lenge argumentert for at tid ikke er en fundamental egenskap ved universet, men et fenomen som oppstår. Ifølge Barbour er det vi opplever som tidens gang, rett og slett en sekvens av øyeblikksbilder, av konfigurasjoner av universet som eksisterer uavhengig av hverandre. Ifølge dette synet er våre tolkninger av «fortiden» og «fremtiden» illusjoner skapt av hjernen vår, som presenterer disse konfigurasjonene i en bestemt rekkefølge.

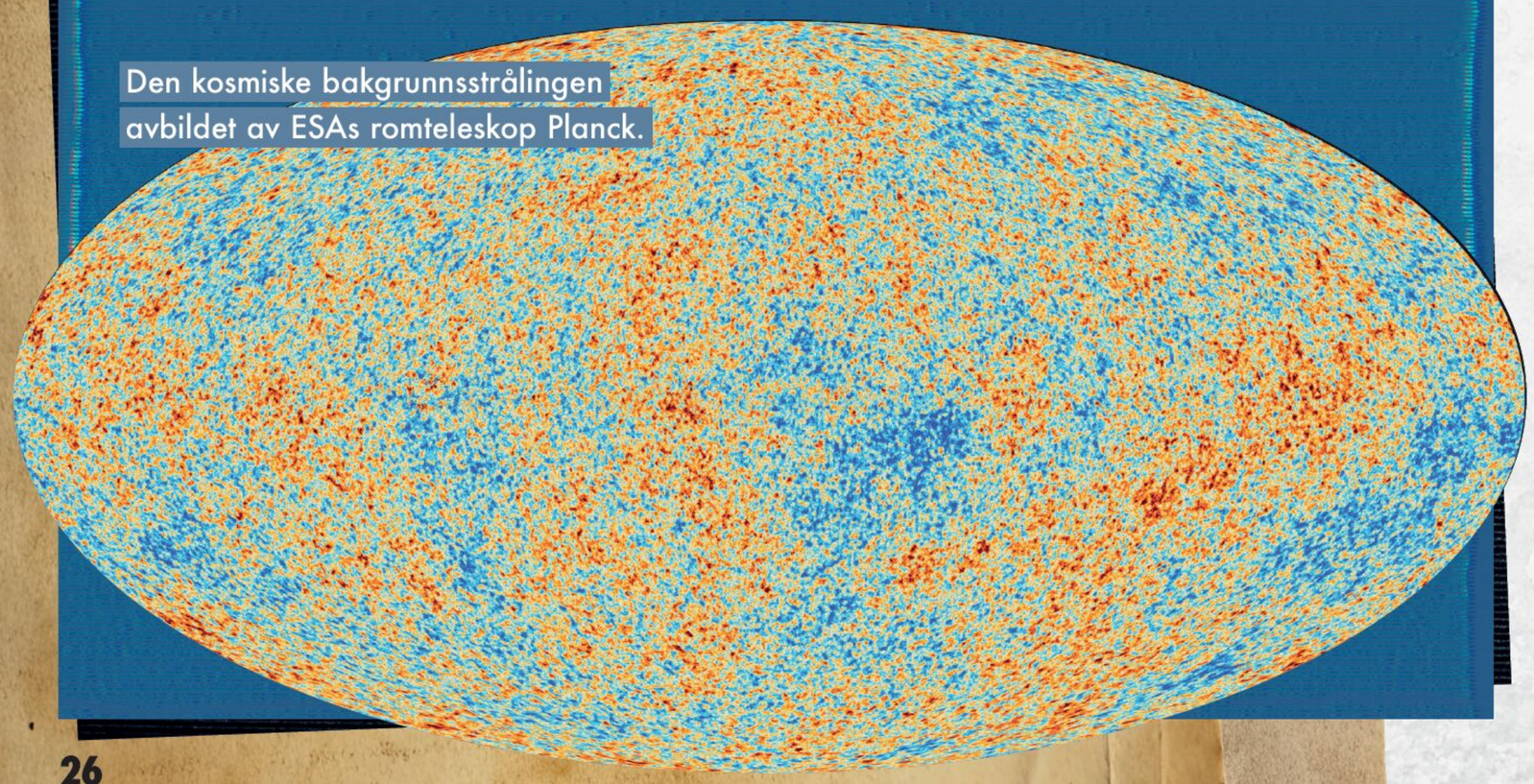
UNIVERSETS ELDSTE

Omtrent 380 000 år etter Big Bang, da alt startet, gjennomgikk universet en dramatisk endring. Det brennende plasmaet som hadde fylt verdensrommet, begynte endelig å kjøle seg ned nok til at atomer kunne begynne å dannes, slik at lyset for første gang kunne bevege seg fritt. Dette nå eldgamle lyset, som astronomene kaller «kosmisk bakgrunnsstråling» (forkortet CMB), har nå reist gjennom verdensrommet i over 13,8 milliarder år.

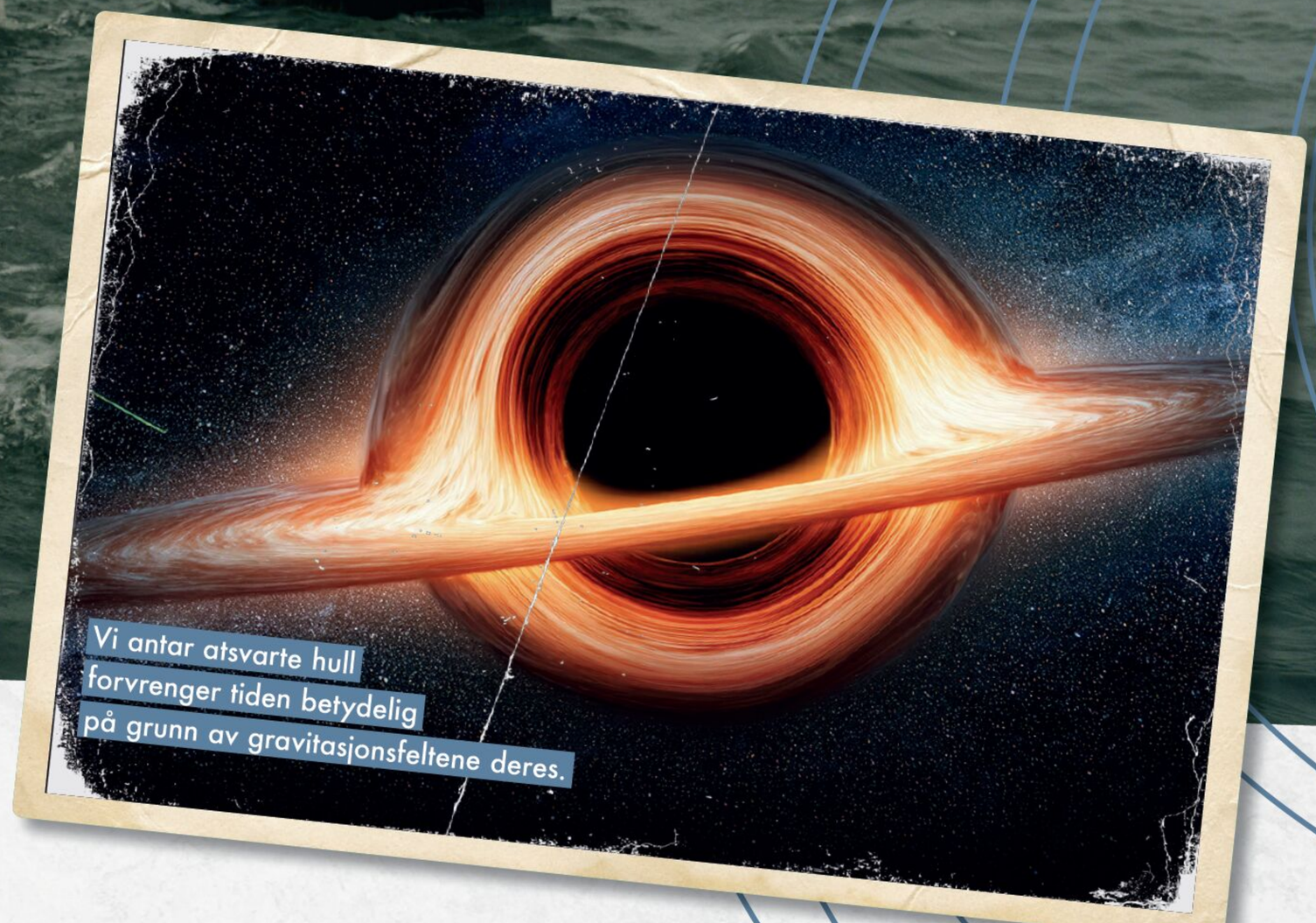
CMB er en svak mikrobølgestråling som er usynlig for det blotte øye, men som kan oppdages med spesielt følsomme instrumenter. Den fremstår som et kart over subtile temperaturvariasjoner på himmelen og gir et øyeblikksbilde av universet i dets tidligste stadier.

Disse variasjonene gir viktige ledetråder om hvordan de første galaksene og stjernene ble dannet. CMB er en rest fra universets barndom, et ekko som – som en slags protokoll – forteller om dets opprinnelse. Det gir også stjernekikkere et uvurderlig innblikk i kosmos' fødsel og utvikling.

Så hvis du vil se det eldste i universet, bør du holde øynene åpne for lyset som kommer fra den kosmiske bakgrunnsstrålingen. Forutsatt at du har tilgang til noe av verdens kraftigste vitenskapelige utstyr.



Den kosmiske bakgrunnsstrålingen avbildet av ESAs romteleskop Planck.



Vi antar atsvarte hull forvrenger tiden betydelig på grunn av gravitasjonsfeltene deres.

Og så har vi den østerrikske fysikeren og filosofen Ernst Mach, som hevdet at tid ikke er noe annet enn forandring. «Det ligger fullstendig utenfor vår evne å måle endringer i ting ved hjelp av tid», skrev han. «Tvert imot er tiden en abstraksjon, som vi kommer frem til ved å gjøre bruk av tingenes forandring, fordi vi ikke er begrenset til noe bestemt mål, siden alt henger sammen.»

Filosofer som Immanuel Kant har også reflektert over temaet og hevdet at tiden bare er en tankekonstruksjon, et rammeverk som vi påfører virkeligheten for å forstå våre erfaringer. Selv om fysikken gir bevis for dette synet, reiser det spørsmål om selve eksistensens natur.



Vår oppfatning av lineær tid kan være forskjellig fra hvordan tid faktisk oppfører seg.

TIDEN VIL VISE

Teorien om blokkuniverset tar dette konseptet litt lenger og foreslår at alle øyeblikk i tiden – fortid, nåtid og fremtid – eksisterer samtidig. Denne teorien, også kjent som «evighetsteori», innebærer at alle hendelser er faste og uforanderlige, noe som tyder på at fri vilje kanskje ikke eksisterer.

Dette synet har noen ganske dyptgripende implikasjoner. Hvis fremtiden allerede er skrevet, hva betyr det for oss som beslutningstakere? Er valgene våre forutbestemt, eller er de bare illusjoner om autonomi? Selv om teorien om blokkuniverset til en viss grad stemmer overens med Einsteins relativitetsteori, er den likevel vanskelig å forene med hvordan vi opplever tiden og livet generelt.

Kritikerne av blokkunivers-teorien hevder at den ignorerer betydningen av entropi (målet på uorden i et system), som gir oss en tydelig tidspil fra lav entropi (Big Bang) til høy entropi (universets uunngåelige ende). Denne flyten fra orden til uorden skaper i praksis en tidspil som gjør fremtiden uforutsigbar og dynamisk, noe som strider mot teoriens grunntanke.

Tiden er en merkelig ting. Den er både en uunngåelig del av hverdagen vår og et dypt mystisk og abstrakt begrep som er en integrert del av fysikken. Menneskets tidsbegrep, som er forankret i hukommelse og forventning, gir oss et betryggende inntrykk av kronologisk orden. Samtidig avslører fysikken et univers der tiden er relativ, muligens illusorisk og mye merkeligere enn vi kan forstå.

Enten tiden er en grunnleggende dimensjon, en egenskap som bryter frem, en beleilig illusjon eller en bisarr abstraksjon, er det én ting som er sikkert: Vår forståelse av den er langt fra komplett. Etter hvert som vitenskapen utvikler seg, vil vi kanskje oppdage sannheter om tid som utfordrer våre mest grunnleggende antakelser om virkeligheten. Når vil det skje? Vel, alt til sin tid.

© Adobe Stock; ESA; Alamy

SOL-SYSTEMET

Vi avdekker mysteriene i vårt eget lokale stjernesystem.

30 HVORDAN BLE MÅNEN DANNET?

36 PLANET 9

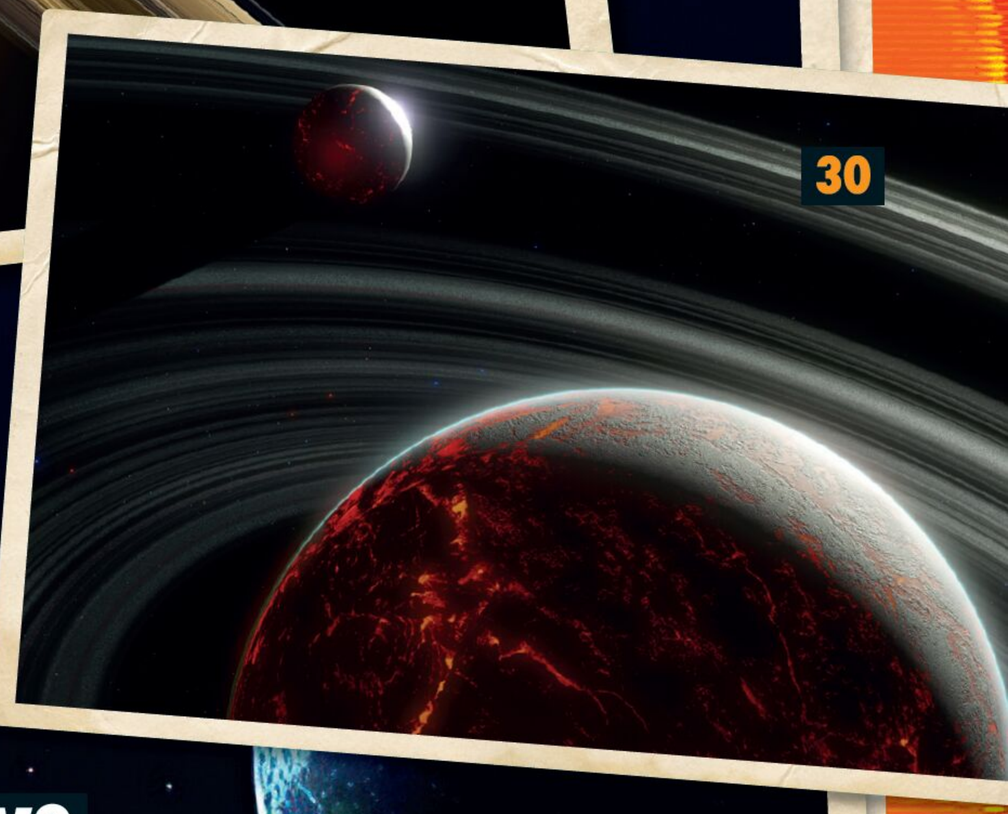
42 MARS' MYSTERIER

48 KAN SATURNS MÅNER OPPRETTHOLDE LIV?

54 OORTS SKY

60 KAN MENNESKET SETTE SIN FOT PÅ EN ANNEN PLANET?







Adobe Stock, Getty

HVORDAN BLE MANEN DANNET?



Månen er viktig for jorden, men dens opprinnelse er omdiskutert. La oss utforske noen sentrale, spennende teorier om månens dannelse, blant annet hypotesen om et gigantisk nedslag.

SKREVET AV STEVE CHARNOCK

Så lenge vi mennesker har sett opp mot nattehimmelen, har månen vært en kilde til undring. Vår allestedsnærværende følgesvenn på himmelen utøver unektelig en dyp innflytelse på jorden, stabiliserer planetens helning, driver tidevannet i havene og inspirerer århundrer med mytologi og vitenskap. Men til tross for at månens opprinnelse er velkjent, er den fortsatt en av planetforskningens mest fascinerende gåter.

I århundrer har forskere forsøkt å besvare et tilsynelatende enkelt spørsmål: Hvordan ble månen til? Det er ikke mangel på teorier, og hver av dem gir et unikt perspektiv på månens dannelse. Blant dem skiller hypotesen om et gigantisk nedslag seg ut som den mest aksepterte – og realistiske – forklaringen. Men det er fortsatt store mysterier knyttet til denne teorien. Det finnes også alternative ideer som tegner spennende, om enn litt mindre sannsynlige, scenarier. Ved å forsøke å nøste opp i månens opprinnelseshistorie lærer vi ikke bare mer om vår nærmeste nabo på himmelen, vi får også mange innblikk i vår egen planet og solsystemets kaotiske barndom.

Som allerede nevnt er den mest overbevisende teorien for månens dannelse hypotesen om et gigantisk nedslag. Ifølge dette scenariet kolliderte en gammel planet på størrelse med Mars, Theia, med en ung jord for omtrent 4,5 milliarder år siden. Kollisjonen var en katastrofe som slynget

© Adobe Stock

store mengder materie ut i verdensrommet. Over tid smeltet materien rundt jorden sammen og dannet den månen vi kjenner i dag.

Teorien støttes av noen ganske overbevisende bevis. Bergartene fra månen som Apollo-ferdene brakte med seg, viste seg å ha en slående likhet med jordens sammensetning, særlig når det gjelder oksygenisotopsignaturer. Dette tyder på at månen ble født ut av jordens mantelmateriale snarere enn å være et fremmedlegeme som ble fanget inn av jordens tyngdekraft.

Hypotesen om et gigantisk nedslag har imidlertid sine svakheter. Et spørsmål er hvorfor månens isotopsammensetning ligner jordens, i stedet for å vise en blanding av jord- og Theia-materiale. Nyere studier tyder på at Theia kan ha hatt en sammensetning som ligner jordens, men det fører i sin tur til en rekke ubesvarte spørsmål og gåter. I tillegg er månens mangel på flyktige organiske forbindelser – de som fordamper ved lave temperaturer (som natrium, sink eller kalium) – et område som det fortsatt forskes på, og som kan ha sammenheng med den intense varmen fra sammenstøtet.

Selv om hypotesen om et gigantisk nedslag dominerer den vitenskapelige diskusjonen om dette temaet, finnes det mange andre ideer og alternative forklaringer på månens opprinnelse. Noen av dem er ganske overbevisende hvis man lytter til dem med et åpent sinn. Og de andre? Vel, de er litt mindre overbevisende.

HYBRIDTEORIEN

Den neste er Edouard Roches teori om sammenvekst. Den går ut på at jorden og månen ble dannet sammen fra den samme «protoplanetariske skiven». I dette scenariet ville de to himmellegemene ha vokst samtidig fra et felles reservoar av gass og støv. Denne teorien har imidlertid problemer med å forklare forskjellene i tetthet og sammensetning mellom de to legemene.

Månens kjerne er for eksempel betydelig mindre og mindre tett enn jordens, noe som ville være ganske usannsynlig hvis de begge hadde blitt dannet av samme materiale på samme tid og i nærheten av hverandre. Dessuten reiser den isotopiske likheten mellom de to kroppene store spørsmål om hvorfor de ikke er identiske med hensyn til andre kjemiske egenskaper. Det er en rimelig hypotese, men dessverre ikke en som tåler for mye granskning.

Så har vi «innfangningsteorien», som går ut på at månen var et selvstendig objekt, kanskje en vandrende asteroide eller en mindre planet, som ble fanget inn av jordens tyngdekraft. Selv om denne ideen er fascinerende, krever den noen usedvanlig presise forhold. En innfanget måne ville sannsynligvis ha en eksentrisk bane, så månens nesten sirkulære bane rundt jorden strider mot denne ideen.

Det som også gjør dette scenariet usannsynlig, er den isotopiske sammensetningen av månens bergarter, siden de er så påfallende like jordens. Hvis månen hadde oppstått et annet sted i solsystemet, ville isotopsammensetningen sannsynligvis vært vesentlig forskjellig fra jordens.

En annen hypotese er fisjonsmodellen, som går ut på at en raskt roterende jordklode kastet av seg en bit av mantelen, som til slutt ble til månen. Denne ideen stammer fra 1800-tallet og forbindes ofte med George Darwin, sønn av den berømte evolusjonsforskeren Charles Darwin.

Spaltningsmodellen forestiller seg et scenario der den unge jordens raske rotasjon førte til at en del av mantelen løsnet, kanskje på grunn av sentrifugalkraften. Selv om denne teorien forklarer den isotopiske likheten mellom jorda og månen, har den også noen vesentlige svakheter. For det første stemmer ikke det nåværende vinkelmomentet i jord-måne-systemet særlig godt overens med det modellen forutsier. Dessuten tyder moderne forståelse av planetdannelse på at en slik hendelse er svært usannsynlig. Merkeligere ting har skjedd, men det virker ikke særlig sannsynlig for dem som kan slike ting.

«STEINER FRA MÅNEN SOM BLE BRAKT TILBAKE AV APOLLO, VAR LIK JORDEN.»



Månens massive kjerne av jern har en temperatur på over 1300 °C.



Denne grafikken viser hvordan teorien om det gigantiske nedslag kan ha dannet jorden og månen ved en kollisjon.

NEDSLAGSKRAFT

«Synestia-hypotesen» er et annet spennende konsept. Om enn også et ganske komplekst et. En synestia er en hypotetisk, smultringformet struktur av fordampet stein som dannes etter en gigantisk kollisjon. Ifølge denne teorien skulle både jorden og månen ha oppstått fra den samme synestiaen med samme materiale og isotopiske egenskaper. Denne ideen er fortsatt under utforskning og er ennå ikke fullt utviklet. Den er et spennende bidrag blant hypotesene. Men verken denne teorien, teorien om et nedslag eller noen av de andre er ikke 100 % overbevisende

Et nyere tilskudd til diskusjonen er hypotesen om «flere nedslag», som går ut på at månen ble dannet av materie etter flere mindre nedslag snarere enn etter én gigantisk kollisjon. Denne ideen kan potensielt forklare noen av de uregelmessighetene i sammensetningen som er observert i månesteiner. Den kompliserer imidlertid historien, og i likhet med andre teorier som ennå ikke er bevist, krever den ytterligere bevis for å bli akseptert av flere. Til tross for betydelige teknologiske fremskritt og flere tiår med studier er historien om månens dannelse langt fra komplett. Et mysterium som fortsatt er uoppklart, er likheten i isotopsammensetningen mellom jorden og månen. Hadde Theia en felles opprinnelse med jorden, eller homogeniserte det voldsomme sammenstøtet materialene på en eller annen måte? En forståelse av denne isotopiske likheten kan gi ny innsikt i dynamikken i kollisjonene i det tidlige solsystemet.

Et annet spørsmål gjelder månens indre struktur. Seismiske data fra månesonderinger tyder på at det finnes en delvis smeltet kjerne, men vi vet fortsatt ikke nøyaktig hvordan månens indre ser ut. Kan det finnes skjulte reservoarer med vann eller andre flyktige stoffer dypt under overflaten? Hvordan har de i så fall overlevd den intense varmen under dannelsen av månen? En dag vil vi forhåpentligvis finne ut av det.

MÅNENS MYSTERIER

Ubesvarte spørsmål om vår nabo månen

HVORFOR HAR MÅNEN MYE MINDRE FLYKTIGE GRUNNSTOFFER ENN JORDEN?

Forskerne mistenker at den intense varmen som ble skapt under månens dannelse, kan ha fordampet dem alle. De nøyaktige prosessene og nøyaktigheten av denne ideen er imidlertid usikker.

HVA FORÅRSAKET DEN MØRKE MARE PÅ OVERFLATEN?

Disse «basaltslettene» antas å være gamle lavastrømmer, men hvorfor de er konsentrert på den nære siden og stort sett fraværende på den fjerne siden, er fortsatt ukjent.

KAN DET FINNES VANNRESERVER DYPT INNE I MÅNEN?

Nyere studier tyder på at det kan finnes små mengder vann i månens mineraler, som kan ha blitt fanget under den voldsomme dannelsen eller brakt dit av kometer.

HVOR NØYAKTIG ER VÅR FORSTÅELSE AV SEISMISK AKTIVITET PÅ MÅNEN?

Apollo-tidens seismometre registrerte det de kalte «måneskjelv», men årsakene – enten de er tektoniske, meteoriske eller termiske – er fortsatt et mysterium som krever moderne instrumenter.

HADDE MÅNEN ET MAGNETFELT?

Bevis i månesteiner tyder på at det fantes et magnetfelt for milliarder av år siden, men dets opprinnelse og varighet er fortsatt et ubesvart spørsmål for forskerne.

HVORFOR ER MÅNENS BAKSIDE SÅ ANNERLEDES?

Den sterke kontrasten kan skyldes variasjoner i tykkelsen på jordskorpen eller effekten av kolossale nedslag tidlig i månens historie. Eller på grunn av noe annet som astronomene ennå ikke har tenkt på.

© Adobe Stock; Getty

MØRKE OMRÅDER

Månens bakside, med sitt ulendte terreng og mangel på mørke områder (som blir kalt hav, på latin mare, som også er synlige på den fremsiden), reiser også spørsmål. Hvorfor er de to halvkulene så forskjellige? Teoriene spenner fra variasjoner i varmefordelingen under den tidlige dannelsen til de varige effektene av en annen massiv kollisjon. Nyere måneferder har gitt oss detaljerte kart over den andre siden av månen, og de har gitt oss ledetråder, men ingen endelige svar.

Apollo-ferdene og de ubemannede utforskerne som er sendt opp fra jorden siden Apollo, har gitt oss uvurderlige prøver av månemateriale. Disse steinene og overflateprøvene gir et innblikk i månens historie, og de har bevart bevis på gammel vulkansk aktivitet, meteornedslag og eksponering for solvinden. Ved å studere disse prøvene har forskerne kunnet sette sammen en tidslinje over månens geologiske utvikling, fra dens brennende begynnelse til dens nåværende nesten hvilende tilstand.

En av de mest betydningsfulle måneoppdagelsene som noensinne er gjort, er oppdagelsen av at det finnes små mengder vann i månesteinen. Selv om månen stort sett er tørr, tyder disse sporene på at vann kan ha blitt tilført av kometer eller blitt bevart fra jordens mantelmateriale under det gigantiske nedslaget. Å forstå vannets opprinnelse og fordeling kan få stor betydning for fremtidig utforskning av månen, og også for teorier om vannets opprinnelse på jorden.

Etter at månen ble skapt, fortsetter den

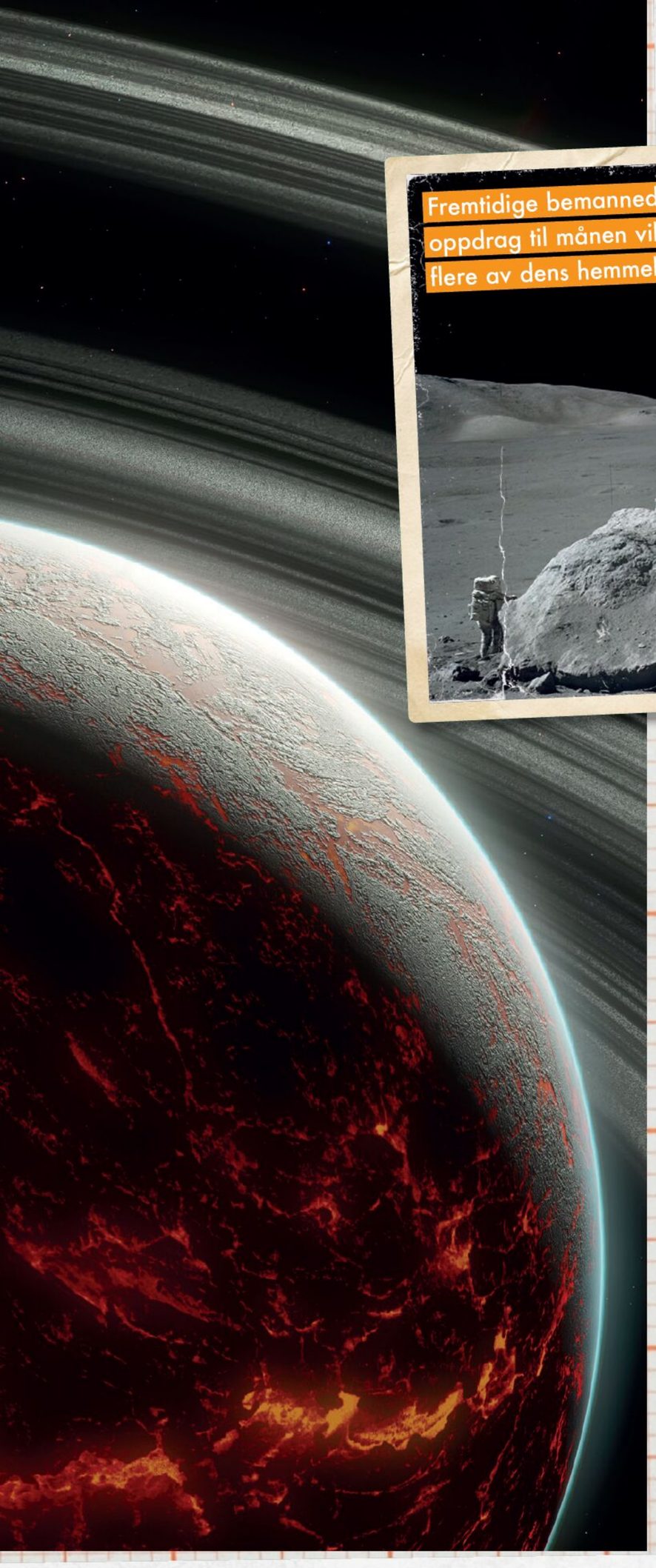
Det finnes teorier som antyder at jorden og månen ble dannet sammen.

RARE TING SKJER:
APOLLO 10 OG MUSIKKMYSTERIET

Under Apollo 10-ferden i 1969 opplevde astronautene i bane rundt månen en uhyggelig, uforklarlig «plystrelyd» gjennom hodetelefonene da de passerte månens bakside, hvor de befant seg i radioskygge, uten kontakt med jorden. Denne merkelige lyden ble kalt «musikk fra verdensrommet» og varte i nesten en time. Det ga næring til spekulasjoner. Var det kontakt med romvesener? Eller var det bare en slags datafeil?

Flere tiår senere oppklarte NASA kilden: Lyden skyldtes ifølge dem sannsynligvis radioforstyrrelser mellom romfartøyets VHF-radioer, som overførte data mellom måne- og kommandomodulene. Selv om hendelsen er teknisk forklarlig, viser den hvordan selv erfarne astronauter kan bli skremt av det uventede i verdensrommet.

«Månemusikken» ble en kuriositet som symboliserer hvor lite og sårbart mennesket er i kosmos. Den minner oss også om hvor lett oppfatning og mystikk kan forvandle et vanlig teknisk avvik til en historie som setter fantasien i sving.





Fremtidige bemannede oppdrag til månen vil avsløre flere av dens hemmeligheter.

å spille en viktig rolle for livet på jorden. Månens gravitasjonskraft stabiliserer planetens aksiale helning og skaper et stabilt og pålitelig klima som er gunstig for liv. Tidevannet har også formet økosystemer og inspirert til utallige vitenskapelige oppdagelser. For eksempel kan tidevannskreftene ha spilt en rolle i fremveksten av tidlig liv ved å skape dynamiske kystmiljøer.

Månens innflytelse strekker seg også til menneskelig kultur. Fra antikkens kalendere til moderne vitenskapelig forskning har månens sykluser vært en konstant tilstedeværelse i vår forståelse av tid og natur. Særlig fullmåne og måneformørkelse har fascinert menneskeheten, og de har fungert som både varsler og muligheter for vitenskapelige observasjoner.

MILDE MÅNE

Fremtidig utforskning av månen vil kaste nytt lys over månens dannelse og historie.

NASAs Artemis-program har som mål å sende mennesker tilbake til måneoverflaten, med planer om bærekraftig utforskning og kanskje til og med en form for månebase. Disse oppdragene vil gi en enestående tilgang til månens overflate og under den, noe som kan gi svar på noen av de mest gåtefulle spørsmålene om månens opprinnelse.

Et av målene med oppdraget er å utforske månens sydpol, der det kan finnes vann fryst til is i områder med permanent skygge. Denne ressursen kan være avgjørende for fremtidige menneskelige ferder, ettersom den kan gi drikkevann, oksygen og til og med (potensielt) drivstoff til romfartøyer. Ved å studere disse isavleiringene håper forskerne å forstå hvor de stammer fra, og hva de kan fortelle om månens tidlige miljø.

Internasjonalt samarbeid spiller også en viktig rolle. Land som Kina og India gjennomfører sine egne måneoppdrag og bidrar dermed til den globale kunnskapen om den naturlige satellitten. Roboter som lander på månen og går i bane rundt den, fortsetter å kartlegge måneoverflaten, studere dens sammensetning og teste teknologi for fremtidig utforskning.

HVORDAN BLE MÅNEN DANNET?

Studiet av månen gir innsikt i de mer omfattende prosessene som styrer planetariske systemer. Månens (relativt) uberørte overflate gir et bilde av solsystemets tidlige historie, inkludert perioden med kraftig bombardement da utallige asteroider og kometer formet planetene. Ved å forstå vår nærmeste nabo er vi et skritt nærmere å tyde kosmos' – og jordens – historie og hvordan den ble til.

Månens dannelse har også betydning for eksoplanetarisk vitenskap (studiet av andre solsystemer). Ved å studere hvordan jord-månesystemet ble dannet og utviklet seg, kan forskerne forbedre modellene for planetdannelse i andre stjernesystemer. Denne kunnskapen kan bidra til å identifisere eksoplaneter med lignende egenskaper som vår egen, og dermed forbedre vår forståelse av andre potensielt beboelige verdener.

Månen er fortsatt et stort mysterium. Hvorfor mangler den et betydelig magnetfelt? Kan månens tidlige historie ha inneholdt en magnetisk dynamo som ligner jordens? Og hva er forklaringen på de merkelige «måneskjelvene» som ble registrert av seismometre under Apollo-oppdragene?

Historien om månens dannelse er sannsynligvis preget av spektakulær kosmisk voldsomhet og intrikat og kompleks fysikk. Fra hypotesen om et gigantisk nedslag til alternative teorier – hvert perspektiv er en ny brikke som utfyller puslespillet. Når vi fortsetter å utforske og studere månen, avdekker vi ikke bare dens hemmeligheter, men også historien til planeten vår og hele solsystemet.

Ved å forstå månen får vi en dypere forståelse av vår plass i universet og de kreftene som har formet vår verden. En ting vi vet med sikkerhet, er at den ikke er laget av ost.



Månen vår har to veldig forskjellige sider, og vi vet egentlig ikke hvorfor.

© Adobe Stock; NASA; Getty

9 PLANET 7

Den har aldri blitt direkte observert, men astronomer tror det finnes en niende planet i solsystemet – og det er fortsatt ikke Pluto!

SKREVET AV DAVID CROOKES

Før 2006 var astronomene skjønt enige om at det fantes ni planeter i solsystemet vårt. De var Merkur, Venus, jorden, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun og Pluto – en rekkefølge som virket hugget i stein i 1930, etter at Clyde W. Tombaugh oppdaget Pluto ved Lowell-observatoriet.

Men så kom Den internasjonale astronomiske union (IAU) med en nyhet som slo ned som en bombe. I løpet av noen år begynte forskerne å innse at Pluto, som ligger i Kuiperbeltet – en sone utenfor Neptuns bane og full av isholdige objekter – ikke var unik. Andre objekter, som Eris og Makemake, var svært like Pluto, noe som førte til en kraftig revurdering.

IAU kunngjorde hva som var en offisiell definisjon av en planet. Den innebar at et himmellegeme måtte gå i bane rundt solen, ha tilstrekkelig masse til å danne en tilnærmet rund form og rydde området rundt banen sin. Pluto oppfylte to av disse tre kriteriene, men ikke det tredje. Fordi den ikke var blitt gravitasjonsdominerende, og delte bane med andre objekter av samme størrelse, klarte den ikke å rydde omgivelsene, og Pluto ble derfor omklassifisert til en dvergplanet.

Til tross for dette tyder stadig mer på at solsystemet fortsatt har ni planeter. Problemet er bare at det ikke er Pluto, og ingen har noen gang direkte observert det hypotetiske niende medlemmet som muligens lurer i solsystemets ytterste



Teleskopet i Lowell-observatoriet der Clyde Tombaugh oppdaget Pluto.

© Adobe Stock; Getty; Alamy

del, langt bortenfor Neptun. I stedet tyder en rekke beregninger på dens eksistens, som kan forklare hvorfor ulike deler av solsystemet oppfører seg som de gjør. Det er altså absolutt overbevisende argumenter for at det finnes et ekstra himmellegeme.

En av de viktigste gåtene som eksistensen av Planet 9 kan bidra til å forklare, er hvorfor noen dvergplaneter og små isobjekter følger baner som samler seg i klynger utenfor Neptun, og det var dette som utløste forslaget om en ekstra planet.

PLUTO-DREPEREN

Hypotesen om Planet 9 dukket opp for nesten ti år siden og ble fremsatt av Konstantin Batygin, astronom ved California Institute Of Technology (Caltech), og hans kollega Michael Brown. Deres engasjement i jakten på Planet 9 er spennende. En av dem - Brown - var også medvirkende til at Pluto ble degradert til dvergplanet, noe han tar med godt humør. Brukernavnet hans på den sosiale nettverkstjenesten Bluesky er @plutokiller. Browns jakt på Plutos etterfølger er som å slå inn den siste spikeren for Pluto som planet.

«Interessen vår ble vekket av argumentet med grupperingen av perihelium, som Trujillo og Sheppard observerte i 2014», sier Batygin. Han viser til forskning som viste at ekstreme transneptunske objekter (TNO-er) grupperte seg i lignende banevinkler – de har en helning på omtrent 20 grader i forhold til baneplanet til planetene som går i bane rundt sola. «Selv om observasjonen var ufullstendig på det tidspunktet, ga den et spennende hint om en større dynamisk struktur i det ytre solsystemet.»



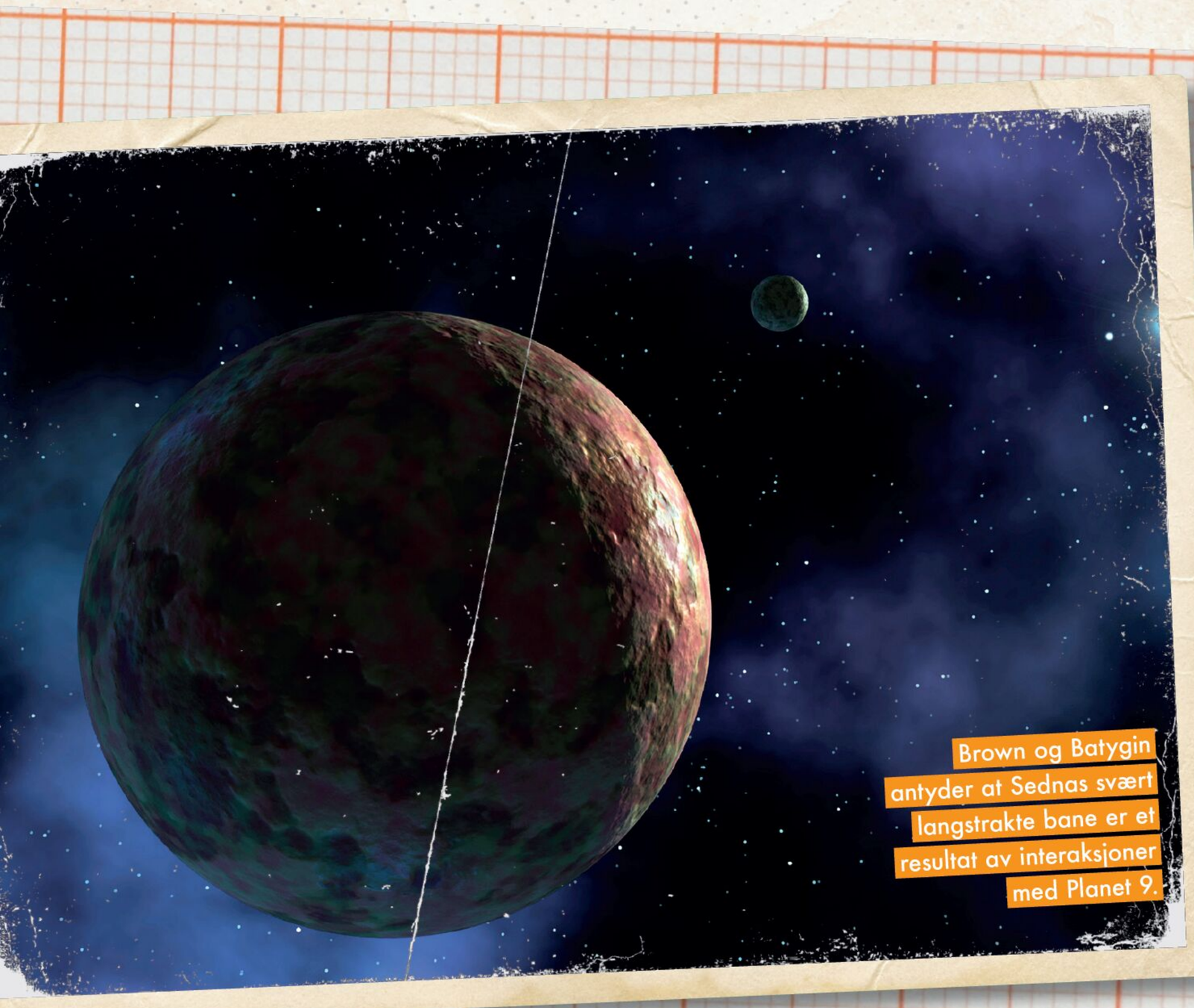
Konstantin Batygin (til venstre) og Mike Brown (til høyre) leter etter Planet 9.

«EN NIENDE PLANET KAN HA TRUKKET SEDNA OG 2012 VP113 TIL BANER MINDRE KNYTTET TIL NEPTUN.»

Studien fra 2014 påpekte den eksentriske banen til et objekt i Kuiperbeltet kalt 2012 VP113, som var svært lik banen til et stort objekt kalt Sedna, en dvergplanet Brown var med på å oppdage i november 2003. Sedna går i bane rundt solen langt utenfor Neptuns bane – faktisk er den 90 ganger lenger unna solen enn jorden, noe som gjør den til den fjerneste kjente verdenen i solsystemet. Den følger også en svært elliptisk bane rundt solen, som tar mer enn 10 000 år.

SKJULT INNFLYTELSE

Med antydninger om at flere eksentriske (som går i avlang bane) TNO-er ventet å bli oppdaget, begynte Brown og Batygin å jobbe med en mulig forklaring. De foreslo til slutt at en ekstra planet kunne ha direkte innflytelse på TNO-enes oppførsel. Hvis Sedna hadde et nært gravitasjonsmøte med Planet 9 en gang da solsystemet ble dannet, kunne det forklare både Sednas mystiske bane og hvorfor den aldri kommer særlig nær Neptun, i motsetning til de mer



Brown og Batygin antyder at Sednas svært langstrakte bane er et resultat av interaksjoner med Planet 9.

Vera C. Rubin-Observatoriet i Chile kan være nøkkelen til oppdagelsen av Planet 9.

vanlige objektene i Kuiperbeltet.

Ifølge Brown og Batygin kan en niende planet sakte ha trukket Sedna og 2012 VP113 inn i baner med mindre forbindelse til Neptun. For at dette skulle skje, la de til, måtte den niende planeten ha en masse som var omtrent ti ganger så stor som jordens og gå i bane 20 ganger lenger unna solen enn Neptun. Det virket rimelig, spesielt siden andre forklaringer hadde blitt forsøkt uten hell. Hvis man legger til en Planet 9 der, vil TNO-ene oppføre seg som observert. Hvis man fjerner planeren, vil de ikke det.

Da ytterligere fire TNO-er med tilsvarende avvikende baner ble funnet, så det ut til å støtte opp om argumentet enda mer. Brown og Batygin sa at slike avvikende baner kunne skyldes rene tilfeldigheter, og at det pekte sterkt i retning av at det fantes en niende planet. Siden den gang har det blitt funnet enda flere eksentriske TNO-er. Igjen ser en niende planet ut til å være en god forklaring på hvorfor solsystemet huser en fjern populasjon av transneptunske objekter med høy helning.

Ifølge NASA vil Planet 9 også påvirke andre forståelser av solsystemet, som for eksempel eksistensen av objekter som befinner seg mellom kjempeplanetene og går i retrograd bane rundt solen. I tillegg vil Planet 9 også kunne gi svar på en annen gåte: hvorfor solsystemet vårt mangler en superjord når slike planeter er vanlige rundt andre stjerner. Hvis Planet 9 er en superjord, er i så fall den saken løst.

Det er selvfølgelig alle muligheter for at denne oppførselen kan forklares på andre måter, og at Planet 9 rett og slett ikke eksisterer. Én mulighet er en usynlig gigantisk støvskive eller et lite svart hull. Men selv om det finnes skeptikere og det er stor uenighet rundt hele spørsmålet om en niende planet, fortsetter debatten. Det finnes heller ikke noe endelig bevis for at den ekstra planeten i solsystemet eksisterer, og det finnes heller ikke noe endelig bevis for at den ikke gjør det.

I dag mener Brown og Batygin at det finnes fem viktige bevislinjer som støtter opp om Planet 9 – en økning fra de fire som ble foreslått i 2016. «Det er formasjonen av stabile TNO-baner, grupperingen av omløpsbanene, dannelsen av spredte objekter med høy helning og lang periode, retrograde kentaurer i det ytre solsystemet (kentaurer er små isholdige objekter som går i bane rundt solen mellom Jupiter og Neptun), og en strøm av langperiodiske TNO-er som krysser Neptun», understreker Batygin.

KAMPEN FOR PLUTO FORTSETTER

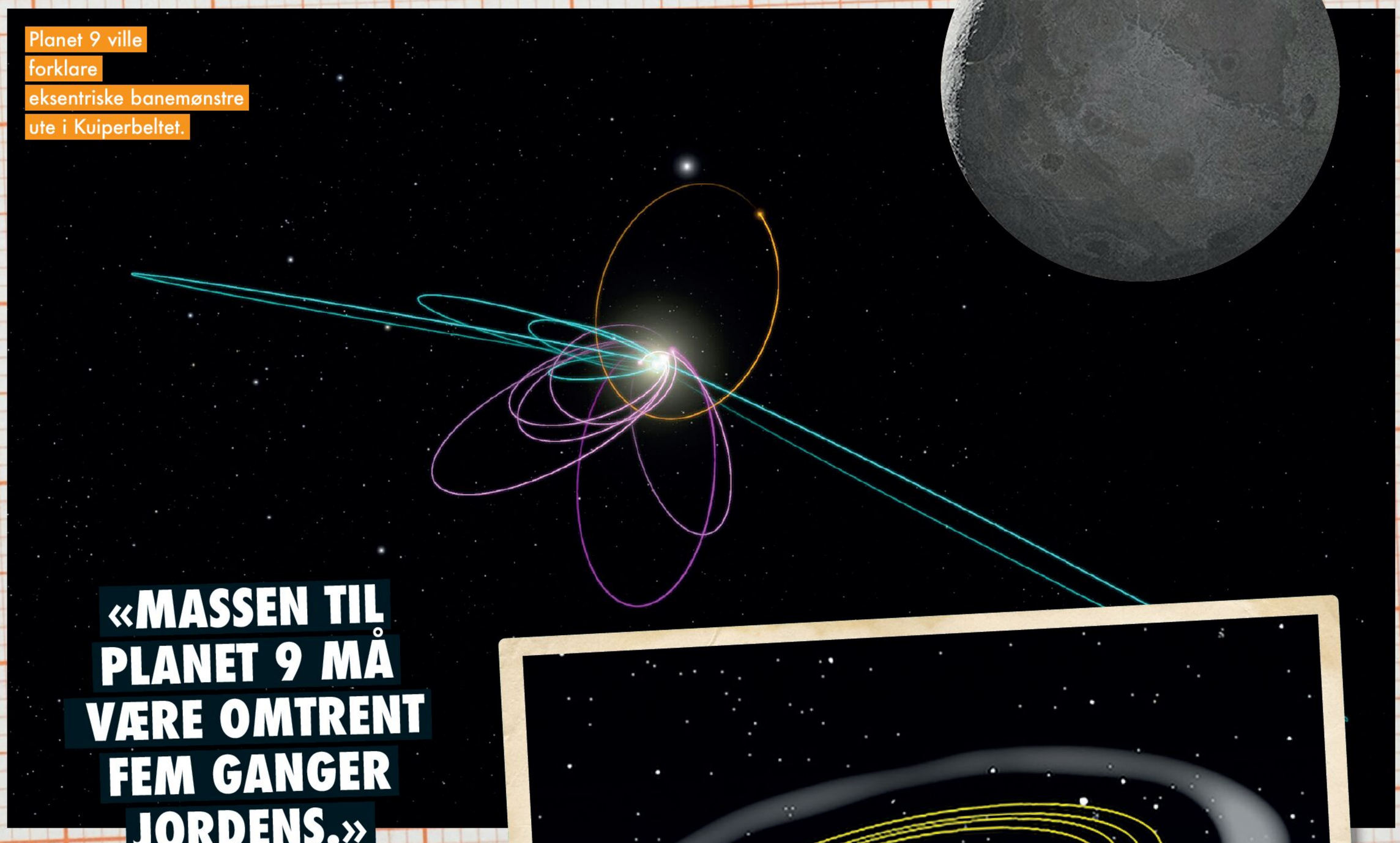
Selv om Pluto offisielt er klassifisert som en dvergplanet, er det ikke alle som aksepterer den definisjonen. Blant dem er planetforskeren Alan Stern. Ha ledet New Horizons, som var den første ferden til den frosne dvergplaneten og Kuiperbeltet.

Sammen med mange andre planetforskere avviser han beslutningen om å gjøre Pluto til en dvergplanet, som ble vedtatt av medlemmene i Den internasjonale astronomiske union bare ni måneder etter at New Horizons ble skutt opp i 2006.

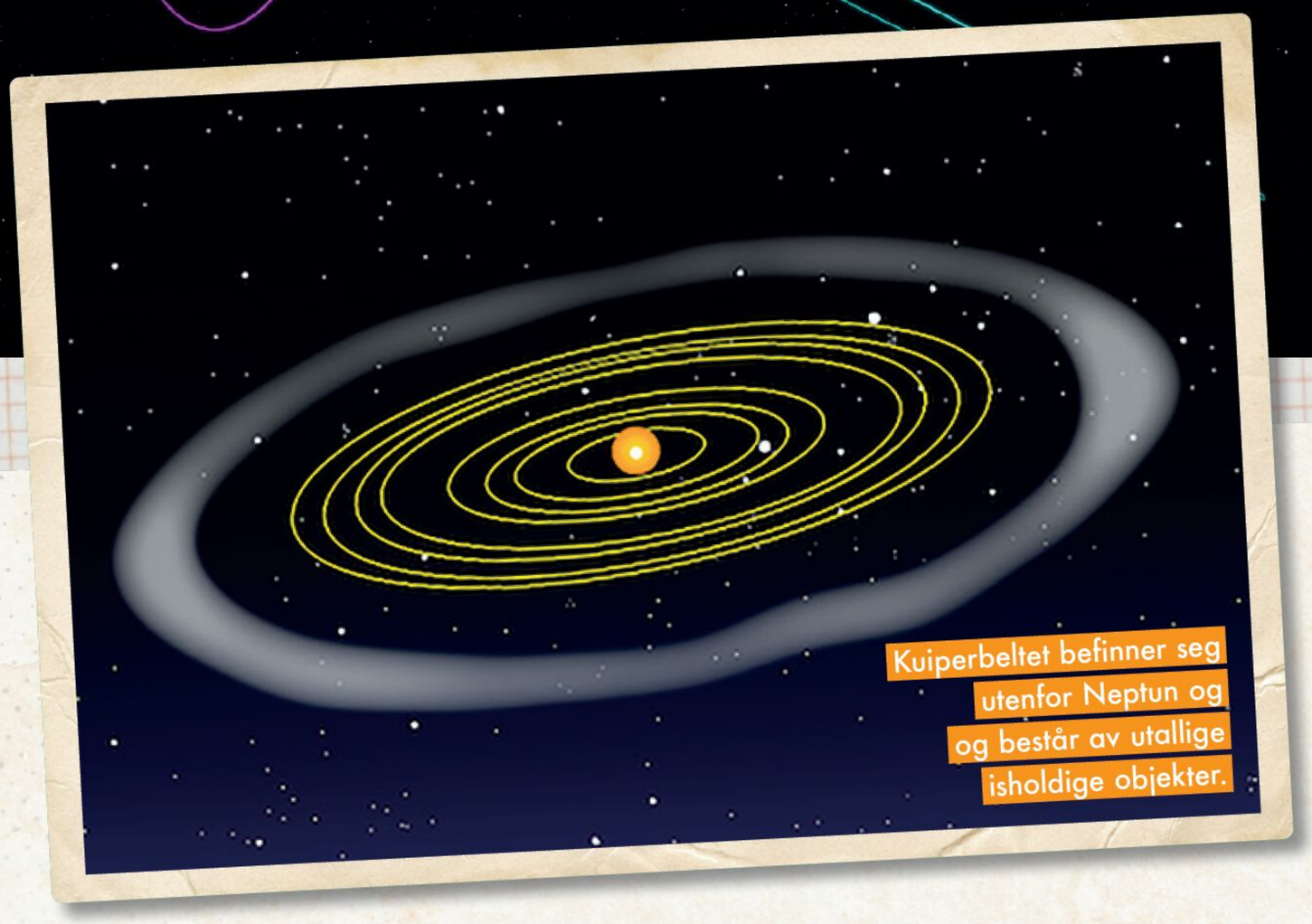
Han sier at det ikke gir noen vitenskapelig mening, og hevder at definisjonen av en planet ble laget av astronomer som studerer stjerner, galakser og svarte hull, og ikke av planetforskere, og at den derfor er dårlig formulert. Planetforskere vil faktisk gå så langt som å klassifisere alle dvergplaneter som planeter i stedet for å gjøre et skille. Hvis dette er tilfelle, ville Planet 9 absolutt trenge et annet nummer (selv om den uansett ville få et nytt navn hvis den ble funnet).



© Adobe Stock; Getty; Wikipedia Commons / Christopher Michel



«MASSEN TIL PLANET 9 MÅ VÆRE OMTRENT FEM GANGER JORDENS.»



Sistnevnte ble lagt til i 2024 og har å gjøre med Brown og Batygins studie – i samarbeid med Alessandro Morbidelli ved Observatoire De La Côte d'Azur i Nice i Frankrike, og David Nesvorny ved Southwest Research Institute i Boulder i Colorado. Studien viste at en potensiell Planet 9 kan forklare hvorfor noen TNO-er befinner seg nærmere solen enn forventet.

Simuleringene vurderte muligheten for at galaktisk tidevann forårsaket av gravitasjonskrefter i Melkeveien eller forbipasserende stjerner kunne påvirke disse merkelig plasserte TNO-ene, men bare når Planet 9 ble tatt med i betraktningen, stemte simuleringene overens med den observerte bestanden av 17 TNO-er som krysser Neptuns bane. De konkluderte med at en Planet Ni trakk TNO-enes baner nærmere solen. De viste at Planet 9-s gravitasjonspåvirkning var nødvendig for å skape og opprettholde strømmen av disse spesielle TNO-ene.

Med tanke på planetens potensielle innflytelse er det kanskje overraskende at Planet 9 aldri har blitt observert, selv om astronomene har sett mange eksoplaneter i andre galakser. Men det er mange mulige årsaker til dette. Den første er den sannsynlige størrelsen til Planet 9. «Modellene våre antyder at Planet 9 må ha en masse på omtrent fem jordmasser for å forklare dataene – noe som tilsvarer et objekt av superjordtypen», sier Batygin. Det gjør den ganske liten og vanskeligere å oppdage. Verdensrommet er også ganske overfylt, noe som kan gjøre det vanskelig å identifisere en planet i et hav av lyssterke objekter i bevegelse.

NÅLEN I HØYSTAKKEN

Men det er også andre faktorer som spiller inn. «Planet 9 er ekstremt lyssvak, sannsynligvis på størrelsesorden 24 eller svakere, og dens nøyaktige posisjon på himmelen er ukjent, noe som gjør den vanskelig å oppdage til tross for at vi kjenner baneparametrene», legger Batygin til. Men det er håp i horisonten, og det kan ikke vare lenge før mysteriet om Planet 9 er løst på en eller annen måte. Det er i hvert fall stor interesse for det, og det finnes til og med et folkeforskningsprosjekt kalt Backyard Worlds: Planet Nine, som håper å finne den ved hjelp av data fra NASAs Wide-field Infrared Survey Explorer-oppdrag. Hvem vet, kanskje det er du som oppdager den.

Batygin, Brown og mange andre astronomer håper i alle fall at Vera Rubin-observatoriet i Chile endelig vil gjøre et gjennombrudd i jakten på Planet 9. Det nye ultravide teleskopet, som er bygget på toppen av Cerro Pachón, skal være i drift i juli 2025. Teleskopet på 8,4 meter, kameraet på 3200 megapiksler og det automatiserte databehandlingssystemet vil være kraftig nok til å skanne hele himmelen i løpet av noen få dager, og dets evne til å kartlegge små objekter vil være uvurderlig.

© NASA; ESA; Adobe Stock; Alamy; Getty

SKANNER HIMMELEN

«Vera Rubin-observatoriet vil gi en enestående mulighet til å skanne himmelen etter svake, fjerne objekter, noe som vil forbedre letingen etter Planet 9 betydelig», bekrefter Batygin. I så fall vil det ha lyktes der andre metoder har mislyktes. I desember 2021 ble det gjort et søk med Atacama Cosmology Telescope i Chile, som ikke førte til noe gjennombrudd, og i mars 2024 viste heller ikke data fra Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (også kjent som Pan-STARRS) på Hawaii noe tegn til himmellegemet.

Forskerne kunne da ta en nærmere titt på den delen av himmelen der man tror at Planet 9 befinner seg, men selv om de ble skuffet, har de i det minste klart å snevre inn den potensielle posisjonen. Samlet sett har de ulike himmelundersøkelsene nå utelukket 78 % av søkeområdet, men det betyr at 22 % av den enorme himmelen gjenstår.

Det er derfor astronomene fortsetter å lete, og det er derfor de må anta at den er der helt til den ikke er det. Det er faktisk den linjen Brown har lagt seg på, som skrev i et blogginnlegg tilbake i 2021: «Så langt har vi ikke funnet noen grunn til å avvise hypotesen om Planet 9. Vil det komme en dag? Ja, kanskje. Hvis bevisene for eksistensen av Planet 9 skulle forsvinne, ville det vært synd, men da måtte vi ha gitt opp ideen. Vi har vært forberedt på det siden den dagen vi først foreslo Planet 9.»

Hvis den blir funnet, vil det likevel ikke være slutten på dette mysteriet. Hvis planetens eksistens blir bekreftet, vil astronomene bruke mange år på å finne ut av dens hemmeligheter og hvordan den sannsynligvis har blitt dannet. Oppdagelsen av en niende planet langt borte i solsystemet vil være en stor sak, og kan snu opp ned på vår forståelse av hvordan solsystemet ble dannet og utviklet seg.

Allerede nå er det lansert noen teorier om hvordan Planet 9 kan ha blitt født. «Planet 9 kan ha blitt dannet sammen med Uranus og Neptun, men ble slynget ut av Jupiter eller Saturn», sier Batygin. «Planetens bane stabiliserte seg deretter i solsystemets barndom på grunn av samspillet med en klynge av stjerner som ble født.»

Astronomene ønsker også å finne ut om planeten kan ha mange måner, eller om den faktisk er en vandrerplanet – en planet som ble fanget opp av solen etter å ha blitt slynget ut av sitt eget stjernesystem og etterlatt for å skape kaos i det ytre solsystemet. Det første steget er imidlertid å finne den, og du kan være sikker på at Brown og Batygin kommer til å rope høyt fra hustakene hvis den endelig kommer til syne.



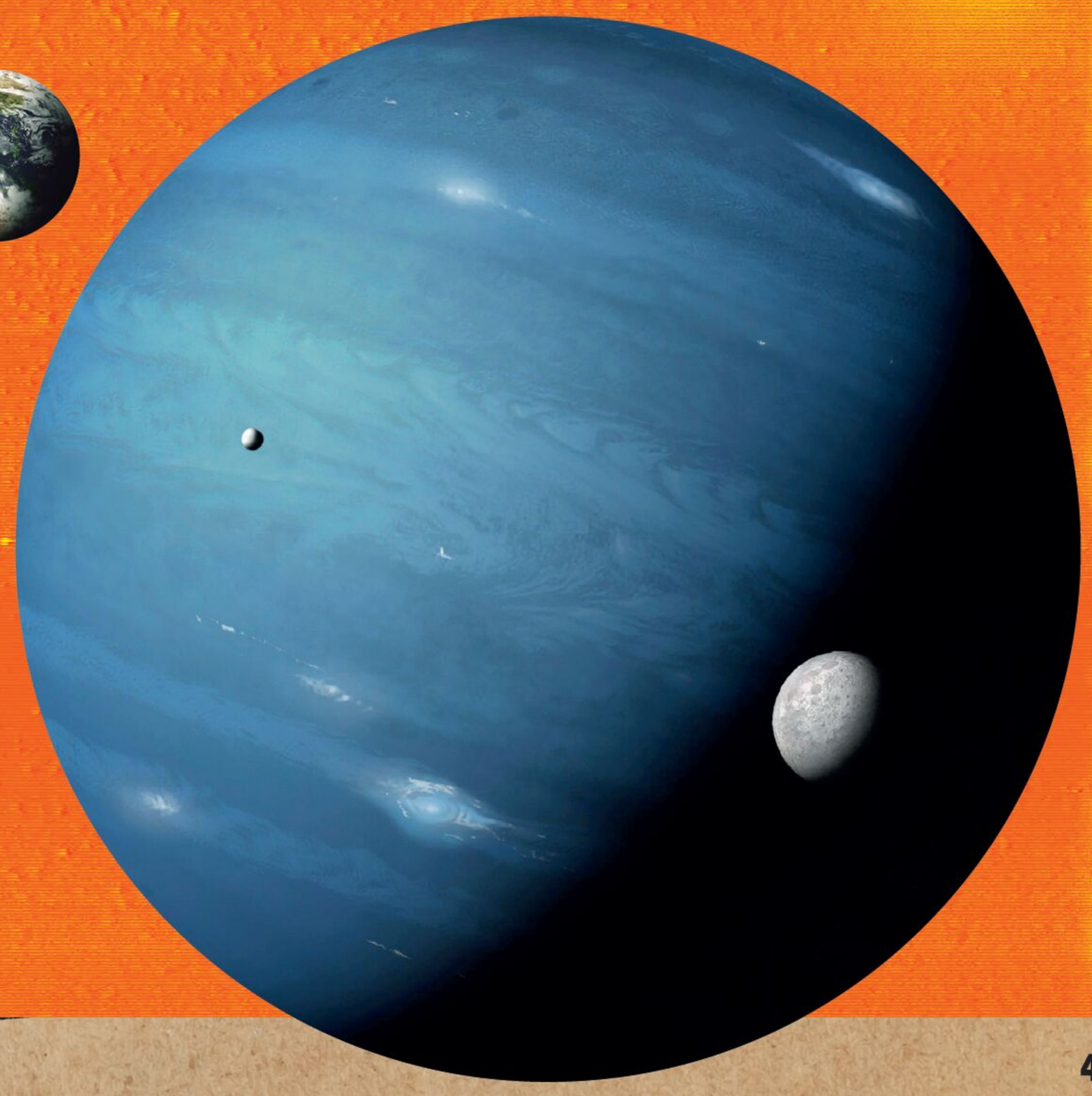
Planet 9, hvis den eksisterer, ligger utrolig langt ute i randen av solsystemet.

HVOR STOR ER PLANET 9?



Den potensielle størrelsen på Planet 9 har endret seg i årenes løp, etter hvert som ulike simuleringsmodeller har kastet mer lys over denne teoretiske verdenen. I en periode var anslaget, basert på planetens tilsynelatende tyngdekraft, at Planet 9 er mellom fem og ti ganger så stor som jorden. Men nyere studier av Michael Brown og Konstantin Batygin anslår den til å være rundt 6,2 jordmasser.

I så fall er Planet 9 større enn alle de indre planetene - det vil si Merkur, Venus, Jorden og Mars - og på femteplass etter Jupiter (den største), Saturn, Uranus og Neptun. Den er også mest sannsynlig satt sammen av gass, som Neptun, med en fast kjerne, selv om den også kan være en fast superjord. Den har sannsynligvis også en diameter som er dobbelt så stor som jordens.



MARS' MYSTERIER

Det er mange store spørsmål om den røde planeten og hvordan den ble så øde. Kan vi finne ut hva som skjedde med denne potensielt beboelige kloden?

SKREVET AV JONATHAN O'CALLAGHAN

© Adobe Stock; Getty; ESO

Av alle planetene i solsystemet vårt er det kanskje ingen som er så forlokkende og forvirrende som vår naboverden Mars. Mars ligger omtrent 100 millioner kilometer lenger fra solen enn jorden og er halvparten så stor som vår egen planet. Mars er en steinete verden som ser ut som om den en gang har hatt vann på overflaten, med daler og huler som ser ut til å ha blitt dannet av innsjøer, hav og elver.

Men i dag er Mars ufruktbar. Atmosfæren består for det meste av karbondioksid, og den tynne atmosfæren gjør at all væske på overflaten raskt fordamper ut i verdensrommet. Ved polene finnes det store isflekker som tyder på en vannrik fortid, og det kan fortsatt finnes flytende vann under overflaten.

Med vann kan Mars en gang ha huset liv, mest sannsynlig mikrobielle livsformer i løpet av den korte tiden planeten var beboelig. Så det å forstå hvordan Mars mistet vannet sitt, er avgjørende i vår videre søken etter liv i universet. Det er mulig – hvis det fantes liv på Mars – at det kan finnes rester av dette livet i dag. Pågående oppdrag håper å gi svar på dette spørsmålet.

Det er ikke bare den potensielle beboeligheten til Mars som er spennende. Planeten må tidligere ha hatt et magnetfelt for å opprettholde en atmosfære og gjøre det mulig for flytende vann å eksistere. Hva skjedde med dette magnetfeltet, og er det en tilbakevendende prosess på steinplaneter å miste det? Samtidig er de to månene Phobos og Deimos uvanlige ved at de er ekstremt små. Hvor kom de fra, og hva kan de fortelle oss om månedannelse?

Vårt største spørsmål om Mars er om planeten fortsatt kan være beboelig i dag, ikke bare for mikrober, men kanskje til og med for mennesker. Hvis vi lander mennesker på Mars' overflate, er det da håp om å overleve på lang sikt og gjøre menneskeheten til en multiplanetarisk art?

HVA SKJEDDE MED MARS' VANN?



Vårt viktigste spørsmål om Mars er utvilsomt: Hva skjedde med vannet? For å forstå hva som kan ha skjedd, må vi først dykke ned i planetens historie.

Mye tyder på at det kan ha eksistert vann på Mars for opptil 4,1 milliarder år siden. Dette er basert på simuleringer av planeten, som tyder på at det fantes et stort hav på planetens nordlige halvkule, og restene av dette kan vi muligens se i dag i form av en strandlinje. Det ser ut til å ha vært innsjøer og hav på overflaten. NASAs romferder Curiosity og Perseverance utforsker for tiden to av disse gamle innsjøene – i henholdsvis Gale-krateret og Jezero-krateret.

Hvis det fantes vann, kan det ha vært liv der. Sannsynligvis ville det ha vært enkelt mikrobielt liv, som ikke hadde nok tid til å utvikle seg til mer komplekse former, slik som på jorden, ettersom vannet ser ut til å ha forsvunnet for omtrent 3 milliarder år siden. Vi kan se restene av dette vannet i form av saltavleiringer på overflaten, men det ser også ut til at det fortsatt finnes vannreservoarer dypt under overflaten av Mars, flere kilometer under bakken.

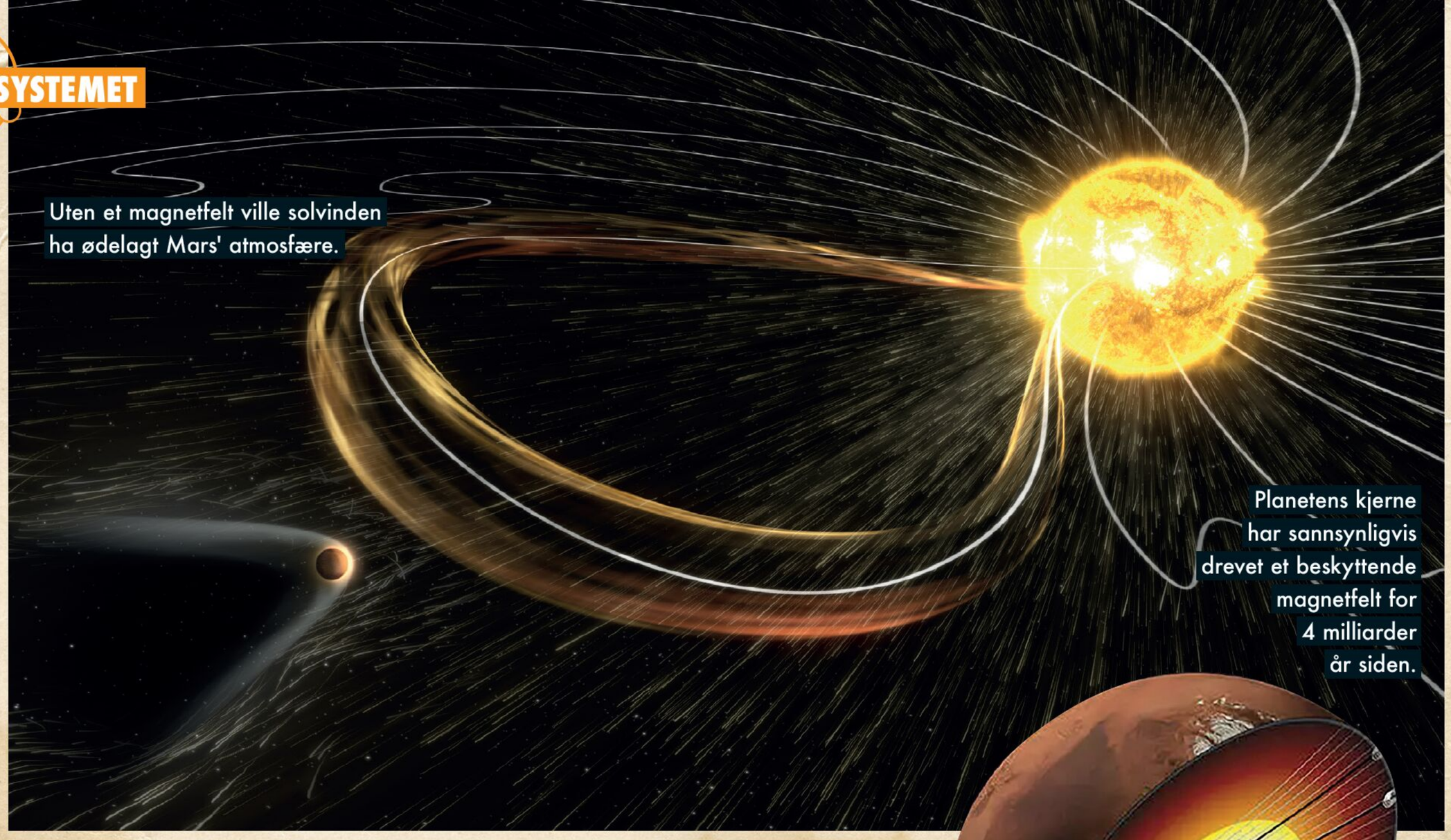
Vi tror at Mars mistet vannet fordi den på denne tiden også mistet atmosfæren. Det lave trykket og den kjølige temperaturen på Mars' overflate som følge av dette tapet, ville ha ført til at all væske enten ville ha fordampet eller frosset til is umiddelbart; havene dunstet bort. Vannet som fordampet ut i atmosfæren som damp, ville deretter ha blitt blåst ut i verdensrommet av solen. Til slutt var alt vannet borte, og tilbake ble den golde, røde verdenen vi ser i dag.

Det er litt rart å tenke på Mars som en verden som en gang var full av vann, og som kanskje var på vei til å bli en beboelig oase som jorden, før noe skjedde. Svaret på dette mysteriet kan være knyttet til et annet avgjørende spørsmål om planetens kjerne.



Det finnes bevis som peker på at Mars en gang var fylt med vann.

«MARS KAN EN GANG HA VÆRT VÆRT VERTSKAP FOR LIV, MEST MEST SANNSYNLIG MIKROBIELLE LIVSFORMER.»



Uten et magnetfelt ville solvinden ha ødelagt Mars' atmosfære.

Planetens kjerne har sannsynligvis drevet et beskyttende magnetfelt for 4 milliarder år siden.

MISTET MARS MAGNETFELTET SITT?

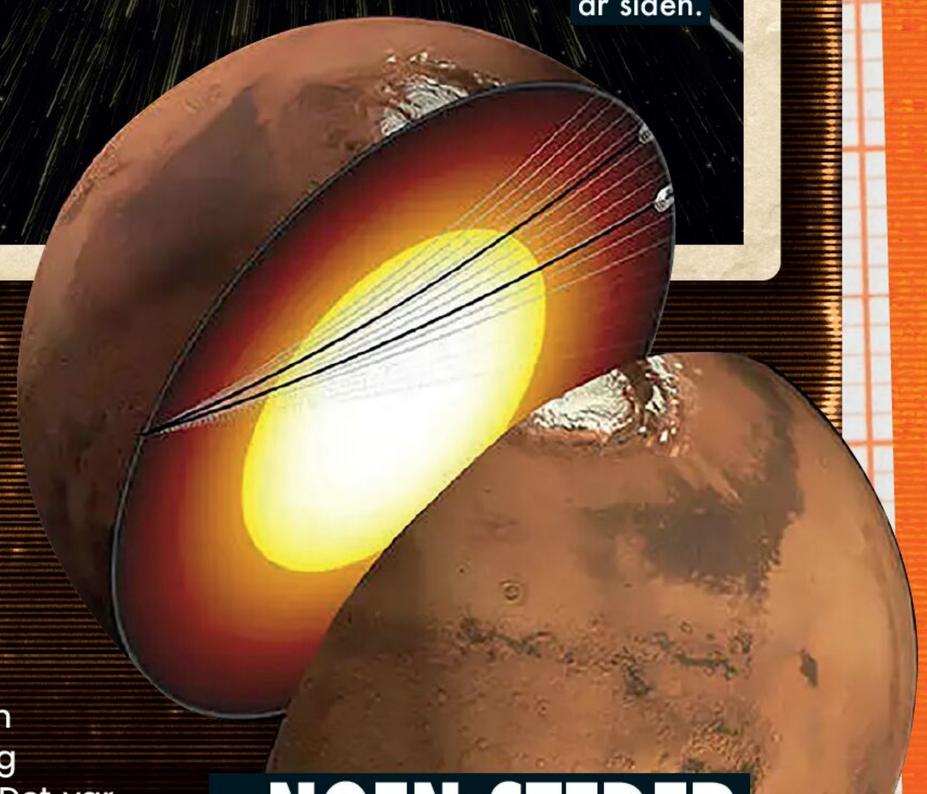
Tapet av vann og atmosfære på Mars er nesten helt sikkert knyttet til planetens indre. På et tidlig tidspunkt i planetens historie drev Mars' kjerne sannsynligvis et stort magnetfelt, som på jorden, som fanget en atmosfære rundt planeten. Det var helt til noe fikk denne dynamoen til å stoppe opp, og veien mot en øde planet begynte. Så hva var det som skjedde?

Vi kan se bevis på et gammelt magnetfelt på Mars i dag. Romsonder i bane rundt planeten har observert at det noen steder på overflaten ser ut til å være magnetiske hot spots, der planetens tapte magnetisme fortsatt er fanget i noen av bergartene på overflaten. Disse observasjonene tyder på at det eksisterte et magnetfelt for minst 4 milliarder år siden.

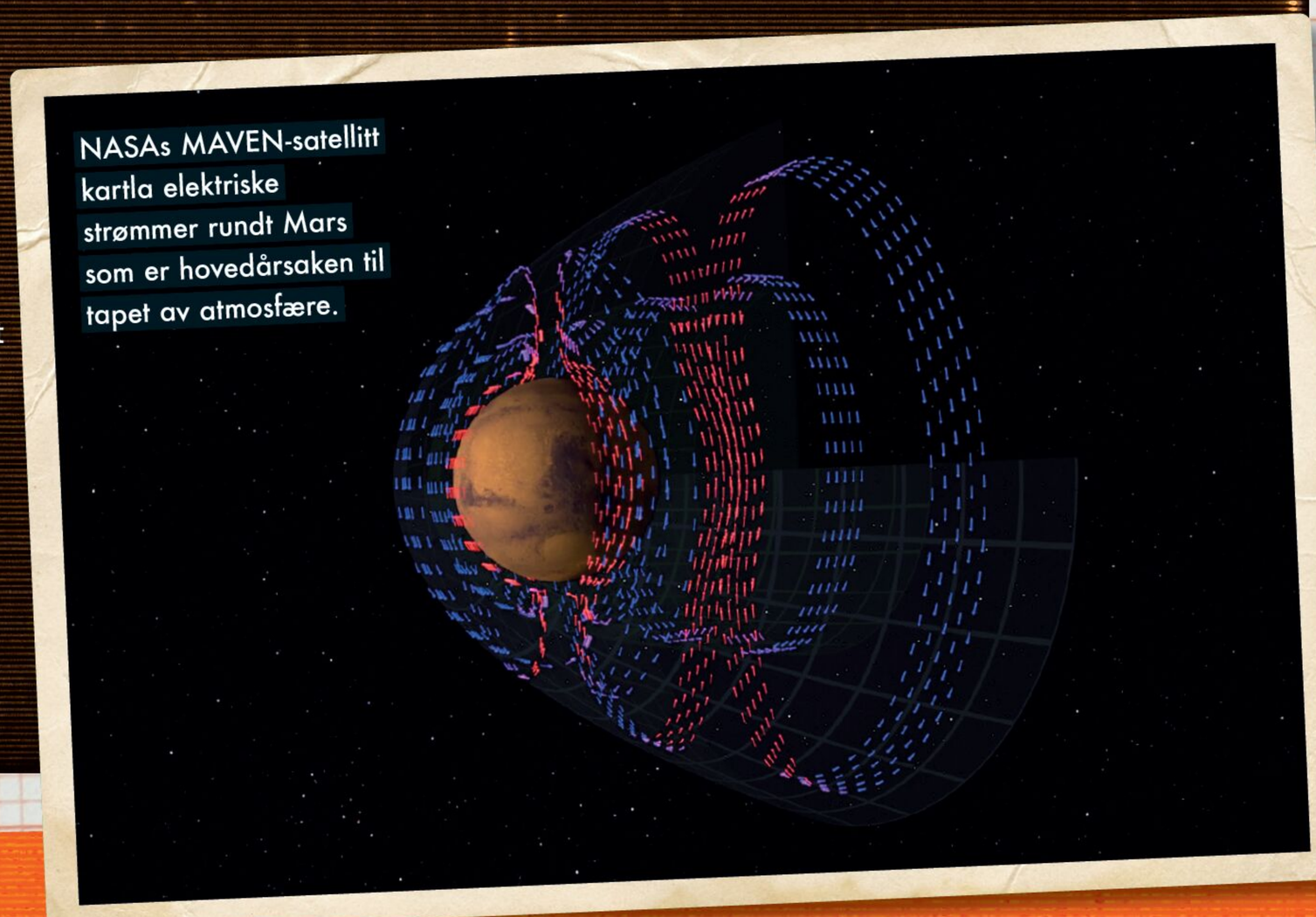
Nyere bevis for et magnetfelt på Mars kommer fra en marsmeteoritt kalt Allan Hills 84001, som ble oppdaget i Antarktis i 1984. Det ble en gang hevdet at meteoritten inneholdt bevis på bakterieliv – noe som nå er tilbakevist – men meteoritten ser ut til å ha lagret magnetisme fra et magnetfelt på Mars for 3,9 milliarder år siden, noe som tyder på at magnetfeltet har eksistert en stund og at det kan ha eksistert vann der.

Magnetfeltet på Mars – som på jorden – var sannsynligvis et resultat av en varm ytre kjerne av flytende jern rundt en fast indre kjerne inne i planeten, slik NASAs InSight-landingsfartøy har undersøkt. Når materie beveget seg mellom den indre og den ytre kjernen, oppsto det konveksjon, noe som ga næring til en dynamoprosess som skapte et kraftig magnetfelt som omsluttet planeten. Det var helt til noe mystisk så ut til å ha stoppet denne prosessen, muligens som følge av at kjernen delte seg i lag av jern og hydrogen, noe som satte en stopper for konveksjonen, men forskerne er ikke sikre.

Jordens magnetfelt beskytter planeten vår mot innkommende ladede partikler fra solen i solvinden. Disse partiklene ville blåst bort atmosfæren vår, men i stedet blir de styrt mot polene av magnetfeltet. I Mars' tilfelle, som mistet sitt magnetfelt, hadde planeten dessverre ikke lenger en slik beskyttelse. Solvinden blåste bort atmosfæren, vannet fordampet, og resten er historie.



«NOEN STEDER PÅ OVERFLATEN SER UT TIL Å HA MAGNETISKE VARME PUNKTER.»



NASAs MAVEN-satellitt kartla elektriske strømmer rundt Mars som er hovedårsaken til tapet av atmosfære.

ER PHOBOS OG DEIMOS FANGEDE ASTEROIDER?

Mars' to måner er merkelige – de heter Phobos og Deimos, er begge bemerkelsesverdig små og går i bane svært nær planeten. Dette har fått forskere til å lure på om de kan være innfangede objekter fra andre steder i solsystemet som har endt opp i bane rundt Mars – men det er ikke sikkert at de vil gjøre det for alltid.

Phobos er bare 12 kilometer i diameter, og Deimos er bare halvparten så stor. Begge er små nok til å få plass i Stor-London. De går også i bane svært nær Mars – Phobos er bare 6000 kilometer unna og Deimos 23 500 kilometer lenger unna – og fullfører et omløp henholdsvis hver åttende time og hver trettiende time. Til sammenligning er månen vår omtrent 3500 kilometer i diameter og befinner seg omtrent 385 000 kilometer fra jorden. Phobos kommer også to meter nærmere Mars for hvert århundre – og om 50 millioner år vil den enten krasje inn i planeten eller brytes opp i en ring.

Både Phobos og Deimos er av stein, og førstnevnte har et stort krater kalt Stickney som dekker store deler av overflaten, selv om begge er mer generelt preget av kratere. De er også mørke av utseende, med is blandet inn i steinen. Dette gjør at de ligner på asteroider vi ser drive rundt ute i solsystemet, noe som tyder på at de kan ha vært slike objekter som tilfeldigvis ble fanget av planetens gravitasjon for milliarder av år siden.

Ikke alle er like sikre. Noen undersøkelser tyder på at de to objektene faktisk har en sammensetning som ligner mer på Mars, noe som kan bety at de faktisk er fragmenter av selve planeten - kanskje slynget ut av noe som kolliderte med overflaten for lenge siden. Andre undersøkelser tyder på at de ligner mer på kometer enn asteroider, noe som betyr at de i stedet kan være isholdige objekter som ble fanget opp av den røde planeten.

Svaret på dette mysteriet kan vi kanskje finne ut i løpet av de kommende årene, når et japansk romfartøy – Martian Moons Exploration (MMX) – reiser til Phobos. Den skal forsøke å samle inn deler av satellitten og returnere dette til jorden i 2031, og kanskje kan den en gang for alle fortelle oss hvordan Mars fikk sine måner.



Phobos og Deimos kan være innfangede asteroider eller vrakrester etter et nedslag.

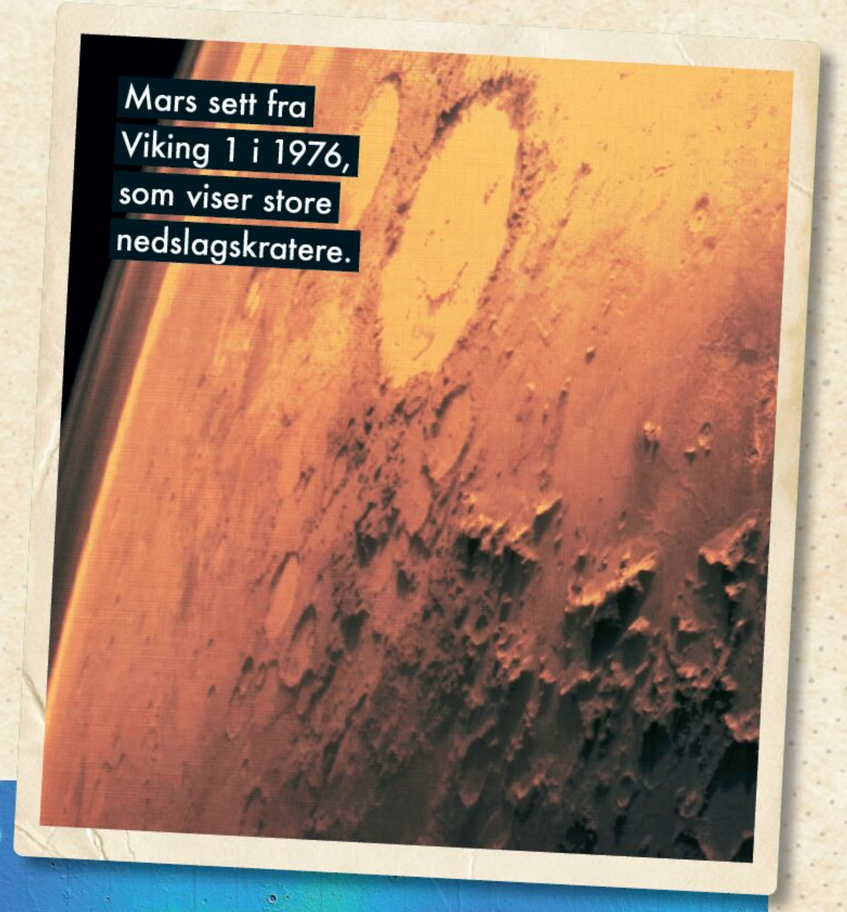
HVORFOR ER MARS DELT I TO?

Noe av det merkeligste med Mars er at den ser ut til å være delt i to halvdeler. Den nordlige halvkulen av planeten ligger noen kilometer lavere enn den sørlige, av grunner vi ikke kan forklare.

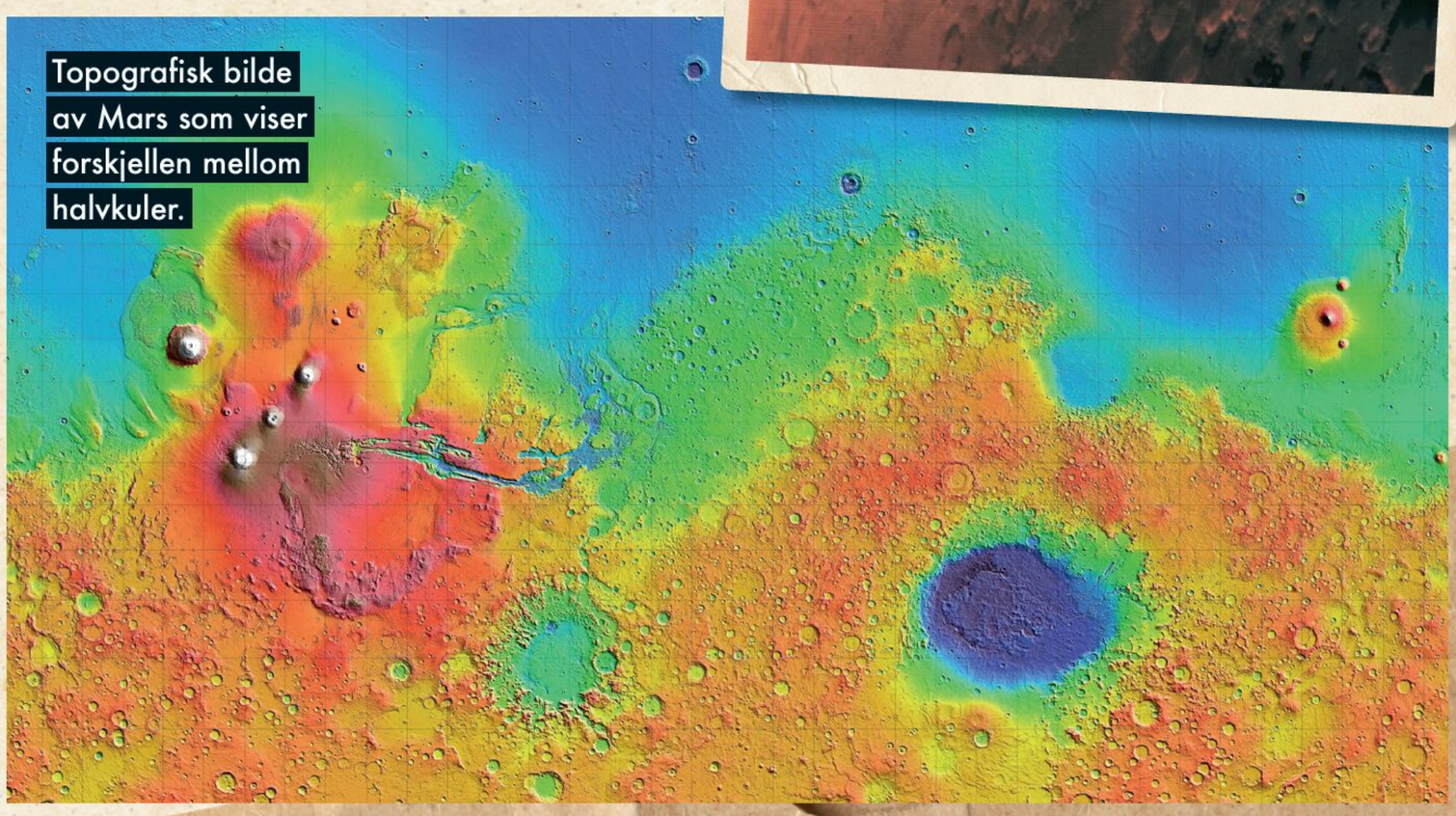
Dette gapet mellom den nordlige og den sørlige delen av planeten har blitt avbildet av romfartøyer som ESAs Mars Express. Den nordlige delen av Mars er også mye glattere enn den sørlige, med færre kratere, noe som kan være et resultat av mer vulkansk aktivitet i nord som dekker flere av kratrene. Dette kan være tegn på tidligere platetektonisk aktivitet på planeten, et fenomen på jorden som produserer vulkaner, men som ikke finnes på Mars i dag.

Forskjellen mellom nord og sør tyder på at det kan ha vært et betydelig nedslag på Mars for lenge siden, som enten skapte en massiv bulk på den nordlige halvkule eller produserte nok lava i sør til å danne planetens høyland. Hvis de to halvdelene av Mars er resultatet av et nedslag, kan det være en av de mest oppsiktsvekkende hendelsene vi kjenner til i solsystemet - en eksplosjon som tilsvarer rundt 100 milliarder gigatonn TNT og det største kjente krateret på noen planet.

Bulken i den nordlige halvkulen kan ha gjort det lettere for et stort hav å danne seg, og noen deler av denne halvkulen ser ut som rester av en gammel kystlinje fra dette havet. I dag er den sørlige halvkule mer utsatt for støvstormer fordi Mars er nærmere solen om sommeren. Varmen fra vår nærmeste stjerne får støv til å stige opp fra overflaten og forårsake disse stormene, som kan dekke hele planeten og blokkere sollyset - et problem som den fiktive oppdagelsesreisende Mark Watney møtte i boken og filmen *The Martian*.



Mars sett fra Viking 1 i 1976, som viser store nedslagskratere.



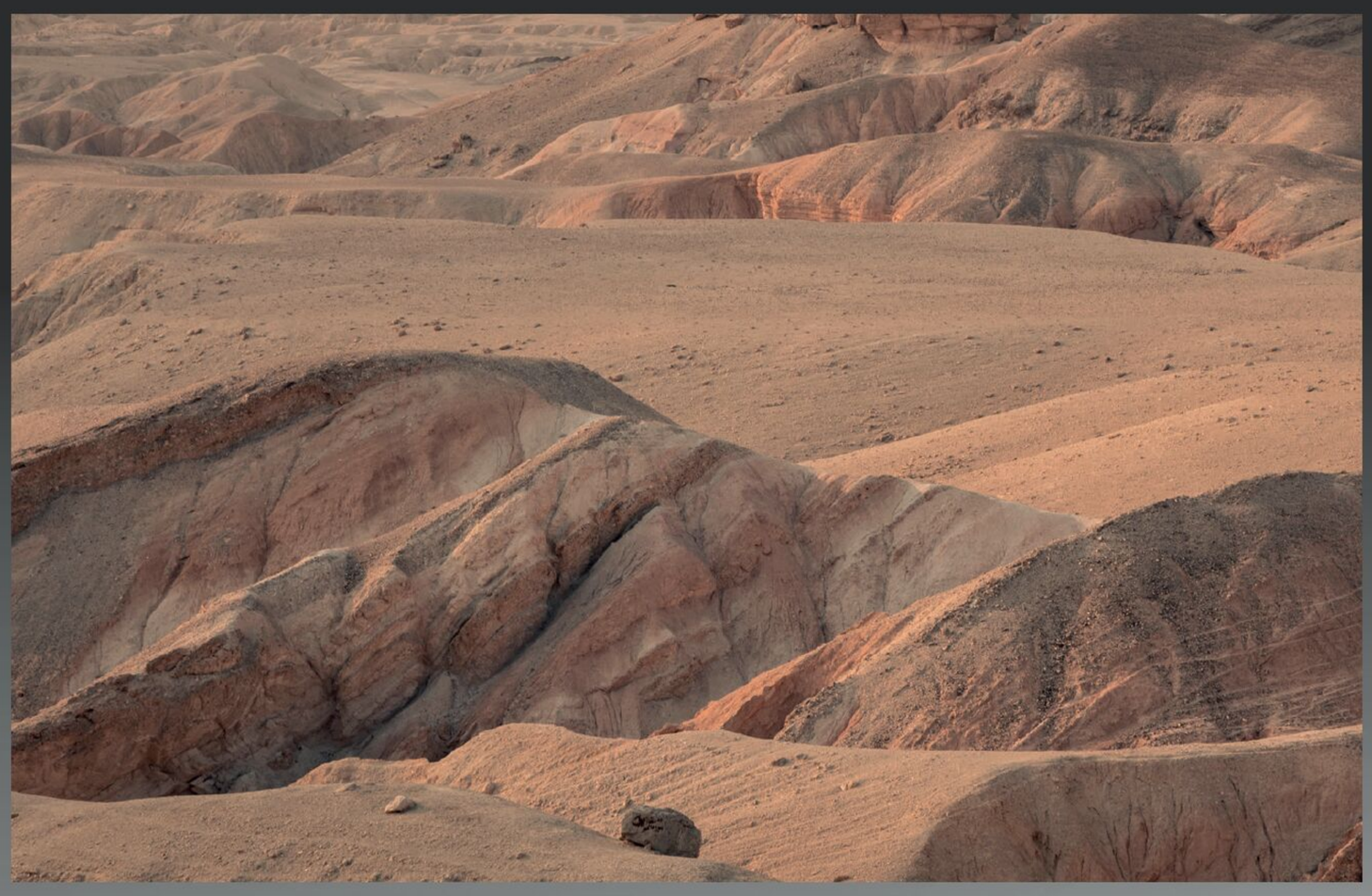
Topografisk bilde av Mars som viser forskjellen mellom halvkuler.

© Adobe Stock; Getty; NASA

ER DET LIV PÅ MARS?

Hvis Mars en gang var våt, reiser det naturligvis det ultimate spørsmålet: Har det vært liv på Mars, og kan det fortsatt være det i dag? I årevis har forskere søkt etter svaret på dette mysteriet, og i dag er vi nærmere enn noen gang å finne ut av det.

På jorden vet vi at liv trenger varme, vann og en energikilde for å overleve. På fortidens Mars ser det ut til at planeten hadde alle disse tre ingrediensene. Rovere på Mars har studert steiner på overflaten som viser tegn på organisk materiale, byggesteinene til liv. Samtidig vet vi at det nesten helt sikkert har vært rennende vann på et tidspunkt og stråling fra solen for å skaffe energi. Det betyr at enten hadde Mars alle de rette forholdene, men det oppsto ikke liv, noe som i seg selv er et interessant resultat i vår videre søken etter liv i universet. Det tyder da på at ikke alle våte steinplaneter blir beboelige. Eller så hadde Mars en enkel form for liv.



Roverne på Mars utforsket overflaten med håp om å finne tegn på liv.

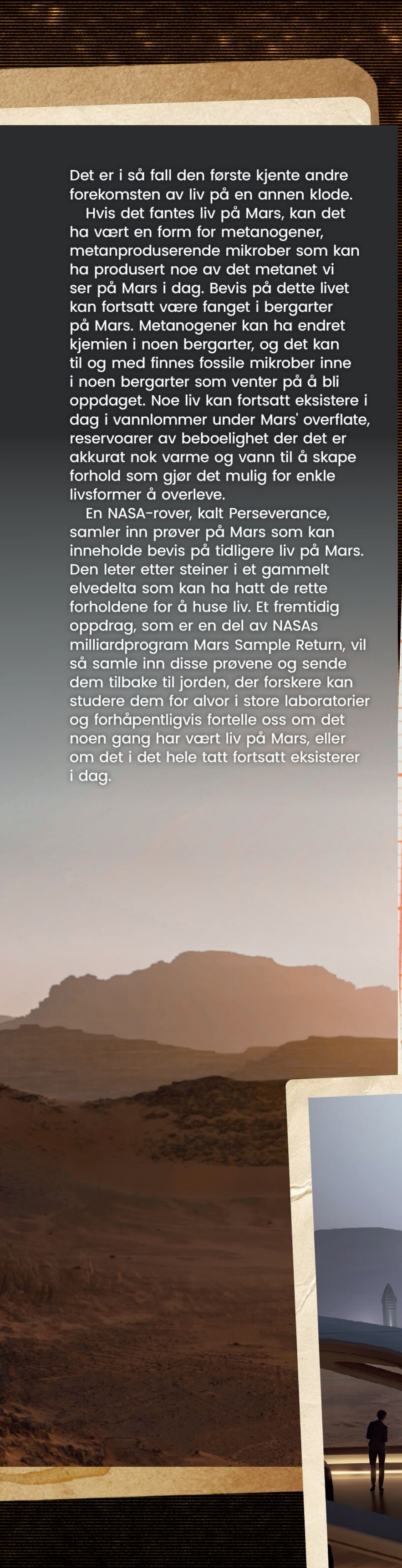
«HVIS DET VAR LIV PÅ MARS, KAN DET HA VÆRT EN ELLER ANNEN FORM FOR METANOGENER.»

© Adobe Stock; Getty; NASA; SpaceX; AppleTV/For All Mankind

Det er i så fall den første kjente andre forekomsten av liv på en annen klode.

Hvis det fantes liv på Mars, kan det ha vært en form for metanogener, metanproduserende mikrober som kan ha produsert noe av det metanet vi ser på Mars i dag. Bevis på dette livet kan fortsatt være fanget i bergarter på Mars. Metanogener kan ha endret kjemien i noen bergarter, og det kan til og med finnes fossile mikrober inne i noen bergarter som venter på å bli oppdaget. Noe liv kan fortsatt eksistere i dag i vannlommer under Mars' overflate, reservoarer av beboelighet der det er akkurat nok varme og vann til å skape forhold som gjør det mulig for enkle livsformer å overleve.

En NASA-rover, kalt Perseverance, samler inn prøver på Mars som kan inneholde bevis på tidligere liv på Mars. Den leter etter steiner i et gammelt elvedelta som kan ha hatt de rette forholdene for å huse liv. Et fremtidig oppdrag, som er en del av NASAs milliardprogram Mars Sample Return, vil så samle inn disse prøvene og sende dem tilbake til jorden, der forskere kan studere dem for alvor i store laboratorier og forhåpentligvis fortelle oss om det noen gang har vært liv på Mars, eller om det i det hele tatt fortsatt eksisterer i dag.





TV-serien *For All Mankind* forestiller seg hvordan livet på Mars realistisk sett kunne se ut.

KAN VI LEVE PÅ MARS?

Når du tenker på ditt neste feriemål, virker kanskje ikke Mars som et opplagt valg. Uten romdrakt ville du kokt i hjel på overflaten på grunn av det lave trykket – med mindre du fryser i hjel først. Så hvorfor skulle vi ønske å dra dit, og kan vi i det hele tatt overleve der?

Å ta mennesker til Mars er et av de viktigste stegene i romutforskningen siden vi kom tilbake fra månen. En reise til Mars vil ta rundt åtte måneder. Overflaten er steinete, og den vil ikke drepe eller knuse deg direkte med riktig utstyr, i motsetning til Venus. Så Mars har sine positive sider. Mennesker på Mars kan etablere bosetninger for vitenskapelige studier og utforske noen av planetens mysterier på en måte som rovere ikke kan matche.

Noen av rakettene som er under utvikling, som SpaceXs Starship-rakett, er designet med tanke på bosetning på Mars. I teorien burde det være mulig for oss å bo på Mars i lignende habitater som har blitt brukt på månen. Ved hjelp av trykkabiner på overflaten vil astronauter kunne bo på Mars i relativt lange perioder og om nødvendig dra ut i romdrakter. Det finnes også forslag om å bruke oppblåsbare habitater eller til og med å grave oss ned under jorden for å skape mer beboelige områder for mennesker på Mars.

Vi kan også omdanne karbondioksidet på Mars til oksygen, noe som testes av et instrument om bord på NASAs Perseverance-rover kalt MOXIE (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment). Dette betyr at mennesker på Mars kan ta skritt i retning av å bli selvforsynte uten å være avhengige av forsyninger. I en fjern fremtid kan det være mulig å terraforme Mars, omdanne karbondioksid til oksygen og gjøre planeten mer lik jorden. For noen er det science fiction, men å bo på Mars kan være noe vi en dag kan oppnå.



Folk vil være i stand til å utnytte ressursene på Mars til å bli selvforsynt.

KAN SATURNS MÅNER OPPRETTHOLDE LIV?



Saturns måner Enceladus og Titan er noen av de mest spennende kandidatene for livstegn i solsystemet.

SKREVET AV JONATHAN O'CALLAGHAN

Hvis du ønsker å finne annet liv i solsystemet, er kanskje ikke Saturn det opplagte førstevalget. Mars, med ser ut som den har en fuktig fortid, ser ganske fristende ut, og det samme gjør Venus, en steinete verden på størrelse med vår egen som på en eller annen måte har blitt forvandlet til et ørkenlandskap.

Men hvis du tar turen 1,4 milliarder kilometer fra solen, kan du bli positivt overrasket. Her, i bane rundt Saturn, vil du oppdage to måner som kan være blant våre beste kandidater til å finne utenomjordisk liv. Det dreier seg om månene Enceladus og Titan, og av ulike grunner er de begge våre fremste håp for å finne svar på spørsmålet om vi er alene i universet.

EN VERDEN AV VANN

Saturn har hatt besøk av flere romsonder, men først og fremst av NASAs Cassini, som gikk i bane rundt den ringformede planeten mellom 2004 og 2017. Mens Cassini studerte planeten, fløy den også forbi Enceladus nesten 24 ganger, tok bilder av månen og analyserte dem med sine instrumenter. Observasjonene avslørte en isete verden på størrelse med Storbritannia, en gigantisk snøball som svever i rommet, dekket av sprekker og spalter som kalles tigerstriper.

Men den viktigste oppdagelsen romfartøyet gjorde, var at det så ut til å være vannsøyler som regelmessig skjøt ut i verdensrommet fra månens sydpol. Forskerne mistenker at dette er vann som spyr ut fra et underjordisk hav som er fanget under månens iskalde skall. En varmekilde, som for eksempel tidevannet på Saturn, ser ut til å smelte isen inne i månen og skape et gigantisk hav som kan omfatte hele Enceladus.

Dette havet antas å starte omtrent

© Adobe Stock; Getty

10 kilometer under Enceladus og strekke seg ned til månens steinete kjerne. Dette er viktig fordi kjernen kan generere varme på bunnen av havet. Denne varmen kan i sin tur drive hydrotermale skorsteiner, åpninger der varmt, mineralrikt vann strømmer utover, noe som kan gi næring til liv. På jorden finnes det liv i nærheten av hydrotermale åpninger, og det samme kan være tilfelle på Enceladus.

PÅ DYPT VANN

Det er vanskelig å komme til dette havet på grunn av den tykke isen over, men Cassini fløy gjennom vannsøylene som skyter ut fra Enceladus i 1300 kilometer i timen, og studerte noe av materialet som kommer ut av havet. Den fant vanndamp, karbondioksid og organisk materiale som fosfor (et av livets byggesteiner) – men romfartøyet var ikke konstruert for å studere skyene for å lete etter direkte tegn på liv.

Det kan imidlertid komme på et senere oppdrag. Forskerne håper en dag å kunne vende tilbake til Enceladus og studere dette havet i mer detalj. Noe av materialet fra vannsøylen treffer Enceladus' overflate, noe som betyr at en landingsfartøy kan ta direkte prøver av havet uten å måtte grave seg ned under isen. Kanskje kan et slikt oppdrag påvise direkte bevis på liv. I så fall kan det tyde på at miljøer med frosne hav som Enceladus er et godt sted å finne liv. Man tror at det finnes flere måner med skjulte hav i solsystemet vårt, og de kan være vanlige rundt andre stjerner også. Kanskje det mest tallrike habitatet i universet ikke er skapningene på vår steinete jord, men fiskene som svømmer i fremmede hav.

Hvis du foretrekker en beboelig planet av stein i stedet for is, bør du kanskje rette blikket mot Titan, Saturns største måne, som er nesten halvparten så stor som jorden og større enn planeten Merkur. Titan ble først oppdaget i 1655, men det var først 300 år senere at vi oppdaget dens viktigste egenskap: Saturns måne er dekket av en tykk atmosfære, den eneste månen i solsystemet som har en slik egenskap.

Atmosfæren gjør Titan til et av de mest jordlignende stedene som noensinne er oppdaget. Atmosfæren består hovedsakelig av nitrogen og metan og er tykkere enn den som dekker jorden, noe som gir Titan et atmosfæretrykk som er 60 % høyere enn på planeten vår. Det betyr at hvis du sto på overflaten med vinger festet til armene og slo med dem, kunne du fly i luftrommet. Men atmosfæren gjør også at Titan har væsker på overflaten, noe som gjør den til den eneste kjente verden i universet, bortsett fra jorden, som har innsjøer og hav.

Titans flytende masse er imidlertid ikke som jordas vannrike hav. I stedet består de av flytende etan og metan, som minner mer om petroleum enn om vann. Disse væskene er så tyktflytende at det i noen av Titans innsjøer og hav oppstår bølger som er så små som én centimeter høye. Den største flytende ansamlingen på Titan, Kraken Mare, er omtrent 500 000 kvadratkilometer stor –

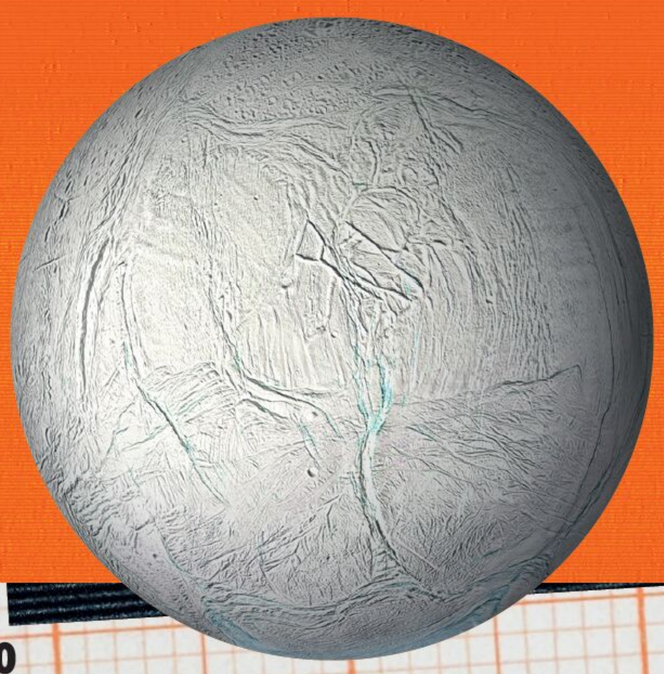
«KAMERAET PÅ LANDINGSFARTØYET AVSLØRTE ET MILJØ AV STEINLIGNENDE KLIPPER SOM KAN VÆRE FORVITRET AV VÆSKER.»



ENCELADUS

Oppdagelsesår: 1789
Diameter 500 kilometer
Avstand fra Saturn 238 000 kilometer

Overflatetemperatur -201 Celsius
Døgnlengde 1,4 jordiske dager
Viktige kjennetegn: Isete skorpe, hav under overflaten
Romfartøy besøkt av: Pioneer 11, Voyager 1, Voyager 2, Cassini-Huygens



Titan opplever heftige støvstormer ved ekvator.



Titan har flytende hav av hydrokarboner som etan på på overflaten.

TITAN

Oppdagelsesår: 1655

Diameter 5150 kilometer

Avstand fra Saturn 1,2 millioner kilometer

Temperatur på overflaten -179 Celsius

Døgnlengde 15,9 jordiske dager

Viktige kjennetegn: Tykk atmosfære, innsjøer og hav

Romfartøy besøkt av: Pioneer 11, Voyager 1, Voyager 2, Cassini-Huygens



omtrent på størrelse med Frankrike.

Tilstedeværelsen av disse væskemassene ble studert ved hjelp av sonden Cassinis radarinstrument, som kunne sende radarbølger under atmosfæren for å «se» væskemassene, og teleskoper med infrarøde evner, som Hubble-romteleskopet, som kan se gjennom disen. Cassini hadde også med seg et landingsfartøy bygd av ESA, kalt Huygens. Det ble sluppet fra modersonden og myklandet med fallskjerm på overflaten av Titan. Dette er den eneste landingen som noensinne er gjort i det ytre solsystemet. Huygens' kamera avslørte et miljø av steinlignende klipper som kan være forvitret av væsker – men det ble ikke direkte observert noen innsjø eller noe hav.

Selv om Titans overflatetemperatur ligger på rundt -179 °C, ser det også ut til at månen har en værsyklus der metan regner ned fra himmelen før det fordamper. Disse regnbygene på Titan er sannsynligvis sjeldne: De forekommer sjeldnere enn én gang hvert 30. år, men de ligner monsunlignende regnskyll på jorden.

SOM I GAMLEDAGER

Titans merkelige overflate betyr at den kan ligne en urjord, kanskje med likhetstrekk til hvordan planeten vår så ut for milliarder av år siden – noe som tyder på at den har den prebiotiske kjemien og ingrediensene som gjør det mulig for liv på jorden å oppstå. Dette kan bety at enkelt mikrobielt liv også kan ha oppstått på Titan. Hvorfor månen har forblitt i denne urtilstanden, dekket av smog, er uklart, men det kan skyldes avstanden fra solen.

Men månen kan også ha et underjordisk hav gjemt under overflaten, på samme måte som Enceladus. Det betyr at det ikke bare er mulighet for liv på Titans overflate, men også under overflaten. Denne muligheten har fått NASA til å lansere et oppdrag kalt Dragonfly, som etter planen skal skytes opp til Titan i 2028 og ankomme i 2034. Dragonfly er et unikt romfartøy, et kvadrokopter – eller en drone – som skal fly over Titan og gjøre det mulig for forskere å studere ulike steder på overflaten på jakt etter bevis på tidligere eller nåværende liv.

Dragonfly skal bygge videre på suksessen til en lignende, men mye mindre drone, Ingenuity. Den landet sammen med roveren Perseverance og fløy over Mars 72 ganger mellom 2021 og 2024. Den skal lande i nærheten av et krater på Titan som heter Selk, der væsker kan ha blandet seg med organisk materiale, slik at primitivt liv kunne oppstå. Nøyaktig hva Dragonfly vil se, er uklart fordi mye av Titans overflate fortsatt er skjult av atmosfæren. Kanskje venter skjulte elver og innsjøer på å bli oppdaget – og med dem fristende utsikter til liv.

Begge Saturns måner Titan og Enceladus er spennende og potensielt beboelige steder på hver sin måte. Etter hvert som vi fortsetter å finne planeter rundt andre stjerner, kan disse to verdenene gi oss en god indikasjon på hvilke som kan huse liv. I vårt eget solsystem kan de være to av de beste stedene å lete etter eventuelle følgesvenner vi ikke visste at vi hadde.

© Adobe Stock; Getty; NASA




ENCELADUS SPYR UT
VANNDAMP
FRA SIN SØRPOL.

OORTS SKY

Oppdag Oorts sky, en fjern verden av mystiske ismasser der kometer dannes. Fenomenet i utkanten av solsystemet vårt forundrer noen av våre største tenkere.

SKREVET AV STEVE CHARNOCK

Hinsides planetene vi kjenner i solsystemet vårt, ligger en mystisk og fjern utkant. Hva den heter? Oorts sky, eller Oortskyen. Det høres kanskje ut som noe fra en gammel episode av *Star Trek,* men den er høyst reell.

Denne fjerne skyen av isholdige objekter omgir solsystemet vårt og markerer grensen mellom solens gravitasjon og det interstellare rommet. Selv om ingen mennesker noensinne har observert den direkte, antas Oortskyen (oppkalt etter dens oppdager, den nederlandske astronomen Jan Oort) å spille en avgjørende rolle i å forme langperiodiske kometer og bevare gamle rester av solsystemets dannelse.

Den representerer et av de siste store mysteriene i vår kosmiske bakgård, og den har pirret fantasien til både profesjonelle forskere og amatørstjernekikkere. For hva *er* egentlig Oortskyen? Og hvorfor er den så astronomisk viktig?

Oortskyen er et område som består av *billioner* av isholdige objekter som kalles «planetesimaler». Eksperter mener at disse objektene danner et sfærisk kuleskall som omslutter hele solsystemet. Dette skallet er imidlertid så langt unna at sollyset er utrolig svakt der. Det gjør at objektene i Oortskyen er så godt som usynlige for oss med dagens teleskoper. Selv den mest avanserte teknologien, som James Webb-romteleskopet, er nesten helt ute av stand til å oppdage enkeltobjekter i Oortskyen på grunn av deres avstand, størrelse og lyssvakhet.

YTTERSTE KANT

Oortskyen antas å starte rundt 1000 astronomiske enheter (AU) fra solen og strekke seg så langt som 100 000 AU unna. For å sette dette i perspektiv: Én AU er den gjennomsnittlige avstanden mellom jorden og solen, omtrent 150 millioner kilometer. Ytterkanten av Oortskyen når nesten halvveis til Proximastjerne, vår nærmeste nabostjerne.

Vi kan bekrefte eksistensen av Oortskyen takket være innflytelsen den har på kometene.

Oortskyer er langt unna – utenfor Heliopausen og et stykke på vei mot Proxima Centauri.

© Adobe Stock (AI Generator); Getty; NASA / JPL-Caltech



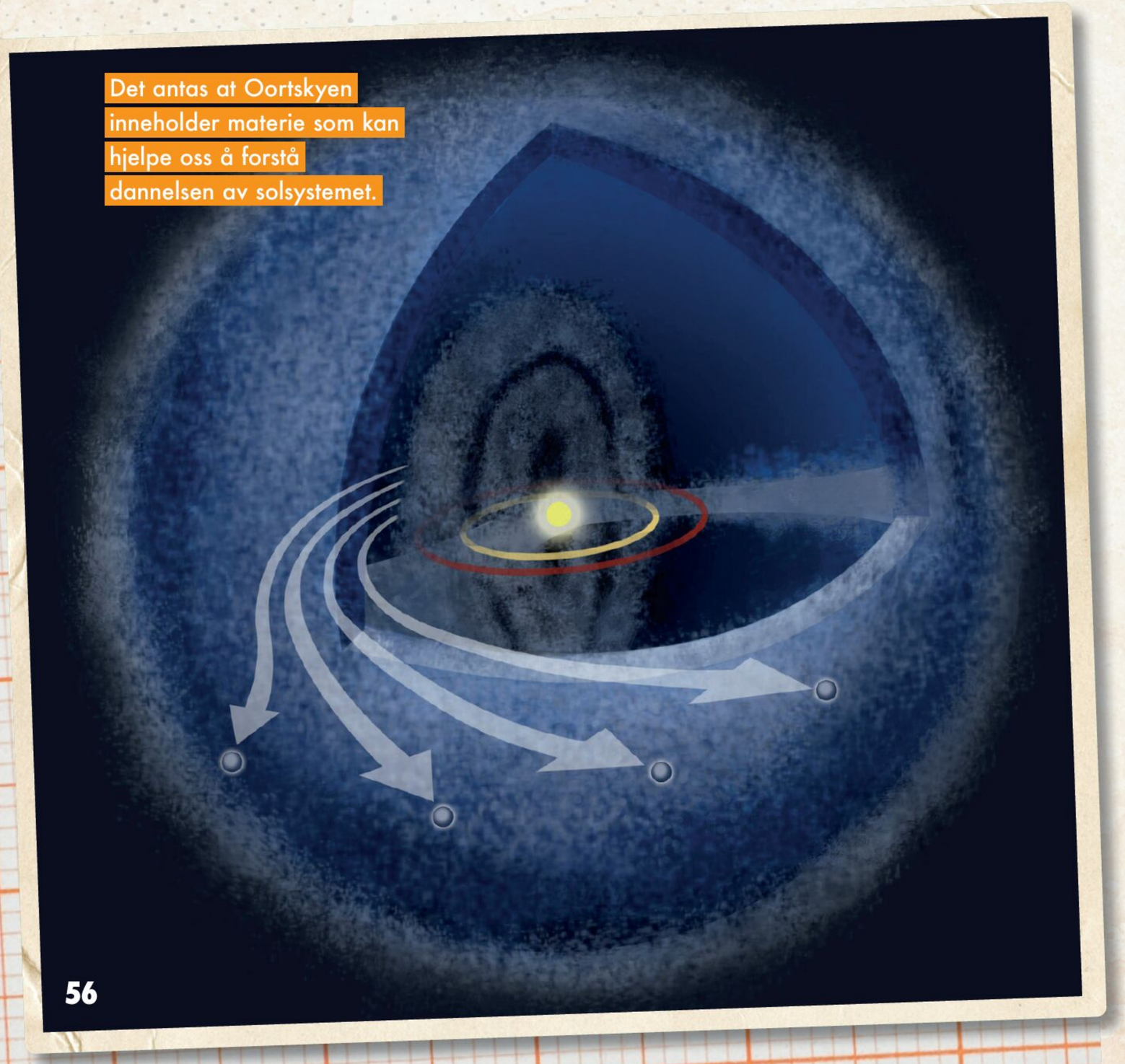
Langperiodiske kometer stammer fra Oortskyen, mens andre kommer fra Kuiperbeltet.

Det som gjør Oortskyen spesielt spennende, er dens sammensetning. Den består hovedsakelig av frossent vann, ammoniakk, metan og andre flyktige stoffer. Disse isklumpene er byggesteinene i langperiodiske kometer, som kan bruke hundrevis, tusenvis eller til og med millioner av år på å gå i bane rundt solen. I motsetning til Kuiperbeltet – en skiveformet region av isholdige objekter utenfor Neptun – antas Oortskyens struktur å være kuleformet, noe som gjenspeiler prosessen med spredningen av gravitasjon, som sannsynligvis har formet den.

Selv om Oorts sky ikke kan observeres i dag, kan man slutte seg til dens eksistens ut fra banene til langperiodiske kometer. Disse kometene ser ofte ut til å komme fra et fjernt, isotropt område rundt sola, noe som stemmer overens med de teoretiske fremskrivningene for Oortskyen. Forståelsen av denne gåtefulle regionen kan hjelpe oss med å sette sammen dynamikken i kometbanene.

Så hvordan ble egentlig Oortskyen dannet? Sannsynligvis ble strukturen dannet i solsystemets aller, aller første dager. Vi snakker om for omtrent 4,6 milliarder år siden. Etter hvert som en tett molekylsky smeltet sammen til bli solen, begynte restmaterialet å danne planeter, måner, asteroider og kometer. Noen av disse isholdige objektene spredte seg utover og ble påvirket av tyngdekraften til de nye kjempeplanetene, som Jupiter og Saturn.

Etter hvert som disse objektene ble slynget ut i verdensrommet, holdt solens gravitasjon mange av dem løst bundet. Det skapte den store, fjerne skyen vi i dag kaller Oortskyen. Det er også godt mulig at nabostjerner og interstellare krefter også bidro til dannelsen av Oortskyen - ved å trekke eller fange materiale i de ytterste områdene av solsystemet. Denne dynamiske og kaotiske prosessen har gjort Oortskyen til en slags kosmisk tidskapsel som har bevart materiale fra solsystemets tidligste dager.



Det antas at Oortskyen inneholder materie som kan hjelpe oss å forstå dannelsen av solsystemet.

LEVNINGER FRA FORTIDEN

Siden Oortskyen har en slags teoretisk status, kan det være fristende å avfeie den som ikke så viktig. Oortskyen er imidlertid av stor vitenskapelig interesse av flere grunner. Den gir et unikt innblikk i solsystemets historie. De isholdige objektene i skyen antas å være noen av de mest primitive restene av den tidlige soltåken, noe som en pekepinn på hvordan forholdene var da solsystemet ble dannet. Å få en pekepinn til den brede historien om dannelsen av

vårt solsystem gjør naturligvis astronomiske miljøet henrykte.

Oortskyen er imidlertid mer enn bare et fjernt skall av isklumper: Den kan også ha svar på noen av de mest dyptgripende spørsmålene om solsystemets fremtid.

Etter hvert som solen eldes, kan samspillet mellom Oortskyen og forbipasserende stjerner eller andre galaktiske krefter omfordele skyens objekter, noe som potensielt kan føre vann eller organisk materiale til andre planetsystemer (og kanskje til og med til vårt eget). Hvis vi forstår disse prosessene, kan vi forutsi solsystemets bærekraft på lang sikt.

Ikke bare det, men Oortskyens rolle i å beskytte indre planeter mot kometnedslag – i tillegg til å være en verdifull kilde til livsnødvendige molekyler – kan gi oss ledetråder om potensialet for jordlignende planeter for å opprettholde liv.

SYVENDE HIMMEL

Et av Oortskyens tydeligste bidrag til solsystemet vårt er dens rolle i produksjonen av langperiodiske kometer. Disse himmellegemene, som kometen Hale-Bopp, bringer med seg et vell av vitenskapelige data. Når kometene nærmer seg solen, sublimerer de iskalde overflatene og frigjør gasser og støv som danner de karakteristiske halene deres. Ved å analysere disse stoffene kan forskerne studere planetenes byggesteiner og undersøke om kometene kan ha spilt en rolle i å levere vann og organiske forbindelser til jorden, noe som kan ha gitt opphav til liv på planeten vår.

Oortskyen er også viktig med tanke på beskyttelsen av planeten. Selv om risikoen for at en komet treffer jorden er relativt lav, kan de potensielle konsekvensene være ufattelig ødeleggende, noe tidligere masseutryddelser har vist (det vet dinosaurene alt om). Å forstå dynamikken i Oortskyen og de faktorene som får kometer til å bevege seg mot det indre solsystemet, er avgjørende for å kunne vurdere og redusere denne typen risiko.

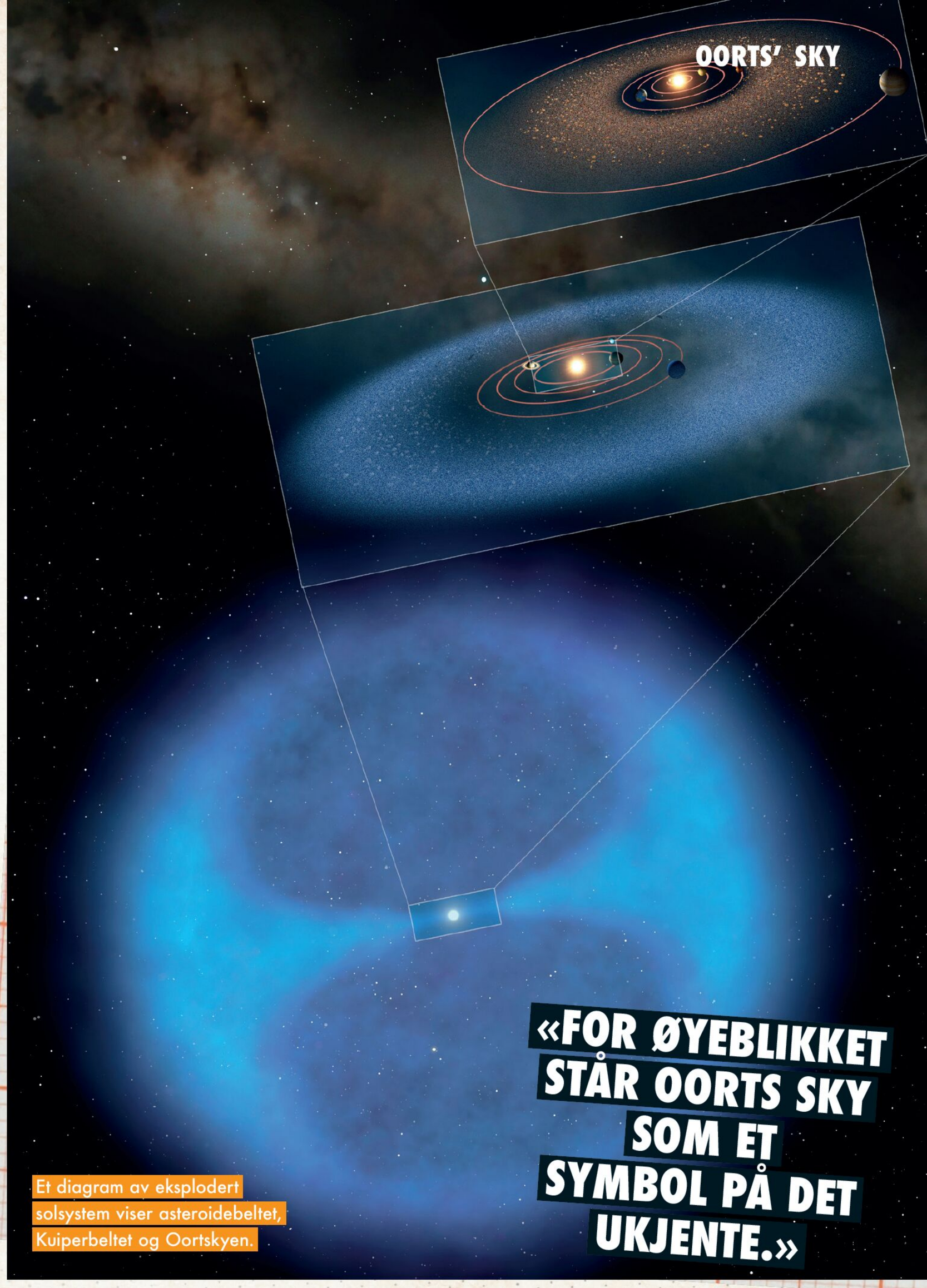
I tillegg til sin vitenskapelige betydning har Oortskyen også en symbolsk betydning som den ytterste grensen for solens innflytelse. Den markerer kanten av heliosfæren og fungerer som en naturlig overgang til det interstellare rommet, nesten som et kontrollpunkt. Ved å studere denne grensen kan vi bedre forstå hvordan solsystemet vårt samhandler med galaksen for øvrig, og kaste lys over prosessene som former stjernenes «nabolag».

En måte å se det på er at Oortskyen er som et kosmisk bibliotek, som tar vare på historiene om solsystemets opprinnelse samtidig som den belyser spennende spørsmål om sin rolle i utviklingen og fremtiden til planeten vår. Studiet av Oortskyen utfordrer oppfinnsomheten og nysgjerrigheten til de skarpeste hodene våre, flytter grensene for hva vi vet, og inspirerer til fremtidige utforskninger av verdensrommet.

Siden direkte observasjoner for øyeblikket er umulige, er forskerne nødt til å bruke mer indirekte metoder for å overvåke Oortskyen. Det gjør vi for eksempel ved å studere banene til langperiodiske kometer. Dette er fortsatt vårt viktigste verktøy for å forstå denne gåtefulle isregionen. Fremtidige romferder utstyrt med svært følsomme instrumenter kan en dag gi oss mer konkrete bevis på Oortskyen.

Foreløpig står Oortskyen som et symbol på det ukjente, og den utfordrer vår forståelse av solsystemet og dets grenser. Den gjør seg gjeldende gjennom kometene som av og til suser over himmelen vår, og i spørsmålene om vår plass i kosmos.

Etter hvert som teknologien utvikler seg og vi når lenger ut i verdensrommet, kan Oortskyen en dag begynne å avsløre sine hemmeligheter og gi oss en enestående innsikt i solsystemets historie og de dynamiske kreftene som har formet det. Inntil da forblir dette mystiske feltet en nysgjerrig isfront som lokker oss til å utforske videre og avsløre ting som vi alle ønsker å vite om.



Et diagram av eksplodert solsystem viser asteroidebeltet, Kuiperbeltet og Oortskyen.

© Adobe Stock; Getty; Alamy



EN REISE TIL OORTSKYEN

NASAs romfartøyer Voyager 1 og Voyager 2 ble skutt opp i 1977 fra NASAs Kennedy Space Center i Cape Canaveral i Florida, med oppdrag om å reise utenfor det ytre solsystemet og ut i det interstellare rommet. Voyager 1 kom inn i dette området 25. august 2012, og ble etterfulgt av Voyager 2 drøyt seks år senere.

Voyager 1 beveger seg med en hastighet på ca. 3,6 AU per år og befinner seg for øyeblikket ca. 162,8 AU fra jorden. Til tross for den store avstanden fra jorden har Voyager-sondene ennå ikke nådd et av sine viktigste mål, Oortskyen.

Det er anslått at det vil ta Voyager-sondene rundt 300 år å nå den indre grensen av Oortskyen, og potensielt – utrolig nok – rundt 30 000 år å passere forbi den. Så ikke forvent at det kommer noen Voyager-rapport om Oortskyen med det første. I hvert fall ikke i vår levetid.



KAN MENNESKET SETTE SIN FOT PÅ EN ANNEN PLANET?!

Vi har vært på månen og planlegger å reise tilbake i løpet av dette tiåret. Men hvilke muligheter har vi til å utforske andre verdener?

SKREVET AV JONATHAN O'CALLAGHAN





Mannskapet på Artemis II, som skal gå i bane rundt månen i 2026.

I hele menneskehetens historie har vi bare satt vår fot på overflaten av to verdener i universet – jorden og månen vår. I en galakse fylt med hundrevis av milliarder av stjerner og sannsynligvis billioner av planeter, virker ikke dette særlig imponerende. Hvilket håp har vi om å utforske kosmos hvis vi knapt kan ta et lite skritt ut i vårt eget solsystem?

Men ikke mist motet av menneskehetens famlende skritt inn i det ukjente. I dag har vi større erfaring med verdensrommet enn noen gang før, og vi utvikler nye metoder for romfart til stadig høyere nivåer. I løpet av din levetid vil du sannsynligvis ikke se mennesker gå på overflaten av, la oss si, en fremmed klode rundt en stjerne tusenvis av lysår unna. Men kanskje vil du få se de første skrittene på en klode som ligger nærmere våre egen, nemlig Mars, og med den løftet om store eventyr i fremtiden.

FULL FART OPPOVER

Apollo-ferdene i 1969–1972 viste at vi kan reise til andre verdener hvis vi bestemmer oss for det. Nå håper vi å kunne vende tilbake til månens overflate. I løpet av dette tiåret har NASAs Artemis-program til hensikt å lande på månen igjen, denne gangen med tanke på permanente bosetninger. I samarbeid med private selskaper som SpaceX og Blue Origin er målet å skape

© Adobe Stock; Getty

en måneøkonomi som gjør det mulig å bosette seg på måneoverflaten på lang sikt. Dette gjøres med et større mål i tankene: å lande de første menneskene på Mars. Vi vet at månen har store mengder vannis ved polene, fanget i kratere som ligger i permanent skygge og aldri ser sollys. Hvis vi kan lande på månen og utvinne denne ressursen, kan vi kanskje splitte hydrogenet og oksygenet i isen for å lage rakettdrivstoff, som deretter kan brukes til å drive nye romfartøyer ut i solsystemet.

SER RØDT

Mars er vår beste sjanse til å stå på en annen planet for øyeblikket. La oss ta Merkur til sammenligning. Den går i bane mye nærmere solen - 57 millioner kilometer unna, nesten tre ganger nærmere enn jorden og seks ganger nærmere enn Mars - og er utsatt for solstråling. Uten atmosfære har overflaten ekstreme temperaturvariasjoner fra -180 °C om natten til 430 °C om dagen. Planetens nærhet til solen gjør også at den hver dag får det som tilsvarer den verste solstormen som er registrert på jorden. Denne kombinasjonen av dødelig solstråling og ekstreme temperaturer gjør at det er lite sannsynlig at mennesker noen gang vil sette sin fot på Merkur, eller i det hele tatt har lyst til å gjøre det.

Det er også vanskelig å komme seg til Merkur. Fordi den ligger så nær solen, må et romfartøy finne en måte å redusere hastigheten på over mange år, ved å fly forbi jorden, Venus og Merkur selv, for å bremse romfartøyet ned via hver planets



Man håper at folk vil vil etablere en permanent base på månens overflate.

ARTEMIS

I løpet av dette tiåret planlegger NASA å sende mennesker tilbake til månen under Artemis-programmet. Programmet starter med en flyvning med fire mennesker rundt månen, og deretter vil mennesker sette foten på månens overflate igjen. Målet er å utvikle permanente bosetninger der mennesker kan bo, på samme måte som vi har bodd i verdensrommet på den internasjonale romstasjonen (ISS) i to tiår.

Målet for denne måneutforskningen er månens sydpol, der det antas å være store mengder vann fanget som is i kratere. Hvis mennesker kan lande der og utvinne isen, kan det være mulig å omdanne den til rakettdrivstoff, noe som gjør det mulig å reise til andre destinasjoner som Mars og kanskje enda lenger unna. Selv om Artemis foreløpig har et hårete mål, er håpet at det vil lede vei mot at mennesket blir en virkelig multiplanetarisk art.



Oppskytingen av Artemis I, en ubemannet ferd ved hjelp av Space Launch System (SLS).

«VI VET AT MÅNEN HAR STORE MENGDER AV VANNIS VED POLENE.»



SpaceX Starship vil frakte mennesker tilbake til månen, og potensielt videre til Mars.



gravitasjonskraft for å komme inn i bane. Planen for Europas og Japans ubemannede BepiColombo-oppdrag til Merkur, som ble lansert i 2018, krevde for eksempel ni forbiflygninger av alle de tre planetene for å komme inn i bane åtte år senere, i 2026.

Lenger ut fra solen finner vi den like ugjestmilde Venus. Her gjør planetens tykke atmosfære overflaten til litt av et helvete. Atmosfæren er 93 ganger tettere enn jordatmosfæren, og trykket på Venus' overflate fra dette store skydekket er nesten 100 ganger høyere enn på jordoverflaten. Temperaturen på planetens overflate er i gjennomsnitt 465 °C, noe som er varmt nok til å smelte bly. Denne livsfarlige kombinasjonen gjør liv på Venus' overflate praktisk talt umulig.

På Venus' himmel, omtrent 50–65 kilometer over jordoverflaten, er forholdene imidlertid mer moderate. Her er temperaturen og trykket mer likt det på jorden, noe som har fått noen forskere til å antyde at det kan finnes luftbårent mikrobielt liv i denne regionen. Spørsmålet dukket opp da man i 2020 oppdaget fosfin på Venus – en gass som produseres av enkle livsformer. Dermed kom teorien om at mennesker kan bo der relativt komfortabelt i svevende habitater som holdes oppe av ballonger. Vi ønsker kanskje ikke å sette vår fot på Venus i nær fremtid, men å sveve på Venus' himmel er kanskje ikke det verste alternativet.

SIKT MOT MÅNENE

De andre planetene i solsystemet vårt – Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun – er gasskjemper uten en fast overflate som mennesker kan stå på. Noen av månene deres kan imidlertid være mer lovende for menneskelig utforskning. Jupiters ismåne Europa, for eksempel, antas å ha et underjordisk hav som mennesker kan ha lyst til å besøke – selv om overflaten er badet i intens stråling fra Jupiter. Saturns ismåne Enceladus er like forlokkende og farlig av samme grunn. Men den største månen, Titan, er mer lovende, med en litt tykkere atmosfære enn jordens. Det er den eneste kjente verdenen i universet ved siden av jorden som har flytende masser på overflaten, selv om de her ligner mer på innsjøer og hav av petroleum enn vann. Månen er likevel relativt beboelig sammenlignet med for eksempel Merkur og Venus. Kanskje kan den i en fjern fremtid bli

© Adobe Stock; Getty



En testflyvning av Starship ble utført 6. juni 2024 i Brownsville i Texas.



Amazons Jeff Bezos demonstrerte en fremtid for romturisme med sitt Blue Origin-romfartøy.

en verden som mennesker kan sette sin fot på. I nær fremtid er Mars vårt mest lovende mål. Mars er halvparten så stor som jorden og har en tynn atmosfære som for det meste består av karbondioksid. I dag er Mars en relativt gold ødemark, men det er en planet som mennesker i romdrakter uten problemer kan sette sin fot på. Planetens tyngdekraft er omtrent en tredjedel av jordens, og den gjennomsnittlige overflatetemperaturen ligger på rundt -65 °C. Selv om trykket er mye lavere enn på jorden, er det ingen grunn til at et menneske med riktig utstyr ikke skulle kunne overleve på Mars.

LEDESTJERNE

Selskaper som SpaceX i USA håper å gjøre dette til virkelighet. Deres nye rakett, Starship, er designet med tanke på menneskelig bosetting på Mars.

Konstruksjonen består av to halvdeler, en øvre del som kan huse mennesker, og en nedre gigantisk booster, og begge kan gjenbrukes. SpaceX har en kontrakt med NASA om å bruke Starship til å sende mennesker tilbake til månen i løpet av dette tiåret. Men tanken er at raketten også skal kunne brukes til å lande på Mars, kanskje ved å bruke noe av metanet på planeten som rakettdrivstoff.

Å ta mennesker til Mars med Starship blir en utfordring. Det vil kreve betydelige økonomiske investeringer fra USA og en sterk politisk vilje til å gjennomføre et slikt oppdrag. De tekniske utfordringene er også store. Vi har landet rovere og stasjonære landingsfartøyer på Mars før, men aldri noe så stort som Starship. Hvordan skal vi sørge for at raketten passerer gjennom atmosfæren og lander trygt på overflaten? Kan vi lande noe så stort på Mars? Vi har heller aldri tatt av fra Mars, noe som er en nødvendig forutsetning for at mennesker skal kunne vende hjem til jorden. Starship er designet med dette målet i tankene, men det vil fortsatt være en stor utfordring. Hvor lang tid vil det ta å bygge oppskytnings- og landingsplasser for Starship på Mars? Og hvem vil ønske å dra til Mars på de første oppdragene og teste systemene for første gang?

Hvis SpaceX lykkes, ønsker selskapet at mennesker skal bosette seg permanent på Mars og bruke Starship som en måte å reise til planeten og tilbake til jorden på. Hvis denne ideen blir realisert, kan det hende at mennesker en dag i løpet av de neste tiårene faktisk vil reise mellom Mars og jorden, med futuristiske habitater og etter hvert byer som kan støtte de modige bosetterne som velger å reise til den røde planeten. Det vil imidlertid ikke være noen liten bragd å få dette til å skje.

Hvilke utsikter har vi til å sette vår fot på verdener rundt andre stjerner? Dette har lenge vært et løfte i science fiction – alle som har sett *Star Trek,* har forestilt seg at mennesker en dag setter sin fot på fremmede planeter på ordentlig. Men med tanke på de enorme avstandene i universet, kan vi virkelig få dette til å skje? Med dagens raketteknologi er det en ganske lang reise på rundt åtte måneder å reise til Mars. Det tar omtrent fem år å nå Jupiter, syv år å nå Saturn, mens det tar henholdsvis 16 og 30 år å nå Uranus og Neptun. Hvis du vil til et annet solsystem, er reisetiden enda mer avskrekkende.

Vår nærmeste stjerne, Proxima Centauri, befinner seg 4,2 lysår fra jorden. Neptun er til sammenligning fire lystimer unna. Med dagens raketter, som Starship, vil en reise til Proxima Centauri ta titusenvis av år å nå. Det eneste håpet om å overleve en slik ferd ville enten være å bli lagt i dyp dvale – noe vi ikke er sikre på at er mulig – eller å leve på et generasjonsromskip, der siste ledd i flere generasjoner av mennesker til slutt når stjernen.

I stedet må vi kanskje sette vårt håp til futuristiske former for romfart som kan redusere reisetiden. En idé som har vært diskutert, er å bruke store solseil til å akselerere et romfartøy til ekstreme hastigheter. Ved hjelp av et slikt seil kan et romfartøy sakte, men sikkert akselereres av solen vår, og potensielt nå hastigheter på opptil 210 millioner kilometer i timen, eller omtrent 20 % av lysets hastighet. Med slike hastigheter vil en reise til Proxima Centauri kunne ta flere tiår, ikke årtusener.

En annen mulighet er mer hypotetiske former for reise, som warp-driften som brukes i *Star Trek*. Selv om det fortsatt er science fiction, har noen forskere antydet at det kan være mulig å utvikle motorer som kan bøye romtiden langt inn i fremtiden. I teorien kan disse skape en warp-boble rundt et romskip som komprimerer rommet foran og utvider det bak, noe som gjør det mulig å oppnå ekstreme hastigheter, kanskje til og med raskere enn lysets hastighet. Så langt er slike ideer helt teoretiske.

UTENFOR SOLSYSTEMET

Hvis vi kan løse problemet med langdistanseferder i rommet, er det ingen grunn til å tro at vi ikke kan reise til, og endatil bo på, andre planeter. Allerede i dag kjenner vi til om lag 6000 planeter rundt andre stjerner, såkalte eksoplaneter, hvorav mange er av stein. Noen av disse befinner seg også i en stjernes beboelige sone, det området på en stjerne der temperaturen er akkurat passe høy til at det kan finnes flytende vann. Hvis vi kan finne en måte å nå disse planetene på, kan de ha beboelige overflater som vår egen, med vegetasjon og kanskje til og med liv.

Og hvis vi kan nå én eksoplanet, hvorfor ikke mange? Menneskene ville da ikke bare være begrenset til ett solsystem, men innta mange. Spørsmålet er kanskje ikke om vi mennesker kommer til å sette vår fot på en annen planet, men hvilken planet vi *ikke* vil sette foten på? Kanskje vil noen, med avansert eller intelligent liv, være forbudt område for ikke å forårsake forstyrrelser. Andre vil kanskje bli kloder for vitenskapelige studier. Atter andre, hvis en art er avansert nok, kan være steder der vi tar kontakt med andre vesener og besøker andre planeter sammen med fremmede sivilisasjoner.

Dette er muligheter på lang sikt. Foreløpig har vi bare den lille oppgaven å vende tilbake til månen først, og deretter muligens til Mars, i horisonten. Hvis alt går etter planen, vil utforskningen av disse to klodene finne sted i løpet av de kommende årene og tiårene. Våre første skritt på en annen planet, selv om den i dag er ufruktbar og ugjestmild, vil være begynnelsen på en reise som en dag kan føre til at menneskene inntar stjernene.

«SPACEX VIL AT MENNESKER SKAL BOSETTE SEG PERMANENT PÅ MARS, OG BRUKE STARSHIP SOM REISEMIDDEL.»



Det mest realistiske målet for bemannet romfart i fremtiden er å lande mennesker på Mars.



Ideer om et orbitalhotell har blitt lansert. Vi forventer at alle rommene vil ha havutsikt.

ROM-TURISME

I dag reiser folk stadig ut i verdensrommet, ikke bare på oppdrag i regi av myndighetene, som har pågått i flere tiår, men også på kommersielle oppdrag. Selskaper som SpaceX og Blue Origin gjør det mulig for velstående privatpersoner å betale for romferder. Men er det noe håp om at det vil bli rimeligere romferder for andre jordboere?

I dag kan betalende kunder enten betale for korte turer ut i rommet som varer i minutter, eller lengre oppdrag med omløp som varer i flere dager eller mer. I nær fremtid kan det bli mulig å betale for å reise til månen og kanskje besøke en av de permanente bosetningene som NASA og andre instanser håper å etablere der. Enda lenger frem i tid kan det bli mulig å betale for å reise til andre planeter, for eksempel Mars, enten som et midlertidig besøk eller til og med for å bosette seg permanent.





GÅTEFULLE GALAKSER

Vi drar på oppdagelsesferd utenfor solsystemet vårt og ut i det enorme universet.









70 HVORDAN DANNES GALAKSER?

76 SORTE HULL

82 KVASARER

86 TEORIEN OM GREAT ATTRACTOR

90 NÅR GALAKSER KOLLIDERER

© Adobe Stock; Getty; NASA



HVORDAN DANNES GALAKSER?

Prosessen der galakser blir til, er fortsatt litt av et mysterium, men astronomene har tegnet en grovskisse av hvordan det må ha skjedd.

SKREVET AV ANDREW MAY

Hvis man ser på hele det observerbare universet, kan galaksene – rundt to billioner av dem – betraktes som universets byggesteiner. Men hver galakse er nesten et miniunivers i seg selv, med milliarder eller billioner av stjerner, mange av dem med planetsystemer som vårt eget solsystem. I tillegg til stjernene, som er den mest åpenbare komponenten når man observerer dem gjennom et optisk teleskop, inneholder galakser også mer diffust materiale i form av gasskyer og støv.

Noen galakser, særlig mindre galakser, kan se ganske ujevne ut, men de fleste har rene, symmetriske former som kan deles inn i to brede kategorier – elliptiske galakser og spiralgalakser. Sistnevnte er visuelt sett spesielt imponerende, og er nok det folk flest tenker på når de hører ordet galakse. Disse galaksene er i utgangspunktet tynne skiver med fremtredende spiralarmer som inneholder store mengder gass som det hele tiden dannes nye, lyssterke stjerner fra. Elliptiske galakser, derimot, har tredimensjonale former som ligner på alt fra rugbyballer til litt flate fotballer, og inneholder mye mindre gass og støv enn spiralgalakser. Derfor er det mye mindre stjernedannelse – og dermed en mye høyere andel gamle stjerner – i elliptiske galakser.

© Adobe Stock (AI Generator)



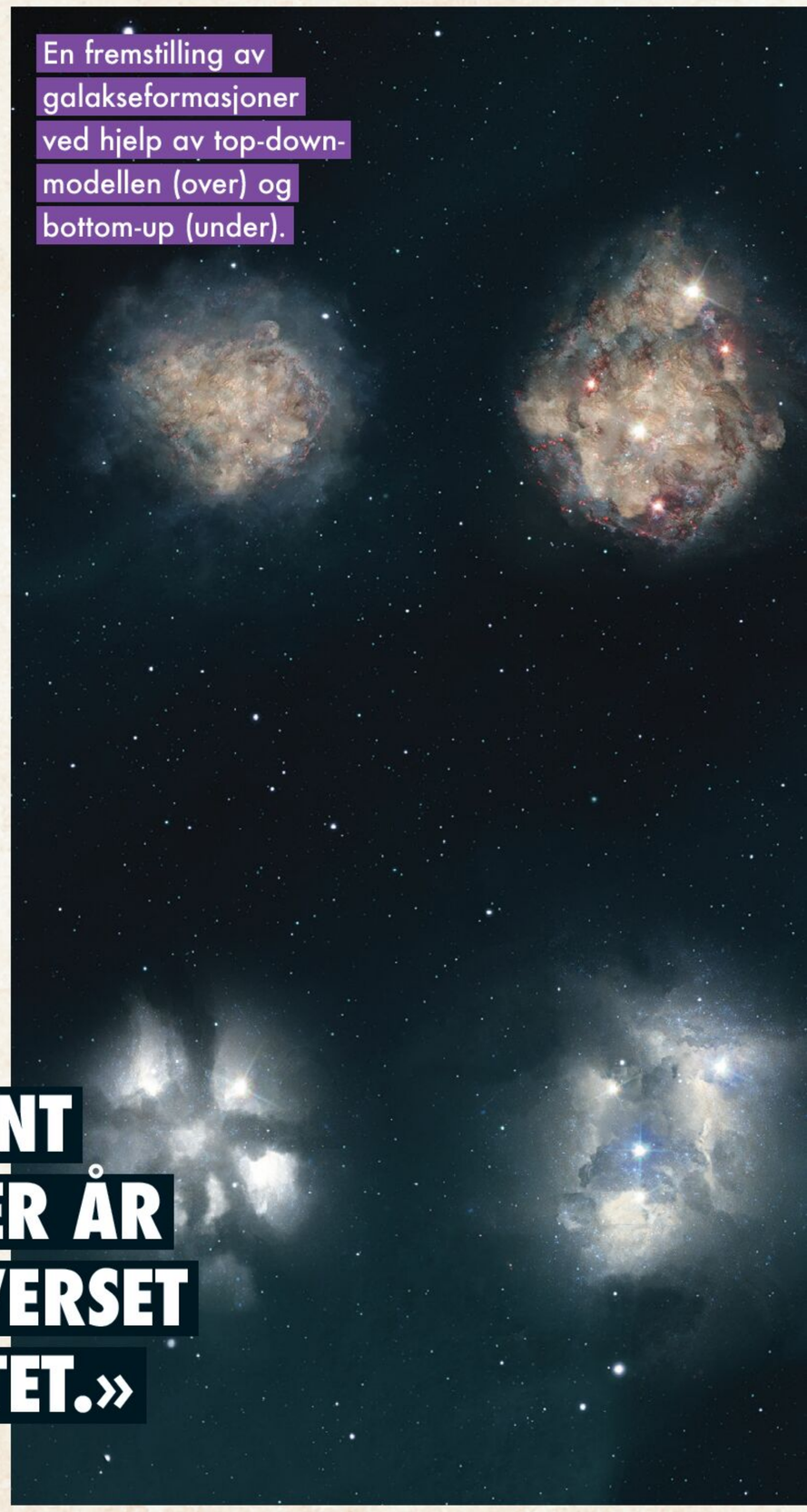
Spiralgalakser er ikke bare særegne visuelt sett, de føder også stadig nye stjerner.

Vår galakse er en ganske typisk spiralgalakse, der solen bare er én av rundt hundre milliarder stjerner. De fleste av disse befinner seg i en tynn skive med en diameter på rundt 100 000 lysår, og solsystemet vårt befinner seg omtrent 26 000 lysår fra galaksens sentrum. Tettheten av stjerner øker dramatisk inn mot sentrum, der det er en utbuling i skiven, som ligner en elliptisk galakse i miniatyr. Ironisk nok kan vi ikke se vår egen galakse like tydelig fra vårt utkikkspunkt inne i den som vi kan se mange galakser utenfor. Det vi derimot ser, er en svak lysstripe som strekker seg over nattehimmelen, og som i oldtiden ble døpt Melkeveien – et navn som i dag brukes om galaksen som helhet.

Siden galakser er en så grunnleggende del av universet, er det nærliggende å spørre seg hvor de kommer fra, og hvorfor de har ulik form. Men dette viser seg å være et overraskende vanskelig spørsmål å besvare. Når det gjelder stjernene i galaksen, ser vi dem i alle stadier av livssyklusen, fra fødsel til død, og nye stjerner dannes hele tiden. Astronomene har derfor en ganske god forståelse av prosessene som er involvert i stjerners fødsel og utvikling. Men når det gjelder galakser, er det ikke slik. De fleste av dem ble dannet svært tidlig i universets lange historie, og selv om galakser utvikler seg over tid, går de ikke gjennom en gjentakende syklus av fødsel og død på samme måte som stjerner gjør. For å finne ut hvordan galakser dannes, må man derfor basere seg på en blanding av teori, datasimuleringer og kanskje til og med litt gjetning.

KOMMER SAMMEN

Bevis fra den kosmiske bakgrunnsstrålingen – stråling som ble sendt ut mindre enn en halv million år etter Big Bang – viser at universet på det tidspunktet, for omtrent 13,7 milliarder år siden, var nesten helt ensartet når det gjaldt fordelingen av materie i universet. Universet var allerede da i rask ekspansjon, og etter hvert som det vokste i størrelse, ble materiepartiklene – for det meste hydrogenatomer – mer og mer spredt. Men det var en annen effekt som konkurrerte med denne ekspansjonen: gravitasjonen. Dette er en kraft som har en tendens til å trekke ulike deler av materien sammen, noe som førte til at noe av den vidt ekspanderende materien ble trukket sammen til tettere klumper.



En fremstilling av galakseformasjoner ved hjelp av top-down-modellen (over) og bottom-up (under).

«FOR OMTRENT 13,7 MILLIARDER ÅR SIDEN VAR UNIVERSET NESTEN ENSARTET.»

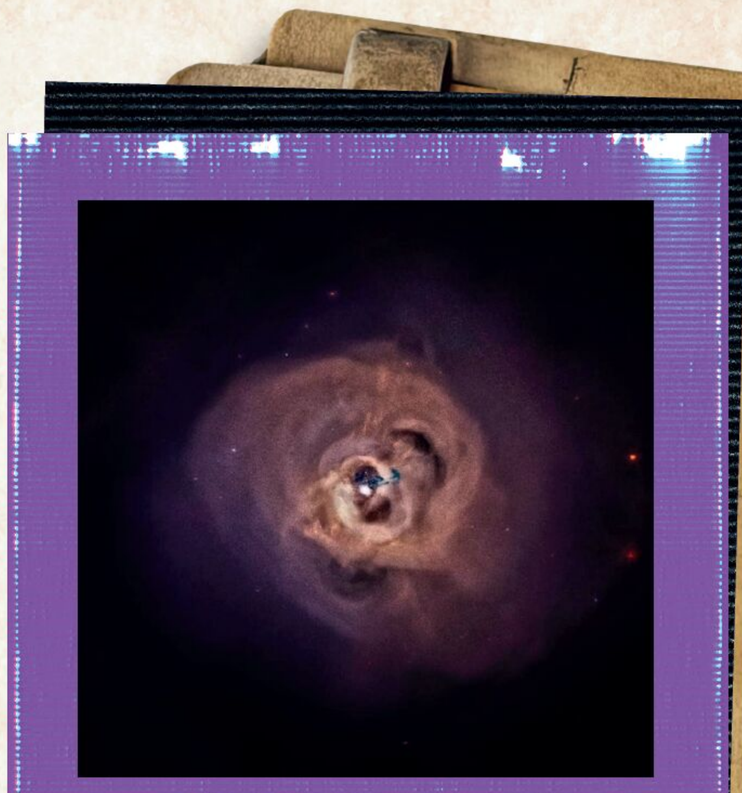
I noen tilfeller var disse klumpene store nok til at gravitasjonen holdt dem sammen mot den generelle ekspansjonen. Gravitasjonen kunne i sin tur trekke til seg mer materie, slik at de kunne vokse. Etter hvert som massen til en klump økte, økte også dens gravitasjonskraft, noe som førte til at den kollapset i mindre størrelser og høyere tetthet. Dette resulterte i de første «protogalaksene», som oppsto i løpet av de første millionene år av universets eksistens – et øyeblunk sammenlignet med dets nåværende alder på over 13 milliarder år.

Den første omfattende teorien om hvordan galakser ble dannet kom i 1962. Den var basert på antakelsen om at hovedkomponenten i protogalaksene var hydrogen. Dette virket helt rimelig i sin tid, men med tanke på hva vi vet i dag, er teorien nå altfor enkel. Derfor har den første teorien – nå kjent som «top-down»-modellen – i stor grad blitt erstattet. Likevel er mange av de grunnleggende elementene fortsatt gjeldende i dag, så det er verdt å ta en rask titt på den.

I top-down-modellen kollapset de første protogalaktiske klumpene i form av gigantiske gasskyer, som hver for seg hadde en total masse som kunne sammenlignes med en moderne galakse. Etter hvert som denne gasskyen kollapset under sin egen tyngdekraft, økte dens tetthet, noe som gjorde det mulig for tidlig stjernedannelse å oppstå. Den første generasjonen av stjerner ble altså dannet før galaksen stabiliserte seg, på et tidspunkt da andre deler av gasskyen fortsatt kollapset. Etter dette tidspunktet oppførte gassen og stjernene seg på litt forskjellige måter. Enkelt sagt kan molekyler i en kollapsende gassky kollidere med hverandre og miste energi i prosessen, mens stjerner nesten aldri kolliderer med hverandre – og dermed beholder de den samme energien som de startet med.

SE STJERNER

Konsekvensen for gassen er at den kollapser lenger og lenger inn mot galaksens sentrum. Men selv om den kan miste energi, kan den ikke miste rotasjonsbevegelsen, så den blir til slutt en flat, raskt roterende skive. Etter dette kan det dannes nye stjerner inne i skiven, og det er de lyssterke unge stjernene vi ser i spiralgalakser. De



HOPER OG SUPERHOPER

Universets størrelser kan beskrives som et hierarki der galakser befinner seg i nederste sjikt. Neste trinn i kjeden er galaksehoper, som vanligvis består av noen hundre individuelle galakser som holdes sammen av sin indre gravitasjon. Dette er de største strukturene som er gravitasjonsbundet – det neste nivået, superhoper, er mer spinkle grupperinger av galaksehoper som ikke er fysisk bundet til hverandre. Disse superhopene er igjen gruppert i «vegger» – enorme strukturer som minner om ark og er 10 til 20 millioner lysår tykke og opptil en milliard lysår lange. Men selv disse gigantiske veggene er ikke de største strukturene i universet. De er ordnet i et enormt «kosmisk nett», som består av tvinnede tråder med nesten tomme mellomrom og tettere strukturer som superhoper som oppstår i skjæringspunktene mellom trådene.



© NASA / ESA; Adobe Stock; Getty

KOSMISKE TIDSMASKINER

Alle teleskoper kan betraktes som tidsmaskiner, fordi de viser oss astronomiske objekter slik de så ut på et eller annet tidspunkt i fortiden. Jo kraftigere et teleskop er, desto lenger kan det se inn i universets dyp – og dermed lenger tilbake i tid. De fjerneste galaksene er ekstremt lyssvake, så de krever svært lange eksponeringer med et minimum av bakgrunnslysforurensning. Dette er grunnen til at astronomene foretrekker å bruke romteleskoper som Hubble eller JWST i stedet for bakkebaserte teleskoper. Et annet triks de kan bruke, er «gravitasjonslinser», der materien mellom en fjern galakse og oss fokuserer lyset slik at bildet blir mye lysere enn vi ellers ville sett. JWST-teamet brukte denne effekten i 2024 for å se en fjern galakse kalt Firefly Sparkle, som antas å se ut omtrent slik vår egen galakse gjorde i sine yngre dager.

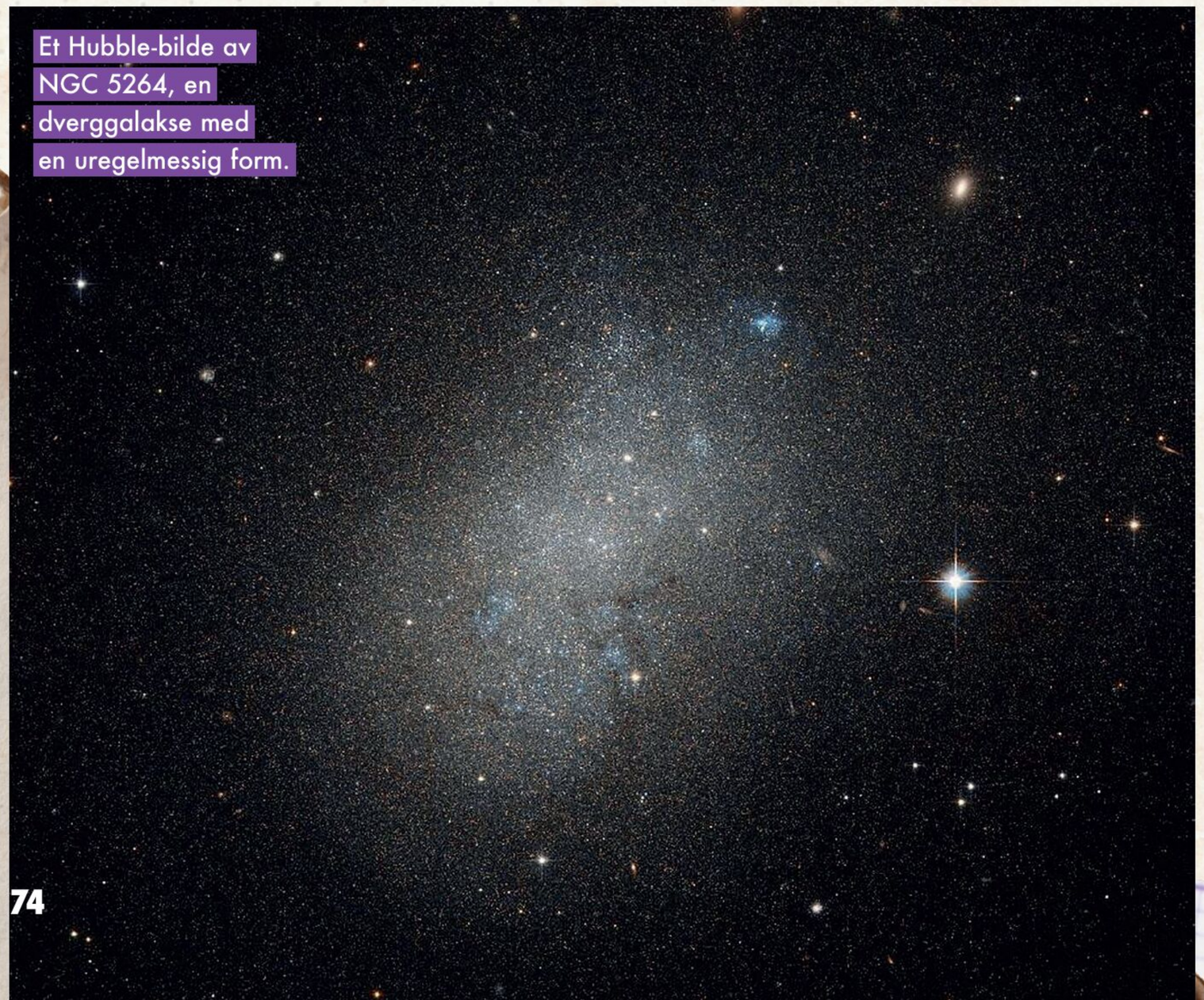




eldre stjernene som ble dannet mens protogalaksen fortsatt kollapset, beholder mesteparten av sin opprinnelige bevegelse, og i stedet for å ende opp i en tynn skive, skaper de en tredimensjonal struktur. Dette kan være utbulingen i midten av en spiralgalakse eller – hvis mesteparten av den protogalaktiske gassen ble brukt opp i en tidlig eksplosjon av stjernefødsler – en hel elliptisk galakse.

Som et bredt bilde av galaksedannelsen er denne teorien fra tidlig på 1960-tallet fortsatt gyldig i dag. Men minst én viktig oppdagelse har blitt gjort siden den ble formulert, noe som betyr at top-down-modellen ikke kan gi et fullstendig bilde. Det største problemet er den mystiske substansen som kalles «mørk materie». Den har aldri blitt sett gjennom et teleskop, men astronomene mener at den bør eksistere fordi det er den enkleste måten å forklare visse særegenheter i den observerte bevegelsen av synlig materie i galakser. Tanken er at mørk materie er en usynlig substans som gjennomsyrer en hel galakse og interagerer med dens synlige komponenter utelukkende gjennom sin gravitasjonskraft. Og det er ingen liten «korrigerende faktor» heller. For å forklare alle de observerte dataene må den mørke materien utgjøre så mye som 80 prosent eller mer av en galakses totale masse. NASA beskriver den mørke materien som «universets stillas» – og den synlige materien, i form av stjerner, gass og støv, er ganske enkelt samlet inne i dette stillaset.

Hvis dette er tilfelle, er det klart at eksistensen av mørk materie krever en ny forståelse av hvordan galakser dannes. Resultatet er en alternativ (og nå allment akseptert) teori som – kanskje ikke overraskende – kalles «bottom-up»-modellen. I motsetning til top-down-modellen antar denne at gravitasjonskraften som trakk de første protogalaksene sammen, kom fra tette klumper av mørk materie i stedet for fra hydrogenets egen gravitasjon som dannet den synlige delen av galaksen. Ifølge dette synet var de første galaksene mye mindre massive enn dagens galakser, og det var først over tid at de gradvis vokste til sin nåværende størrelse gjennom tilførsel av ekstra materie og gjentatte sammenslåinger av mindre galakser til større.



Et Hubble-bilde av NGC 5264, en dverggalakse med en uregelmessig form.

FESTENS MIDTPUNKT

En annen ny utvikling som kan påvirke vårt bilde av galaksedannelsen, er oppdagelsen av at de fleste galaksesentre inneholder supermassive svarte hull. De kalles «massive» på grunn av den store mengden materie de inneholder, ikke på grunn av deres fysiske utstrekning – som faktisk er svært liten. Selv om de største av disse svarte hullene er milliarder av ganger så massive som en enkelt stjerne, opptar de et

Galakser er vertskap for billioner av stjerner, og flere dannes hele tiden.



Vår egen galakse, Melkeveien, er spiralformet og har en diameter på 100 000 lysår.

område i rommet som er lite sammenlignet med en stjernehop med like mange stjerner. Resultatet er at disse tette konsentrasjonene av gravitasjonsmaterie dominerer omgivelsene, og det er mulig at de er eldre enn galaksen rundt dem. Slik sett har den sentrale delen av en protogalaktisk gassky kollapset helt ned til et svart hull, og resten av galaksen har deretter samlet seg rundt det. Alternativt er det mulig at galaksen ble dannet først, og at den første generasjonen av stjerner endte sine liv som relativt små svarte hull, som deretter smeltet sammen til ett enkelt supermassivt svart hull.

Selv om galakser ble dannet for veldig lenge siden, betyr ikke det at det er umulig å observere galakser som dannes, eller i det minste er veldig unge. Lyset beveger seg nemlig med en begrenset hastighet, så når vi observerer et fjernt objekt, ser vi det slik det var en gang i fortiden. For eksempel ser en galakse 10 milliarder lysår unna ut for oss slik den gjorde for 10 milliarder år siden. Ifølge bottom-up-modellen betyr dette at fjerne galakser bør se betydelig mindre og mindre strukturerte ut enn galakser i nærheten. Denne forventningen bekreftes i stor grad av observasjoner gjort av NASAs Hubble-teleskop og, i senere tid, av dets etterfølger, James Webb-romteleskopet (JWST). Nyere observasjoner med sistnevnte har imidlertid vist avvik som tyder på at bottom-up-modellen ikke er hugget i stein når det gjelder galaksedannelse.

FØLG BEVISENE

Problemet er at når teorien utarbeides i detalj, sier den ikke at de fleste nydannede galakser er små og sammenraskede – den sier at alle må være det. Og det er ikke det JWST ser. I det minste noen av de yngste galaksene den har observert, er like store og lyssterke som dagens galakser. Dette tyder på at astronomene må tenke nytt om galaksedannelse for å forklare de observerte bevisene. Dette kan være så enkelt som å justere bottom-up-modellen slik at den passer til observasjonene, men det kan også ende opp med å bli mer revolusjonerende enn som så.

«DET ER IKKE UMULIG Å OBSERVERE GALAKSER SOM DANNES.»

Den opprinnelige motivasjonen for bottom-up-modellen var å forene galaksedannelse med tilstedeværelsen av mørk materie – som i sin tur ble postulert å kunne forklare noen ellers unormale astronomiske observasjoner. Mens mørk materie i stor grad er akseptert i det vitenskapelige miljøet, har et mindretall fremmet en alternativ forklaring på de unormale observasjonene – en annen gravitasjonsteori som kalles «modifisert newtonsk dynamikk». Selv om denne teorien har sine egne svakheter, har den den fordelen at den forutsier at store galakser – som ble dannet i henhold til den gamle top-down-modellen – burde eksistere i det aller tidligste universet. Og det er akkurat det JWST ser ut til å ha observert.

© NASA; Adobe Stock; Getty

SORTE HULL

Av alle de forbløffende tingene du kan forestille deg, er sorte hull i en klasse for seg. Gjør deg klar til å blåses av banen når vi dykker ned i disse monumentalt mystiske underverkene i det ytre rom.

SKREVET AV KATHERINE BEBO

Navnet «sort hull» er både presist og villedende. Fordi lys ikke kan slippe ut av disse gravitasjonshullene, er de svarte - beksvarte. Men «hull» antyder en stor grad av tomhet, mens det i virkeligheten dreier seg om en enorm mengde masse – gass, stjerner og støv – som er presset sammen på et relativt trangt område. Det har blitt hevdet at sorte hull er områder der tyngdekraften er sterk nok til å fordreie rommet, bøye lyset og forvrenge tiden, noe som gjør at de er blant de mest særegne, spennende og rett og slett ubegripelige objektene i verdensrommet. Det sier ikke så rent lite, med tanke på hvor mange andre fantastiske ting som finnes der ute i universet vårt.

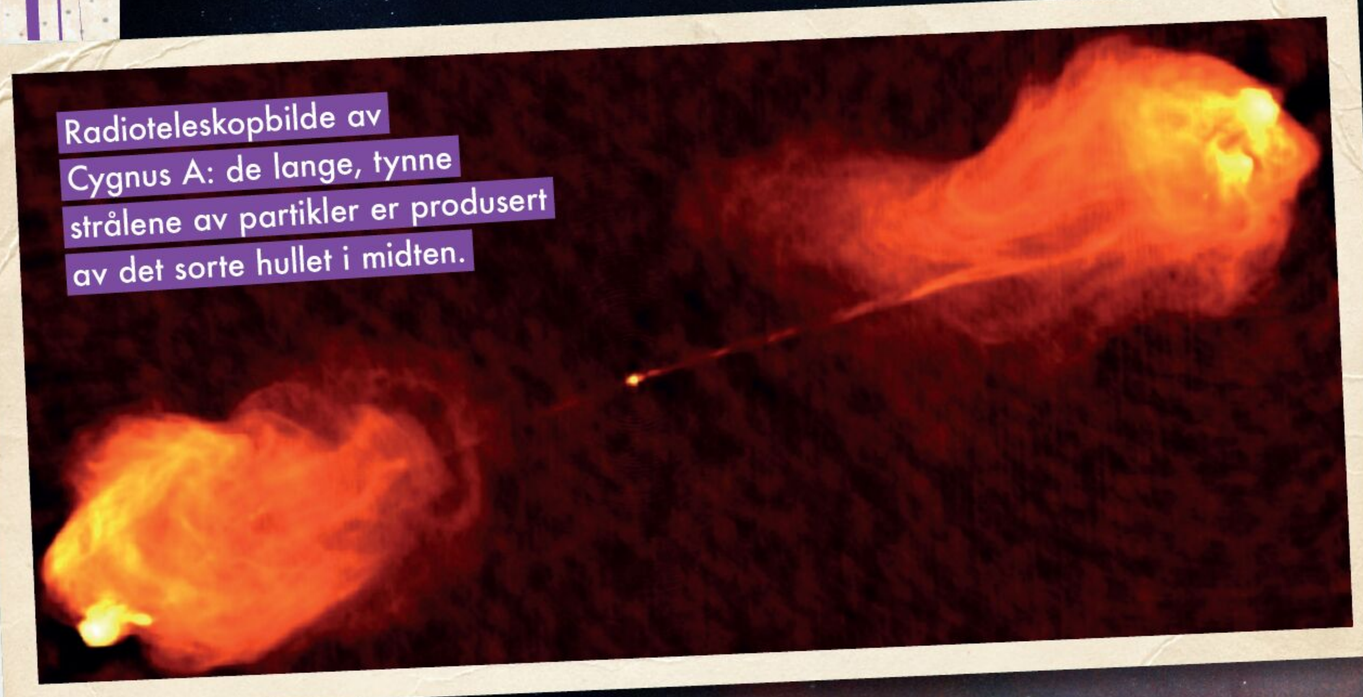
© Getty; Adobe Stock

Det finnes tre hovedkategorier av sorte hull: Den første vi skal snakke om, er stellare sorte hull. Disse er relativt små, men ekstremt tette, noe som betyr at gravitasjonskraften deres er enorm – all materie i nærheten har ikke en sjanse. Det er anslått at det finnes mellom 10 millioner og en milliard stellare sorte hull i Melkeveien, som hver er 10 til 24 ganger så store som solen vår. Noen av de stellare sorte hullene roterer med nær lysets hastighet, noe som forvrenger romtiden rundt dem.

Mellomstore sorte hull er imidlertid litt annerledes. Tidligere trodde man at sorte hull enten var små eller enorme, men forskning tyder på at det også finnes mellomstore sorte hull. De kan dannes når stjerner i en klynge kolliderer i en kjedereaksjon. I motsetning til større sorte hull er mellomstore sorte hull vanskelig å finne. Forskerne leter etter dem i tette stjernehoper, dverggalakser og til og med som potensielle «løsgjengere».

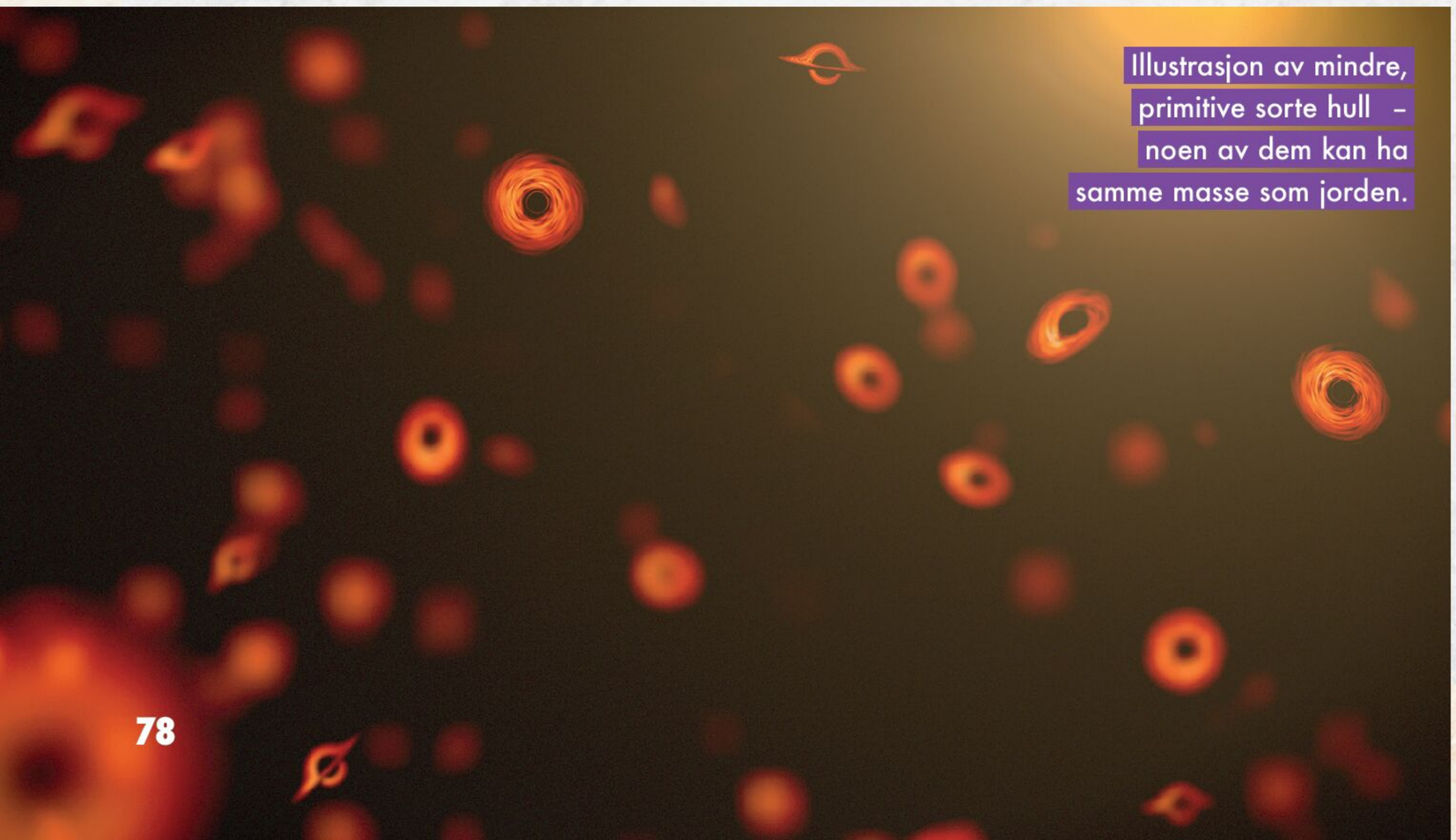
Så har vi kjendisene du sikkert har hørt om før: supermassive sorte hull. Med en masse som er millioner eller milliarder ganger større enn solen vår, antas supermassive sorte hull å befinne seg i sentrum av alle galakser, inkludert vår egen Melkeveien.

Det finnes også en annen «hypotetisk» type sort hull: urhull. Primitive sorte hull kan ha blitt dannet i universet, like etter Big Bang, noe som gjør dem til de antatt eldste objektene i universet (hvis de eksisterer, selvsagt). De kan ha oppstått som følge av ekstreme tetthetsfluktuasjoner i det unge kosmos, og de varierer i størrelse fra bitte små mikroskopiske sorte hull til hull like massive som en stjerne. Forskere er interessert i primitive sorte hull fordi de kan forklare mørk materie, mystisk kosmisk stråling og til og med kimen til galaksedannelse. Noen forskere spekulerer i om disse sorte hullene kan være knyttet til uforklarlige kosmiske hendelser, som for eksempel raske radioglimt eller uvanlige gravitasjonsbølgesignaler. De er imidlertid ekstremt vanskelige å oppdage på grunn av sin potensielt lille størrelse og unnvikende natur, så deres eksistens er fortsatt ikke bevist. Hvis de blir funnet, kan de endre vår forståelse av universets begynnelse og grunnleggende fysikk.



Radioteleskopbilde av Cygnus A: de lange, tynne strålene av partikler er produsert av det sorte hullet i midten.

«SUPERMASSIVE SORTE HULL ANTAS Å BEFINNE SEG I SENTRUM I HVER ENESTE GALAKSE.»



Illustrasjon av mindre, primitive sorte hull – noen av dem kan ha samme masse som jorden.

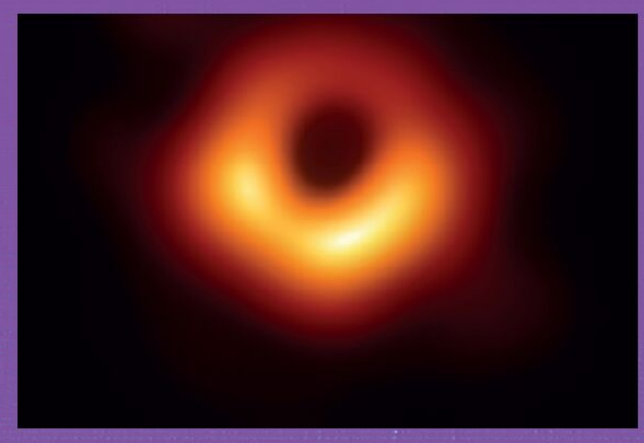
INGEN VEI TILBAKE

Så hvordan kan vi vite at sorte hull eksisterer når de ikke enkelt kan observeres? Forskere har studert materien som omgir dem, og oppdaget at et av de mest fremtredende

ET NYTT BLIKK

Det første bildet av et sort hull noensinne kom i april 2019. Det var en banebrytende milepæl innen vitenskapen. Bildet ble tatt av Event Horizon Telescope (EHT) og viste skyggen av det supermassive sorte hullet i galaksen M87, rundt 55 millioner lysår unna. Bildet viste en glødende oransje ring rundt et mørkt sentrum – hendelseshorisonten – der tyngdekraften er så sterk at ikke engang lys kan unnslippe.

Dette var en monumental bragd, for sorte hull er i seg selv usynlige. Gjennombruddet var et internasjonalt prosjekt der mer enn 200 forskere brukte en rekke observatorier rundt om i verden, fra Sydpolen til Hawaii, og banebrytende teknikker for å samle inn data. Arbeidet deres bekreftet spådommene i Einsteins generelle relativitetsteori og ga ny innsikt i sorte hulls fysikk og deres rolle i universet.



Galaksen Messier 106 har karakteristiske «armer» som kan ha blitt skapt av det supermassive sorte hull i midten.

tegnene på et sort hull er stråling fra ekstremt varme gasser like før de kommer inn i et sort hull, og hvis noe materie er så uheldig å passere i nærheten av et sort hull, vil det bli revet i stykker eller slukt. Det finnes en teori om at hvis en person skulle gå inn i et sort hull med føttene først, ville kroppen ha blitt strukket ut som tynn spagetti fordi føttene ville få mye mer tyngdekraft enn hodet. Denne forskjellen i kraft – som kalles tidevannskrefter – får objekter til å strekke seg ut i lange, tynne former. Dette gravitasjonsfenomenet er kjent som «spagettifisering», også kalt «nudeleffekten». Men prøv å ikke tenke på at ting blir «sugd» inn i et sort hull – det ville innebære at et sort hull er et vakuum, noe det ikke er. I stedet faller ting ned i dem, akkurat som du faller ned i et hull på gaten.

Selv om sorte hull virker fascinerende, om enn litt skremmende, er måten de oppstår på, intet mindre enn imponerende. Etter at en stjerne eksploderer i en supernova, kan den kollapse inn i seg selv. Etter hvert som den krymper, blir tyngdekraften sterkere, og det dannes et sort hull. Til slutt er gravitasjonen så sterk at ingenting innenfor dens rekkevidde kan unnslippe kraften. Grensen mellom det sorte hullets indre og ytre kalles hendelseshorisonten. Når noe krysser denne terskelen, kan det ikke gå tilbake. Da er det slutt. Det er en enveisbillett.

Å KASTE LYS OVER MØRKET

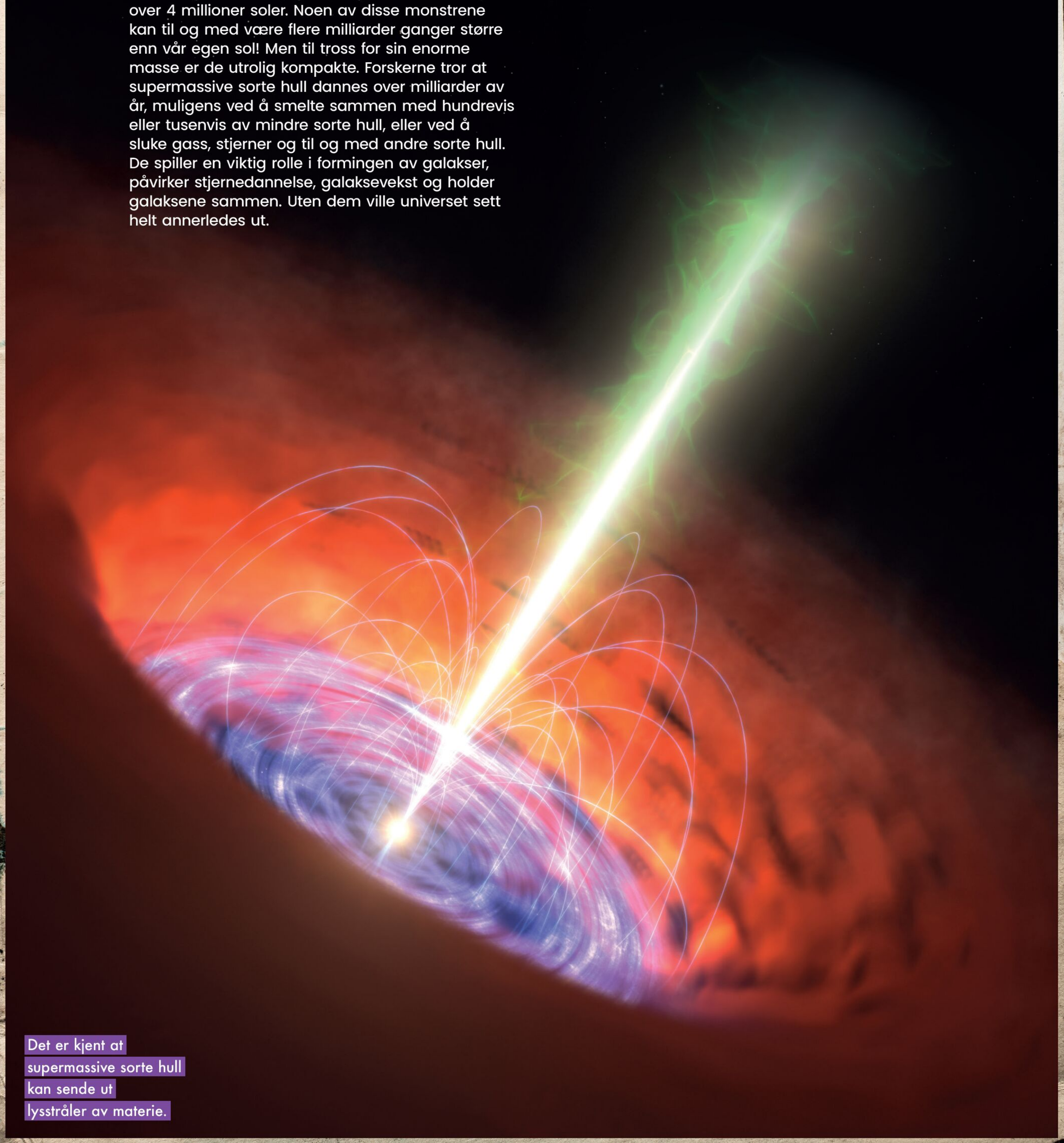
Oppdagelsen av sorte hull var ikke ett «Eureka!»-øyeblikk, men snarere en rekke ideer og observasjoner over mange, mange år. Det hele startet med Einsteins generelle relativitetsteori i 1915, som forutså at rommet kunne bli så forvrengt av tyngdekraften at ingenting – inkludert lys – kunne unnslippe. Men på den tiden virket det som om sorte hull bare var et vilt teoretisk konsept snarere enn en realitet.

På 1960-tallet begynte astronomene å finne bevis på utrolig tette objekter i verdensrommet, som Cygnus X-1, en røntgenstrålekilde som man trodde var

© Adobe Stock; Getty; NASA; Event Horizon Telescope Collaboration

GALAKSENS GIGANTER

Supermassive sorte hull er den største typen; de kosmiske gigantene som befinner seg i hjertet av de fleste galakser, inkludert vår egen Melkevei. Det som befinner seg i sentrum av Melkeveien, heter Sagittarius A* (Sgr A*), og har en masse på over 4 millioner soler. Noen av disse monstrene kan til og med være flere milliarder ganger større enn vår egen sol! Men til tross for sin enorme masse er de utrolig kompakte. Forskerne tror at supermassive sorte hull dannes over milliarder av år, muligens ved å smelte sammen med hundrevis eller tusenvis av mindre sorte hull, eller ved å sluke gass, stjerner og til og med andre sorte hull. De spiller en viktig rolle i formingen av galakser, påvirker stjernedannelse, galaksevekst og holder galaksene sammen. Uten dem ville universet sett helt annerledes ut.

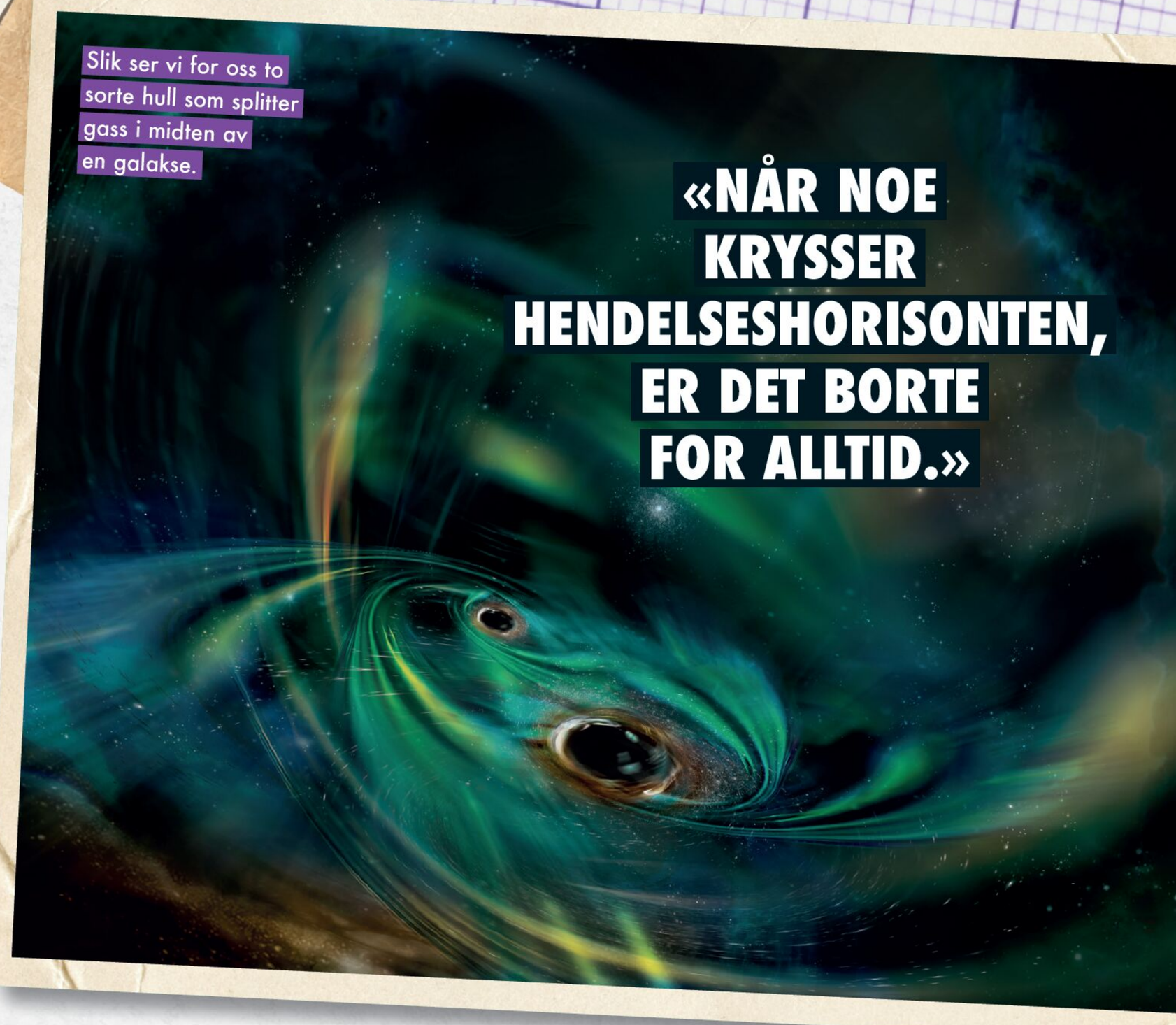


Det er kjent at supermassive sorte hull kan sende ut lysstråler av materie.

et sort hull som spiste en ledsagerstjerne. Etter hvert kom det stadig flere bevis på opphopninger fra gravitasjonsbølger og stjernebevegelser, og til slutt, i 2019, ble det første bildet av skyggen til et svart hull tatt av Event Horizon Telescope (EHT). I 2022 ble bildet av det sorte hullet i Melkeveiens sentrum, Sagittarius A*, tatt. EHT-samarbeidet søker også å avbilde fotonringen til et svart hull – et område like utenfor hendelseshorisonten og utenfor tilvekstskiven, der lyset bøyes inn i en sirkulær bane. Man vil også observere endringer i utseendet til et sort hull, noe som kan kaste lys over fenomener som søyledannelser og materieforbruk.

Så hva betyr egentlig disse gåtefulle, merkelige og fantastiske hullene som befinner seg tusenvis, millioner og milliarder av lysår fra jorden? (For å sette det i perspektiv: Gaia BH1 er det sorte hullet som er nærmest jorden, omtrent 1560 lysår unna – og UHZ-1 er det fjerneste bekreftede sorte hullet, som befinner seg mer enn 31 milliarder lysår unna). Oppdagelsen av sorte hull har påvirket hverdagen vår på overraskende måter. Studiet av svarte hull har flyttet grensene for teknologi og ført til fremskritt på områder som optikk, databehandling, medisinsk avbildning og GPS-nøyaktighet. Den samme fysikken som hjelper oss å forstå hvordan sorte hull forvrenger rom og tid, bidrar også til å forbedre navigasjonssystemer som er avhengige av presise tidsmålinger. Forskning på sorte hull har også inspirert til nye materialer og beregningsmetoder som brukes i alt fra sikkerhetssystemer til smarttelefoner. Spesielt har de komplekse databehandlingsteknikkene som brukes til å studere sorte hull – for eksempel ved å kombinere signaler fra teleskoper over hele verden – ført til forbedringer i bildebehandlingsalgoritmer, som nå brukes i smarttelefonkameraer for å forbedre bilder og videoer. Og teknikker som er utviklet for å analysere data fra sorte hull, har funnet veien inn i kunstig intelligens, blant annet i forbindelse med stemmegjenkjenning og batterioptimalisering.

I tillegg til å hjelpe deg med å komme dit du skal uten å gå deg vill og forbedre bildene dine, er sorte hull også avgjørende for å forstå hvordan universet fungerer. Disse mystiske objektene bidrar til å forme galakser, påvirke stjernedannelsen og til og med forvrenge selve rommet og tiden. Forskere studerer sorte hull for å teste fysikkens grenser, og ser på dem som «naturlige laboratorier» for å teste teorier om tyngdekraft og kvantemekanikk under ekstreme forhold. Forskere har faktisk gjenskapt pseudomodeller av sorte hull i laboratorier for å teste alle slags teorier, som Stephen Hawkings strålingsteori (også kjent som Hawking-stråling). Sorte hull kan inneholde ledetråder til noen av de største kosmiske mysteriene, som mørk materie og universets opprinnelse. De antas å være en viktig del av universets videre utvikling og gir ledetråder til dets struktur.



FORVIRRENDE PARADOKSER

Takket være teknologiske fremskritt, mange forskeres harde arbeid gjennom flere tiår vet vi i dag mye om sorte hull. Men det er fortsatt mye vi ikke vet. For det første, hva skjer egentlig inni et sort hull? Når noe krysser hendelseshorisonten – punktet der det ikke er noen vei tilbake – er det borte for alltid, men vi har ingen anelse om hva som skjer videre. Noen teorier antyder en singularitet, der tyngdekraften blir uendelig, mens andre foreslår ville ideer som ormehull eller helt nye universer. Kanskje hendelsene som skildres i episoder av *Star Trek* og Christopher Nolan-filmen *Interstellar* ikke er science fiction likevel.

Så har vi informasjonsparadokset: Blir informasjon som faller ned i et sort hull ødelagt, eller blir den på en eller annen måte bevart … et eller annet sted? Ifølge kvantemekanikken kan ikke informasjon gå tapt, men sorte hull ser ut til å bryte den regelen. Stephen Hawking foreslo at sorte hull sender ut stråling (Hawking-strålingen vi nevnte tidligere) og til slutt fordamper. Dette reiser spørsmål om hva som skjer med informasjonen som faller ned i et sort hull, noe som utfordrer kvantemekanikkens prinsipper.

Vi forstår heller ikke helt hvilken rolle sorte hull spiller i den kosmiske evolusjonen. Hvordan kan de vokse så raskt eller påvirke galaksene rundt seg og universets struktur over milliarder av år? Når det gjelder sorte hull, er det så mye som gjenstår å finne ut, og hver nye oppdagelse avføder enda flere spørsmål. De er fulle av mysterier som vi ennå ikke har løst – og kanskje aldri kommer til å løse. Men det betyr ikke at vi kommer til å slutte å prøve. Det gjøres stadig nye oppdagelser om verdensrommet, og med nye avsløringer som det første bildet noensinne av et sort hull, kommer vi stadig nærmere en løsning på de dypeste hemmelighetene. Og hvem vet? En dag kan de kanskje til og med hjelpe oss med å forstå hva som skjer i utkanten av tid og rom.



© Adobe Stock; Getty; ESO; NASA

KVASARER

Det pågår en jakt på kvasarer – for å finne ut hva de egentlig er. Hvis vi finner ut mer om opprinnelsen deres, kan vi oppdage hemmelighetene de bærer på om universet.

SKREVET AV STEVE CHARNOCK

Forestill deg et objekt som er så lyssterkt at du ikke kan se en hel galakse, men som samtidig er så fjernt at lyset har reist milliarder av år for å nå oss. Det er det som er en kvasar.

Disse helt ekstraordinære objektene er blant de mest fascinerende fenomenene i det kjente universet. Kvasarene ble først oppdaget av astronomer på 1950- og 1960-tallet, og de utfordrer vår forståelse av kosmos og fortsetter å inspirere astronomene når de undersøker deres mysterier.

Så hva er egentlig kvasarer? Hvordan skapes de? Og hva kan de egentlig fortelle oss om universets historie og utvikling? La oss dykke ned i disse kosmiske fyrtårnene og finne ut mer om den pågående vitenskapelige jakten på å avdekke deres urgamle hemmeligheter.

Begrepet «kvasar» er en forkortelse for «kvasistellar (stjernelignende) radiokilde». Navnet fikk de nettopp fordi de lignet stjerner da de ble observert første gang. Men kvasarer er ikke stjerner i det hele tatt. De er i stedet de lysende kjernene i fjerne galakser, drevet av supermassive sorte hull som finnes i sentrum av galaksene. Disse sorte hullene, som ofte er flere milliarder ganger så store som solen vår, er omgitt av en «tilvekstskive» – store områder med gass og støv som hele tiden beveger seg innover.

Når materien faller inn i det sorte hullet, varmes den opp på grunn av enorm friksjon og utrolig intense gravitasjonskrefter, noe som frigjør ufattelige mengder energi i form av lys og andre lignende typer stråling. Denne prosessen gjør kvasarer til noen av de mest lyssterke objektene i hele universet. Til tross for at de er så lyssterke, gjør de enorme avstandene – noen av dem er mer enn 13 milliarder lysår unna – at de ikke ser ut som annet enn små, svake lyspunkter på nattehimmelen. Derfor er det mange som antar at de «bare» er stjerner.

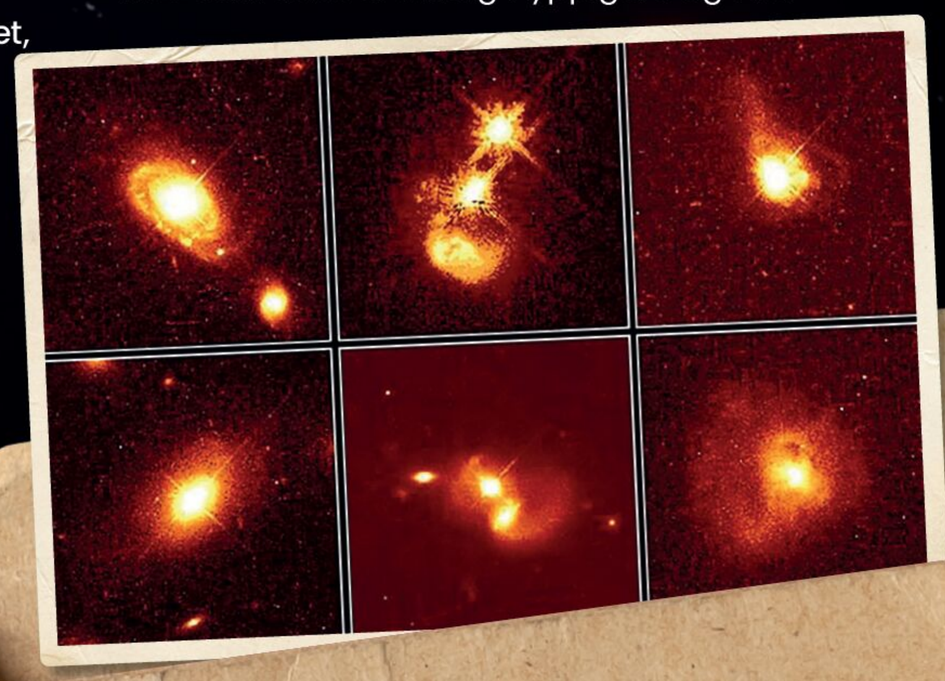
En måte å tenke på det på er at kvasarer er som kosmiske fyrtårn, som skinner lys inn i universets fjerneste avkroker og tidligste epoker. Det superskarpe lyset deres gjør det mulig for astronomene å studere forholdene i kosmos slik de var for milliarder av år siden.

PÅ KOLLISJONSKURS

Kvasarer dannes i galakser med supermassive sorte hull som aktivt «akkumulerer» eller samler materie. Når et sort hull «mates», blir tilvekstskiven en intens energikilde. Men hva er det som utløser dette bisarre og glupske fôringsvanviddet?

En ledende forklaring på dette dreier seg om galaksekollisjoner (også kalt fusjoner). Når to galakser kolliderer, kan gravitasjonsvekselvirkningene forstyrre banen til stjernene og gassene, og dermed blir etydelige mengder materie sendt mot det sorte hullet i midten. Denne plutselige tilstrømningen av materie gir drivstoff til tilvekstskiven og setter fyr på kvasaren.

En annen faktor er tilgangen på kald gass, som fungerer som råmateriale for tilveksten. I det tidlige universet var galaksene utrolig rike på denne typen gass, noe som førte til stadig hyppigere og mer



© Adobe Stock; NASA

HVA BETYR RØDFORSKYVNING?

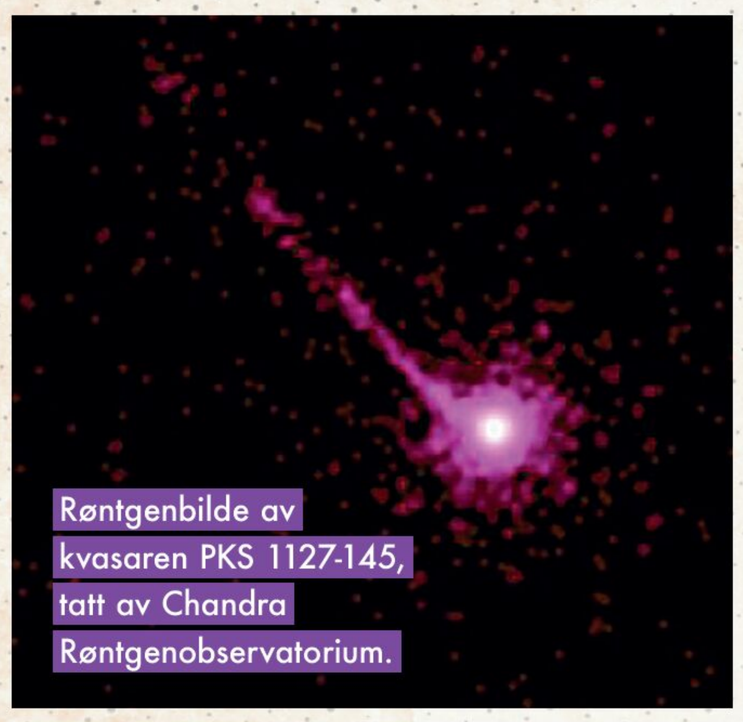
Rødforskyvning betyr at lysets bølgelengde strekkes når det beveger seg gjennom det stadig ekspanderende universet, og forskyves mot den røde delen av spekteret. Det er en kosmisk dopplereffekt som avslører hvor raskt objekter som galakser og kvasarer beveger seg bort fra oss.

Rødforskyvningen er avgjørende i forbindelse med kvasarer fordi den hjelper astronomene med å måle avstanden, alderen og hvor raskt de fjerner seg (på grunn av universets ekspansjon). Kvasarer er utrolig lyssterke, men den ekstreme avstanden betyr at lyset deres har reist milliarder av år for å nå oss. Måling av rødforskyvningen gir oss et slags kosmisk tidsstempel, som viser hvor langt tilbake i tid vi observerer dem.

Dette er spesielt viktig fordi kvasarer er vanligst i det tidlige universet og fungerer som markører for dets spede begynnelse. Deres rødforskyvning gjør det mulig for forskere å studere forholdene i universet da det var ungt.



ESAs romteleskop Euclid er utstyrt til å måle rødforskyvningen av galakser.



Røntgenbilde av kvasaren PKS 1127-145, tatt av Chandra Røntgenobservatorium.

intens

kvasaraktivitet. Med tiden utviklet galaksene seg, og gassressursene ble mindre, noe som førte til at kvasarer ble mindre vanlige. Derfor observeres de nå hovedsakelig i det fjerne, tidlige universet.

STOR BETYDNING

Til tross for enorme forskningsfremskritt er forståelsen av kvasarenes dannelse fortsatt veldig uklar. Som med så mye annet innen astronomien.

Et av de største spørsmålene som ennå ikke er besvart om kvasarer, er hvordan supermassive sorte hull kunne bli så imponerende gigantiske i universets tidlige dager. Observasjoner av kvasarer med høy rødforskyvning – det vil si kvasarer hvis lys har blitt strukket ut betraktelig på grunn av universets ekspansjon – tyder på at noen sorte hull allerede hadde nådd en masse på over en milliard soler mindre enn en milliard år etter Big Bang.

Denne nesten ufattelig raske veksten er vanskelig å forene med dagens modeller for dannelse og vekst av sorte hull.
Ble de dannet ved kollaps av massive urstjerner, eller ble de født fra tette hoper av stjerner og gass? Eller kan de ha vokst frem gjennom direkte kollaps av massive gasskyer? Alle hypotesene har sine utfordringer og begrensninger, og forskerne jobber aktivt med å utforske alle disse mulighetene gjennom ulike simuleringer og observasjoner.

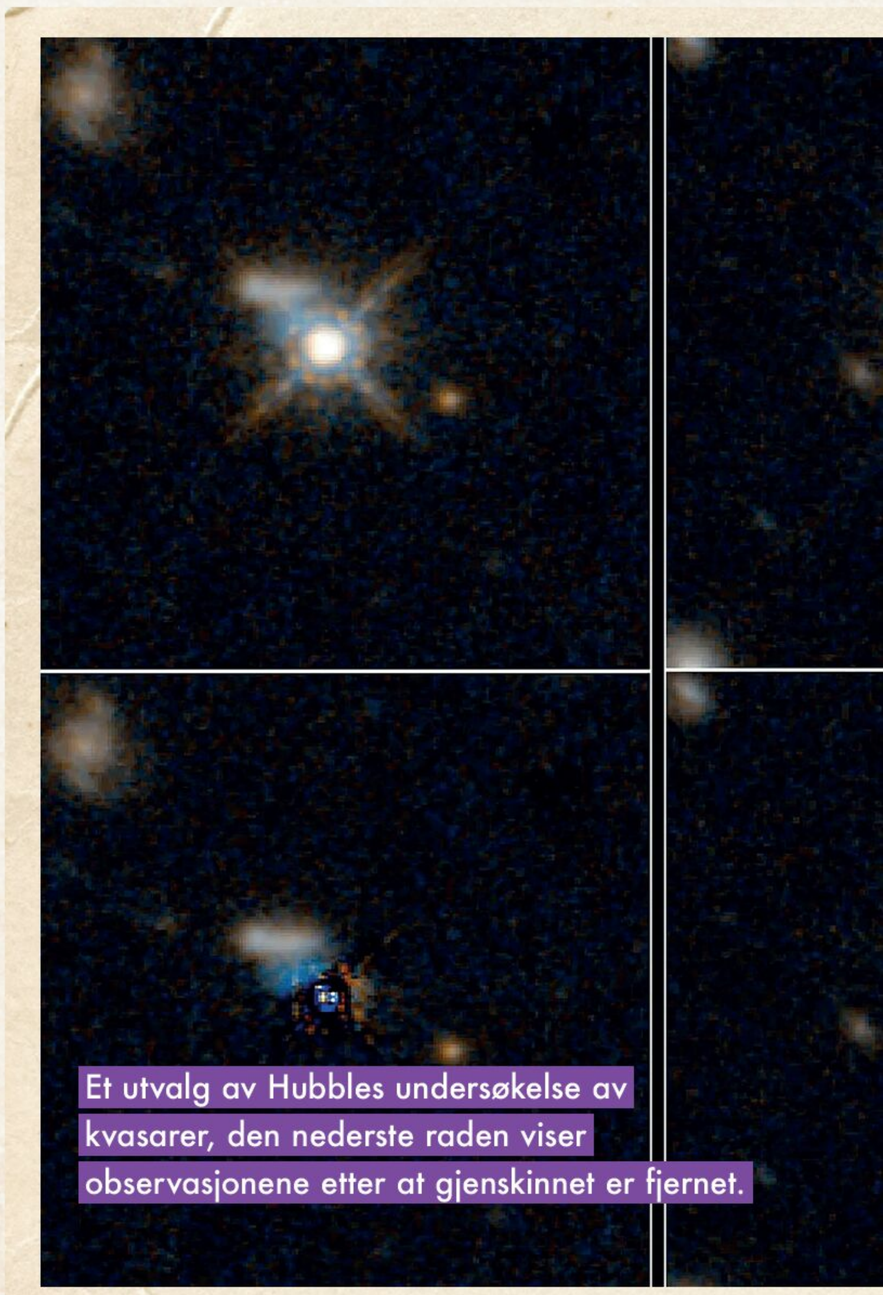
En annen gåte er kvasarenes eksakte rolle i galakseutviklingen. Kvasarer sender ut kraftige søyler av partikler og stråling som kan påvirke vertsgalaksene deres. Disse søylestrålene kan varme opp og drive ut gass, noe som potensielt kan «slukke» eller undertrykke stjernedannelsen. Men på den annen side kan de også komprimere gass og utløse utbrudd av stjernedannelse. Det er avgjørende å forstå disse utfallene og mekanismene for å forstå galaksenes livssyklus og kvasarenes nøyaktige rolle.

Nyere teknologiske fremskritt har løftet kvasarforskningen til nye høyder. Romteleskoper som Hubble og det nylig lanserte James Webb (JWST) har gitt uovertrufne bilder av kvasarer og deres vertsgalakser. JWST er spesielt utviklet for å studere infrarødt lys, noe som er helt perfekt for å observere den sterke rødforskyvningen fra tidlige, fjerne kvasarer.

En av de mest spennende oppdagelsene de siste årene er identifiseringen av kvasarer med ekstremt sterk rødforskyvning. I 2021 oppdaget astronomene kvasaren med det passende navnet J0313-1806, en kvasar med en rødforskyvning på 7,64, noe som betyr at lyset har reist over *13 milliarder år*. Kvasaren inneholder et sort hull med en masse på 1,6 milliarder soler. Dette utfordrer eksisterende hypoteser om hvordan sorte hull vokser.

Spektroskopiske studier av kvasarlyset har også gitt et vell av verdifull informasjon om intergalaktisk medium; det enorme gassområdet som finnes mellom galaksene. Ved å analysere absorpsjonslinjene i kvasarspektrene kan forskerne kartlegge fordelingen av grunnstoffer som hydrogen og helium og studere «re-ioniseringstiden», en periode da de første stjernene og galaksene ioniserte det nøytrale hydrogenet i universet.

Datasimuleringer har støttet disse observasjonene ved å modellere utviklingen av kvasarer og deres vertsgalakser. Programmer som Illustris- og EAGLE-simuleringene har hjulpet forskerne med å teste mange av ideene og teoriene sine om kvasardannelse og feedback.



Et utvalg av Hubbles undersøkelse av kvasarer, den nederste raden viser observasjonene etter at gjenskinnet er fjernet.



En illustrasjon av lyset fra to kvasarer i sentrum av to sammensmeltede galakser.

Mye av dataene som er samlet inn, ser ut til å stemme ganske godt overens med hypotesene deres. Mens andre eksperter har måttet rive i stykker mange tidsskrifter og tørke av mange tavler.

ET LYS I MØRKET

Kvasarer spiller en sentral rolle i forståelsen av det ekspanderende universet. Deres enorme lysstyrke gjør dem til perfekte markører for å måle ting som kosmiske avstander.

Disse fascinerende kosmiske fyrtårnene brukes også som sonder for å studere kosmos' storskala struktur. Ved å kartlegge fordelingen av kvasarer kan forskerne spore det de kaller det «kosmiske nettet» av materie som utgjør selve ryggraden i universets struktur.

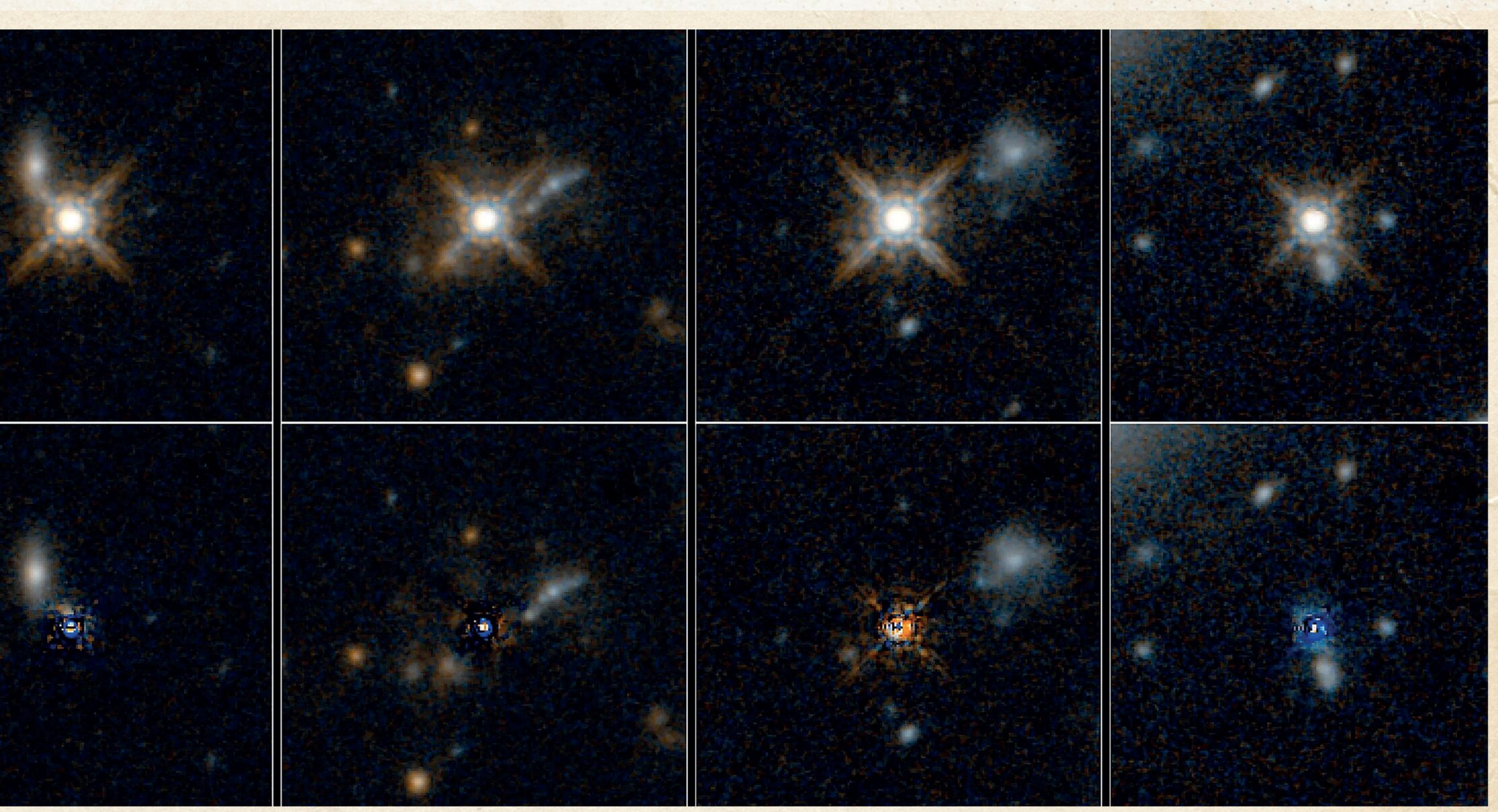
I likhet med kvasarene selv ser fremtiden svært lys ut for forskningen på dette feltet, takket være neste generasjons teleskoper og nye oppdrag og prosjekter. Vera C. Rubin-observatoriet, som snart skal tas i bruk, skal blant annet gjennomføre Legacy Survey Of Space And Time (LSST), som skal kartlegge milliarder av galakser og kvasarer. Denne undersøkelsen vil gi en enestående mengde data for å studere utviklingen og fordelingen av kvasarer.

Rombaserte oppdrag som romteleskopet Nancy Grace Roman vil ytterligere forbedre vår evne til å observere fjerne kvasarer. Med sine infrarøde vidvinkelegenskaper vil Roman-teleskopet utfylle JWSTs allerede svært detaljerte observasjoner og bidra til å besvare spørsmål om det tidlige universet.

Ikke bare det, men fremskritt innen maskinlæring og kunstig intelligens vil gjøre det mulig for forskere å gå gjennom utrolig store datamengder mye raskere og mer effektivt. Dermed kan de begynne å identifisere nye kvasarer og avdekke mønstre som tidligere var skjult.

Kvasarer er vel å merke mye mer enn bare kosmiske fyrtårn; de er nøkler til å forstå universets historie og struktur. Kvasarene gir oss uvurderlig innsikt i hvordan universet virker, fra dannelsen rundt supermassive sorte hull til deres rolle i å forme galakser og lyse opp kosmos. Men det er fortsatt mange store mysterier som driver astronomene til å flytte grensene for teknologi og teori i jakten på svar.

Etter hvert som teleskopene på jorden og i verdensrommet blir kraftigere og vår forståelse av dem blir dypere, vil kvasarene fortsette å fascinere og utfordre oss. Disse blendende fyrtårnene avslører ikke bare universets fjerne fortid, men minner oss også om den grenseløse nysgjerrigheten som driver oss i vår utforskning av det som finnes der ute i det store altet.



© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA

TEORIEN OM GREAT ATTRACTOR

La oss strekke oss etter stjernene og finne ut hva det er som gjør teorien om den store tiltrekningskraften Great Attractor til en så magnetisk idé at vi ikke kan unngå å bli revet med.

Se for deg at du blir dratt av en uimotståelig kraft mot noe du ikke kan se. Det er det spennende mysteriet bak det forskerne har kalt Great Attractor. Dette er en anomali i gravitasjonen, et avvik som påvirker bevegelsen til galakser som er hundrevis av millioner av lysår borte. Den store tiltrekningskraften skjuler seg bak Melkeveiens tette overflate, og er en av de mest spennende gåtene i moderne astronomi. Den inneholder mange viktige ledetråder om universets storskala struktur og mange av dets usynlige krefter.

Great Attractor er ikke et objekt i tradisjonell forstand, og det er derfor viktig å ikke betrakte den som et slikt. Det gir mye mer mening å tenke på den som et område i rommet – et område der gravitasjonen utøver en betydelig tiltrekningskraft (derav navnet «attractor»). Den ligger omtrent 150 til 250 millioner lysår unna, innenfor galaksesuperhopen Laniakea, som Melkeveien vår er en liten del av.

Galakser, inkludert vår egen, suser mot dette området med en forbløffende hastighet på over 600 kilometer i sekundet. Det er, som du sikkert er enig i, styggfort. Men anomaliens eksakte natur er fortsatt vanskelig å finne på grunn av dens posisjon i den såkalte «unnvikelsessonen», der Melkeveiens stjerner og støv på irriterende vis skygger for sikten vår. .

IDENTIFISERING AV ANOMALIEN

Historien om Great Attractor begynner på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet, da astronomene begynte å studere galaksenes merkelige bevegelser. Galakser følger vanligvis universets ekspansjon, men forskere som jobbet med kosmologi, la merke til noen tydelige avvik fra den forventede bevegelsen. De så ut til å bli trukket mot et bestemt område på den sørlige himmelen.

Dette avviket fikk forskerne til å klø seg i hodet, og det ble nedsatt en spesialgruppe av astronomiforskere kalt «De syv samuraier». I 1987 klarte endelig klarte gruppen å identifisere den generelle retningen til denne gravitasjonskraften. Ved hjelp av data om rødforskyvningen – et mål på hvordan lyset strekkes når objekter beveger seg bort – oppdaget de at hele galaksehoper konvergerte mot det forskermiljøet i dag kaller The Great Attractor.

Til tross for den første begeistringen rundt oppdagelsen, viste det seg å være en litt større utfordring å virkelig forstå den store tiltrekningens natur. De første observasjonene var begrenset av datidens teknologi. Den unnvikelsessonen sto i veien og gjorde det ikke lettere å avgjøre om anomalien var en massiv galaksehoper, en

© Adobe Stock



Norma-hopen er fullpakket med galakser og ligger nær sentrum av av Great Attractor.



Melkeveien skaper en unnvikelsessone – som forkludrer utsikten vår til Great Attractor. den store attraksjonen.

usett kosmisk struktur eller noe enda mer fremmed og ukjent.

Den ukjente tiltrekningskraften er avgjørende for å forstå universets storskalastruktur, det vil si et kosmisk og ukjent nett av galakser og tomrom som holdes sammen av tyngdekraften. Den hjelper astronomene med å kartlegge hvordan galaksene er fordelt og hvordan de beveger seg i denne utrolig enorme og komplekse strukturen.

Gravitasjonskraften i dette området gir også en oppsiktsvekkende innsikt i kreftene som former kosmos. Selv om den eksakte årsaken fortsatt er usikker, understreker dens innflytelse den utrolige betydningen av mørk materie – den usynlige og gåtefulle substansen som antas å utgjøre rundt 85 % av universets masse – og samspillet mellom gravitasjonskreftene som eksisterer i en helt fantastisk skala.

Great Attractor kaster også lys over hvordan galaksesuperhopen Laniakea henger sammen, og avslører at selv vår tilsynelatende isolerte Melkeveien er en del av et mye mer betydningsfullt og superdynamisk system. Forståelsen av dette forholdet kan få store konsekvenser for astronomer som forsøker å finne ut mer om vår plass i universet.

Den vanlige forklaringen går ut på at Great Attractor er en tett galaksehop som er skjult av Melkeveiens støv og gass. Det finnes også andre, mer fantasifulle teorier. Noen teoretikere mener at Great Attractor kan være en revne i romtiden, der alternative virkeligheter møtes – eller til og med et produkt av en avansert fremmed sivilisasjon som utnytter ufattelige krefter til å utføre sine egne, ukjente oppdrag.

TRUKKET INN

Den mest underlige, morsomme og – riktignok – usannsynlige ideen er at en bevisst, målrettet kraft – i bunn og grunn en kosmisk søyle – drar oss mot et ukjent mål. Det er selvfølgelig morsomt å tenke på, skummelt å forestille seg og ganske usannsynlig at det er sant. Men det ville vært bra science fiction.

Den store tiltrekningskraften er en gigantisk kilde til vedvarende vitenskapelig nysgjerrighet og debatt – mest fordi det er så mye informasjon vi ikke får tak i. Viktige ubesvarte spørsmål er blant annet:

Hva er den egentlig? Er Great Attractor en massiv galaksehop, en superhop eller en kompleks struktur som involverer mørk materie?

Hvordan er den knyttet til større kosmiske strukturer? Nyere studier tyder på at Shapley-superhopen, en ekstremt massiv samling av galakser lenger unna, også kan påvirke bevegelsene til galaksene i vår region og kanskje til og med overskygge Great Attractors rolle.

Hvilken rolle spiller mørk materie? De observerte gravitasjonskreftene kan delvis forklares med mørk materie, men dens fordeling og egenskaper er fortsatt uklare.

Hva er det vi ikke ser? Kan det finnes fenomener som ligger utenfor vår nåværende forståelse av fysikk, for eksempel uoppdagede partikler eller krefter som påvirker denne regionen?

I årenes løp har det dukket opp flere

Kart over superhopen Laniakea. Vi bor i Den lokale gruppe, som er farget blått.

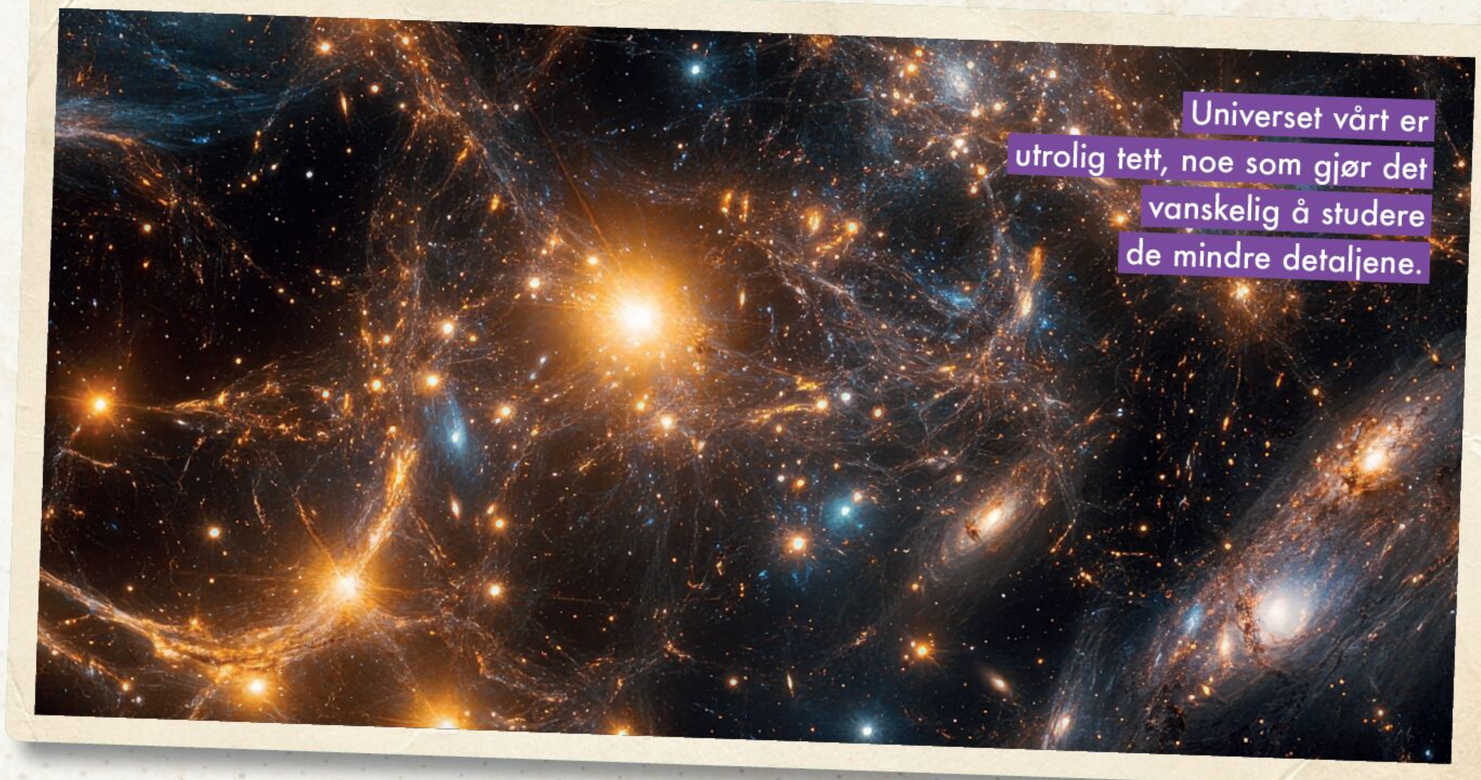
UNNVIKELSESSONEN

«Unnvikelsessonen» («ZOA, Zone of Avoidance») er noe du kanskje heller forventer å høre fra en psykiater mens du ligger på en skinnsofa, men det er også navnet på en del av himmelen der galaksene skjuler seg for oss. Det er i hvert fall det de prøver å gjøre.

Denne kosmiske blindsonen oppstår fordi Melkeveiens er så tettpakket med stjerner, gass og støv at det hindrer teleskopene våre i å se forbi dem alle. Det er litt som å prøve å få øye på en hytte i det fjerne gjennom en tett skog. I flere tiår trodde astronomene at dette området var et tomrom, men fremskritt innen infrarøde teleskoper og radioteleskoper har avslørt at det skjuler seg en hel del galakser bak dette støvteppet.

Hvorfor er det så viktig? Vel, ZOA dekker en betydelig del av himmelen og skjuler potensielt noen ganske fascinerende ledetråder om universets storskalastruktur. Å avsløre dens hemmeligheter kan endre hvordan vi forstår selve den kosmiske evolusjonen. Så selv om navnet kan tyde på at det er et tomt sted, er det snarere et skjult skattekart som venter på å bli utforsket. Hvis vi bare kunne lette litt på sløret ...





Universet vårt er utrolig tett, noe som gjør det vanskelig å studere de mindre detaljene.

teorier for å forklare gravitasjonskraften fra Great Attractor, for eksempel:

Galaksehoper: Observasjoner tyder på at Great Attractor kan være sentrert rundt en massiv galaksehop, for eksempel Norma-hopen, som er rik på alle slags galakser og store mengder mørk materie.

Større kosmiske strukturer: Noen forskere og eksperter hevder at Great Attractor er en del av et større nettverk av superhoper, deriblant Shapley-superhopen. Ifølge denne teorien kommer ikke gravitasjonskraften fra én enkelt kilde, men fra en kombinasjon av massive strukturer.

Dominans av mørk materie: Gitt at mengden synlig materie ikke er tilstrekkelig til å forklare gravitasjonskraften som er observert så langt, spiller mørk materie sannsynligvis en ganske viktig rolle. Det nøyaktige bidraget er imidlertid fortsatt under utforskning.

Ukjent fysikk: Noen forskere spekulerer i at ny fysikk – ting som ligger utenfor vår nåværende forståelse – kan være i spill, for eksempel modifikasjoner av gravitasjonsteorien eller effekter av mørk energi på måter vi ennå ikke forstår. Eller, selvfølgelig, krefter vi ikke engang har begynt å tenke på eller forstå ennå.

TILTREKKER SEG OPPMERKSOMHET

Jakten på å forstå Great Attractor fortsetter, drevet av teknologiske fremskritt og nye forskningsinitiativer. Moderne teleskoper, som romteleskopet James Webb (JWST) og Square Kilometre Array (SKA), lover å forbedre vår evne som art til å observere mørke områder i universet og oppdage svake signaler fra fjerne strukturer.

I tillegg utfører forskerne simuleringer av universets utvikling ved hjelp av kraftige superdatamaskiner. Det hjelper dem med å modellere gravitasjonssamspillet mellom galakser og kosmiske strukturer. Disse modellene kan gi innsikt i hvordan anomalier som Great Attractor kan dannes og utvikle seg over tid.

Sist, men ikke minst er studier av mørk materie og mørk energi av avgjørende betydning. Ved å undersøke denne typen uhåndgripelige fenomener håper forskerne å få en bedre forståelse av kreftene som er med på å forme universet, inkludert den gåtefulle tiltrekningskraften fra dette området.

Great Attractor er et bevis på universets nesten latterlige kompleksitet, og også på grensene for vår menneskelige forståelse. Den skjuler seg bak Melkeveiens støvete slør og utøver en gravitasjonskraft på galakser over enorme avstander, noe som utfordrer astronomene til å avdekke dens mange hemmeligheter. Selv om teknologiske og teoretiske fremskritt har gitt oss fristende glimt av denne kosmiske anomalien, er det mye som gjenstår å oppdage.

På mange måter fungerer Great Attractor som en påminnelse om menneskehetens konstante nysgjerrighet og utforskertrang. Etter hvert som vi ser dypere inn i universet og finjusterer vår forståelse av hvordan det fungerer, kan svarene vi finner, ikke bare bidra til å forklare den store tiltrekningskraftens natur, men også forme – eller potensielt omforme – vår forståelse av selve kosmos. Tiltrekningskraften i oppdagelsen er uimotståelig, akkurat som gravitasjonskraften fra Great Attractor.

© Adobe Stock; Getty; ESA; NASA; Andrew Z Colvin

NÅR GALAKSER KOLLIDERER

Kollisjoner mellom galakser gir oss utrolig fascinerende astronomiske bilder – men de spiller også en viktig rolle i galaksenes utvikling.

SKREVET AV ANDREW MAY



Kollisjoner kan føre til at at det oppstår «haler» som som gir spektakulære bilder for observatører.



Stjerner kolliderer nesten aldri med hverandre fordi de er så langt fra hverandre i forhold til størrelsen sin. For eksempel er avstanden til solens nærmeste nabo 30 millioner ganger solens diameter. Men det samme gjelder ikke for galakser. Melkeveiens nærmeste nabo, Andromedagalaksen, er bare 25 ganger så langt unna som Melkeveiens diameter. Kollisjoner mellom galakser kan altså skje, og skjer, ganske regelmessig.

Selv om universet utvider seg, eksisterer de fleste galakser i grupper eller galaksehoper – og tilfeldige bevegelser innad i disse betyr at det er like sannsynlig at galakser nærmer seg hverandre som at de fjerner seg fra hverandre. Når de begynner å nærme seg hverandre, blir de trukket mer og mer mot hverandre på grunn av den gjensidige gravitasjonen. Det uunngåelige resultatet er en «galaksekollisjon». Men dette er ikke den katastrofale kosmiske krasjen som du kanskje tror. Galakser består for det meste av tomt rom, så det er mer korrekt å forestille seg at de passerer gjennom hverandre i stedet for å kollidere. Alt dette skjer i ekstremt sakte tempo, over hundrevis av millioner av år. Eventuelle observatører inne i en kolliderende galakse vil sannsynligvis være lykkelig uvitende om det.

I SAKTE FILM

Fordi galaksekollisjoner skjer så langsomt, kan astronomene ikke observere dem på himmelen. Alt de ser, er et fastfrosset øyeblikksbilde av et bestemt stadium i prosessen. Heldigvis er det imidlertid så mange galakser som kolliderer i universet – alle på ulike stadier og fra ulike vinkler – at det er mulig å sette sammen et bilde av hele prosessen ved å se på dem under ett. Disse observasjonsdataene kan så kombineres med datasimuleringer, som tar hensyn til tyngdekraften og annen grunnleggende fysikk, for å gi en rimelig forståelse av vitenskapen bak galaksekollisjoner.

Et faktum som kommer frem, er at galakser ikke trenger å kollidere bokstavelig talt for å gi betydelige effekter. Selv om de ikke er i fysisk kontakt, kan den gjensidige tyngdekraften til to kolliderende galakser påvirke utseendet deres betraktelig. Dette kan man se i en av de mest kjente galaksene i nærheten – Whirlpool-galaksen, som er svært populær blant amatørastronomer fordi den er lett å se

© Adobe Stock; Getty; NASA

ET NYTT BLIKK PÅ KOLLIDERENDE GALAKSER

Galakser som kolliderer, smelter sammen og samvirker, er et relativt vanlig syn i universet, og de har alltid fascinert både astronomer og publikum. Blant de mest ikoniske fotografiene som er tatt av NASAs Hubble-teleskop, er dette fenomenet ofte en del av dem. Hubbles etterfølger, romteleskopet James Webb (JWST), kaster imidlertid et helt nytt lys over det. For det første er JWST ikke begrenset til det synlige båndet, men er optimalisert for infrarøde bølgelengder – den beste måten å observere de massive utbruddene av stjernedannelse som ofte følger med galaktiske sammenslåinger. JWSTs uovertrufne kraft gjør det også mulig å peke ut fjerne galakser, som vi – på grunn av tiden det tok før lyset deres nådde oss – ser slik de var kort tid etter at de ble dannet. Selv i denne urtiden hadde galaksene allerede begynt å smelte sammen – og JWST er det første teleskopet som er i stand til å avbilde dette.

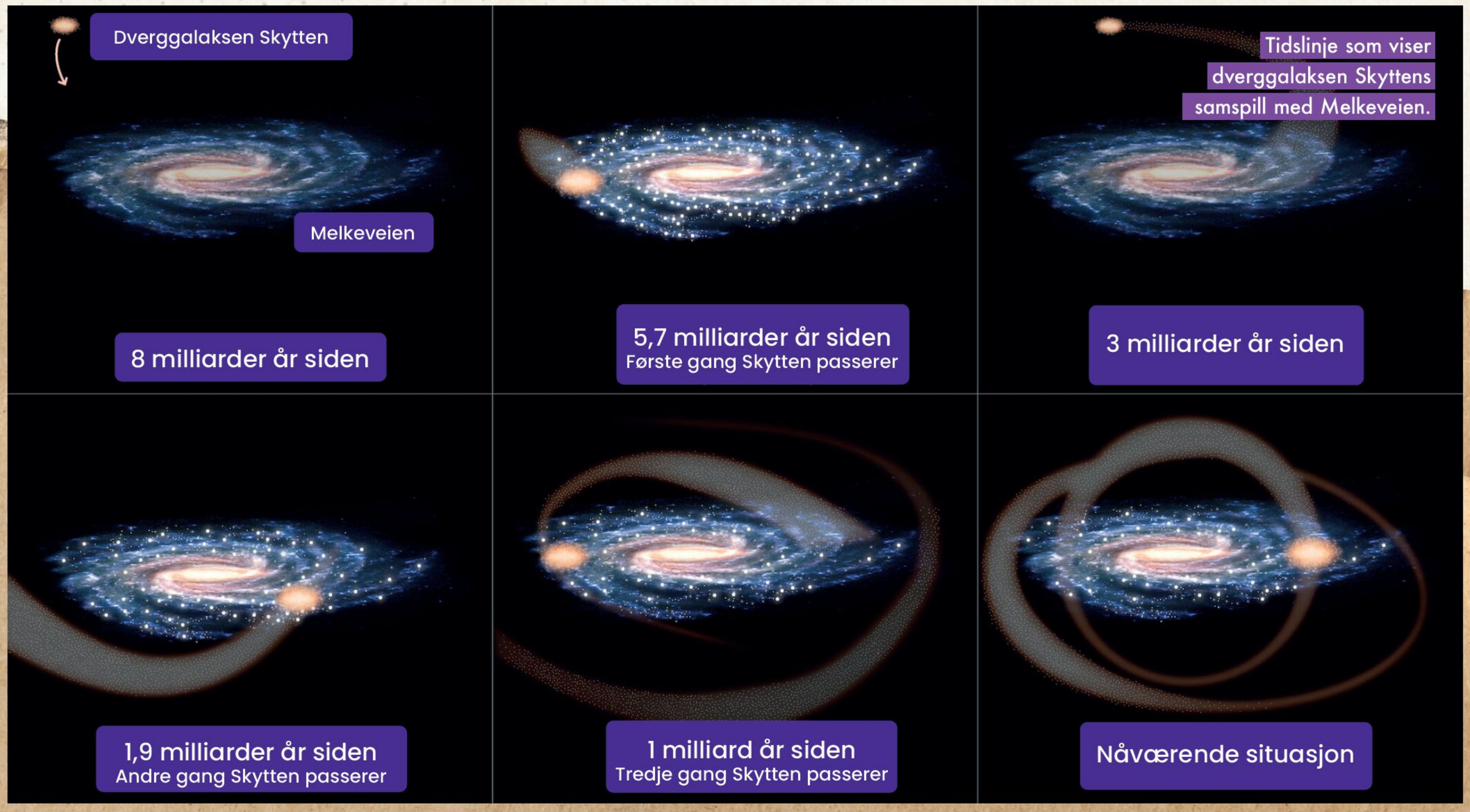


gjennom et lite teleskop. Galaksen består egentlig av to separate objekter – en stor, elegant spiralgalakse med en mindre dvergpartner festet til en av spiralarmene. Dette er et eksempel på et «samvirkende galaksepar» – et stadium som ofte går forut for en faktisk kollisjon eller galaksefusjon.

Andre galaksepar som samvirker, kan bli dramatisk forvrengt av samspillet. Et vanlig fenomen er lange, smale haler, som man for eksempel ser hos galaksene med navnene Tadpole, Mice og Antennae. Disse galaktiske vedhengene, som ofte kalles «tidevannshaler», dannes av en fysisk prosess som ligner på måten månen hever tidevannet i verdenshavene på. Vi har tidevann på jorda fordi månens gravitasjonskraft trekker på jorden. På samme måte – men i mye større skala – varierer gravitasjonskraften som den ene galaksen i et samvirkende galaksepar utøver på den andre, over hele galaksens bredde. Dette kan forvrenge galaksens form drastisk og kaste stjerner og gass inn i helt andre baner. Tidevannshaler er kanskje det mest visuelt spektakulære resultatet av denne prosessen.

LYKKESTJERNE

Selv om stjerner er den mest synlige komponenten i galakser, inneholder de ofte også store gasskyer – og disse kan også bli påvirket når galakseparene vekselvirker gravitasjonsmessig. Det er fra disse gasskyene at stjerner dannes, men bare hvis tettheten av gassen er høy nok – noe den kanskje ikke er hvis gassmolekylene er jevnt fordelt i hele galaksen. Men tidevannseffekten fra en annen galakse i nærheten kan komprimere gassen nok til å utløse ny stjernedannelse, selv i galakser





Melkeveien og Andromeda vil kollidere og smelte sammen om ca 4,5 millioner år.

«KOLLISJONER HAR EN TENDENS TIL TIL Å VÆRE LANGSOMME, ROLIGE HENDELSER SOM NEPPE FORSTYRRER STJERNENE.»

der den normale stjernedannelsen for lengst har opphørt. Nydannede stjerner har en tendens til å være svært lyssterke, så områder der stjernedannelsen er aktiv, kan være spesielt iøynefallende – nok en grunn til at galakser i samspill er så populære blant astrofotografer!

Men kolliderende og sammensmeltende galakser er ikke bare en visuell kuriositet i universet – de spiller en grunnleggende rolle i galaksenes utvikling. De første galaksene som ble dannet like etter Big Bang, var stort sett systematisk mindre enn de galaksene som eksisterer i dag. De viktigste prosessene som har drevet galaksene frem til dagens størrelse, har vært sammenslåinger mellom galakser av samme størrelse og «kannibalisering» av dverggalakser fra større galakser. Astronomene har funnet mange bevis på sistnevnte prosess i vår egen Melkeveien, der materie som rives ut av en kannibalisert dverggalakse, trekkes ut i en lang «stjernestrøm» som fortsatt kan skimtes etter milliarder av år. Ved å observere slike strømmer har astronomene identifisert seks forskjellige sammensmeltinger i Melkeveiens historie.

I noen tilfeller kan en dverggalakse, som mister mange av stjernene sine i krasjen, overleve en kollisjon og fortsette å gå i bane rundt Melkeveien – og kanskje kollidere med den igjen i fremtiden. En beryktet gjenganger av denne typen er dverggalaksen Skytten, som har krasjet gjennom Melkeveiens skive ved tre forskjellige anledninger, for 5,7, 1,9 og 1 milliard år siden. Og det stopper ikke der – ifølge beregninger basert på galaksens nåværende bevegelse vil Skytten kollidere igjen om rundt hundre millioner år.

Bortsett fra dverggalakser er en mye større galaktisk kollisjon på gang. Ved å analysere deres nåværende hastigheter har astronomene funnet ut at Melkeveien og den litt større nabogalaksen Andromeda er på kollisjonskurs med hverandre. Basert på presisjonsmålinger av stjernenes bevegelser som er gjort med den europeiske romfartsorganisasjonens (ESA) Gaia-teleskop, er det beste estimatet for når kollisjonen vil inntreffe, ca. 4,5 milliarder år fra nå. Det er omtrent like lenge som jordens nåværende alder, så man kan trygt si at det ikke er noen umiddelbar grunn til bekymring. Men som vi allerede har sett, ville det ikke vært det uansett, for galaktiske kollisjoner pleier å være langsomme, stille affærer som neppe vil forstyrre enkeltstjerner eller planetsystemer. På den annen side vil den kraftige stjernedannelsen som sannsynligvis vil følge med kollisjonen, gi et spektakulært nattescenario for de jordboerne som fortsatt er her når det skjer.

Selv om kollisjonen ligger så langt frem i tid, kan vi ved hjelp av detaljerte datasimuleringer få en idé om hva som vil skje, fordi tyngdekraften er matematisk forutsigbar. Etter det første møtet vil de to galaksene hoppe rundt sitt felles tyngdepunkt i omtrent to milliarder år. I løpet av den tiden kan solsystemet bli kastet langt ut i en tidevannshale. Men dette bør ikke utgjøre noen fare for jorda, ettersom solen og planetene rundt den forventes å forbli uskadd. Jordens innbyggere vil bare få orkesterplass til showet.

MØT MELKOMEDA

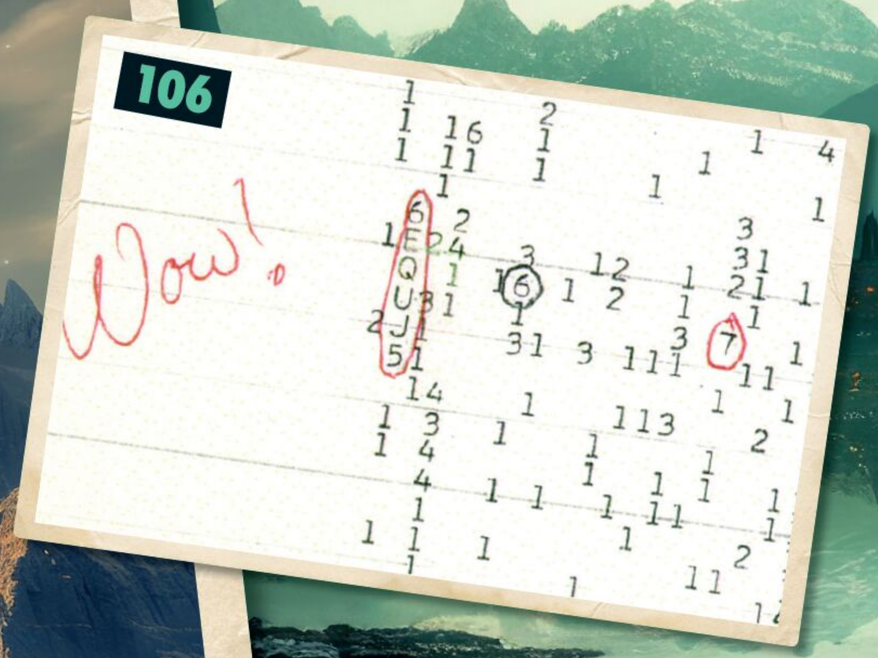
Når støvet har lagt seg, vil resultatet av kollisjonen nesten helt sikkert bli én enkelt elliptisk galakse som inneholder mesteparten av massen som tidligere fantes i både Melkeveien og Andromeda (astronomene har funnet på det fantasifulle navnet «Melkomeda» til denne sammensatte giganten). Elliptiske galakser ser mindre dramatiske ut enn spiralgalakser – de er stort sett uryddige klumper formet omtrent som rugbyballer og består hovedsakelig av relativt gamle stjerner med lite gass eller aktiv stjernedannelse. Mange av de største elliptiske galaksene antas å være resultatet av sammenslåinger mellom to eller flere spiralgalakser, og dette ser faktisk ut til å være den mest sannsynlige konsekvensen av disse møtene. Stjernenes baner blir tilfeldige i stedet for å forbli i flate skiver, noe som resulterer i den karakteristiske elliptiske formen. Samtidig utløser sammenpressingen av gass under kollisjonen en så intens stjernedannelse at det blir svært lite gass igjen til videre stjernedannelse etter dette.

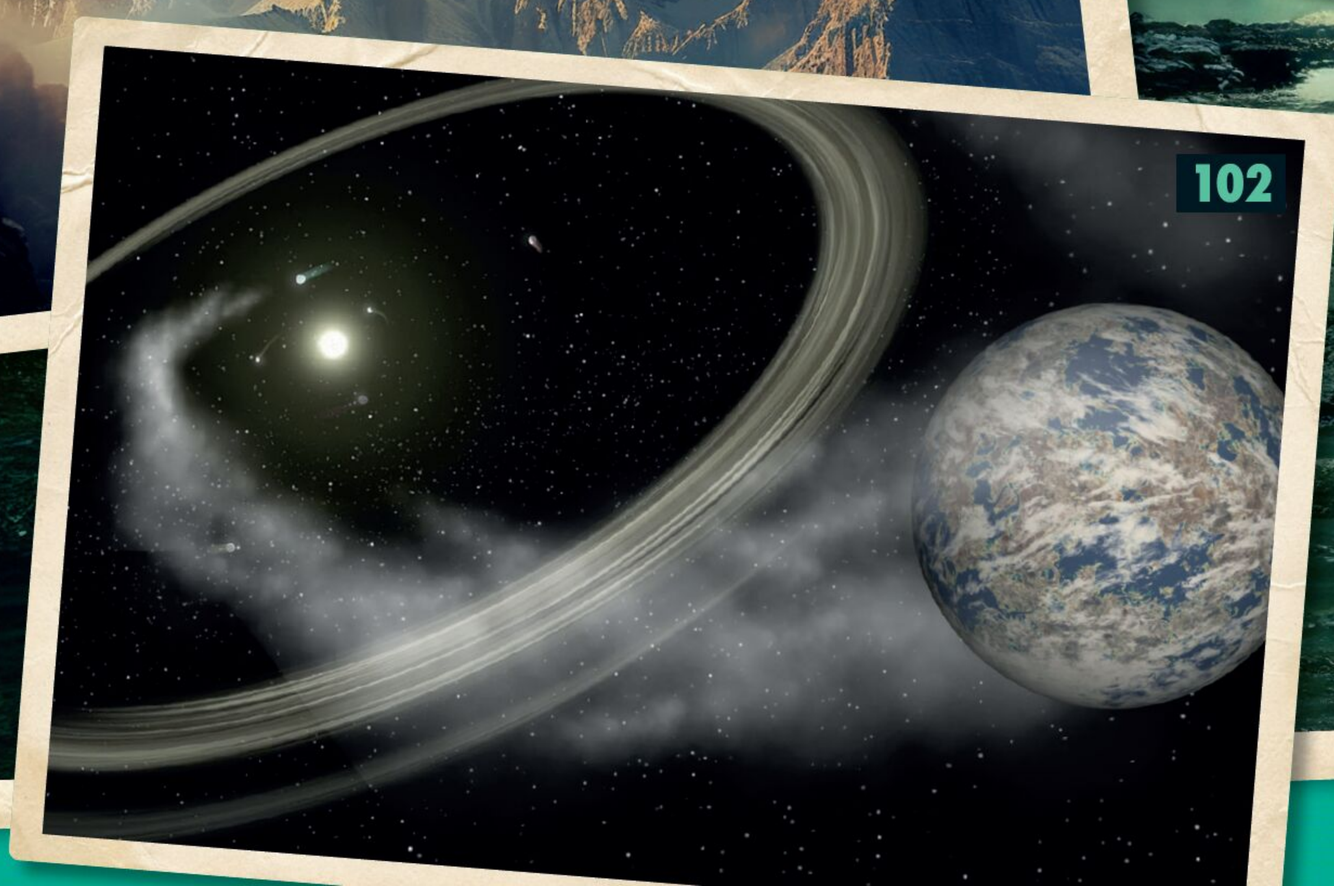
© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA

FREMMEDE KLODER

Er menneskeheten alene, eller finnes det sivilisasjoner på ekstrasolare planeter som venter på kontakt?







96 EKSOPLANETER
102 VANDRERPLANETER
106 SØKEN ETTER LIV PÅ ANDRE PLANETER
114 FERMIS PARADOKS

© Adobe Stock; Alamy; NASA

EKSO-PLANETER

Vi har lett etter kloder rundt andre stjerner i tre tiår. Hva vet vi så langt om disse fremmede planetene, og hva kan vi finne i fremtiden?

SKREVET AV JONATHAN O'CALLAGHAN

© Adobe Stock; Getty; NASA

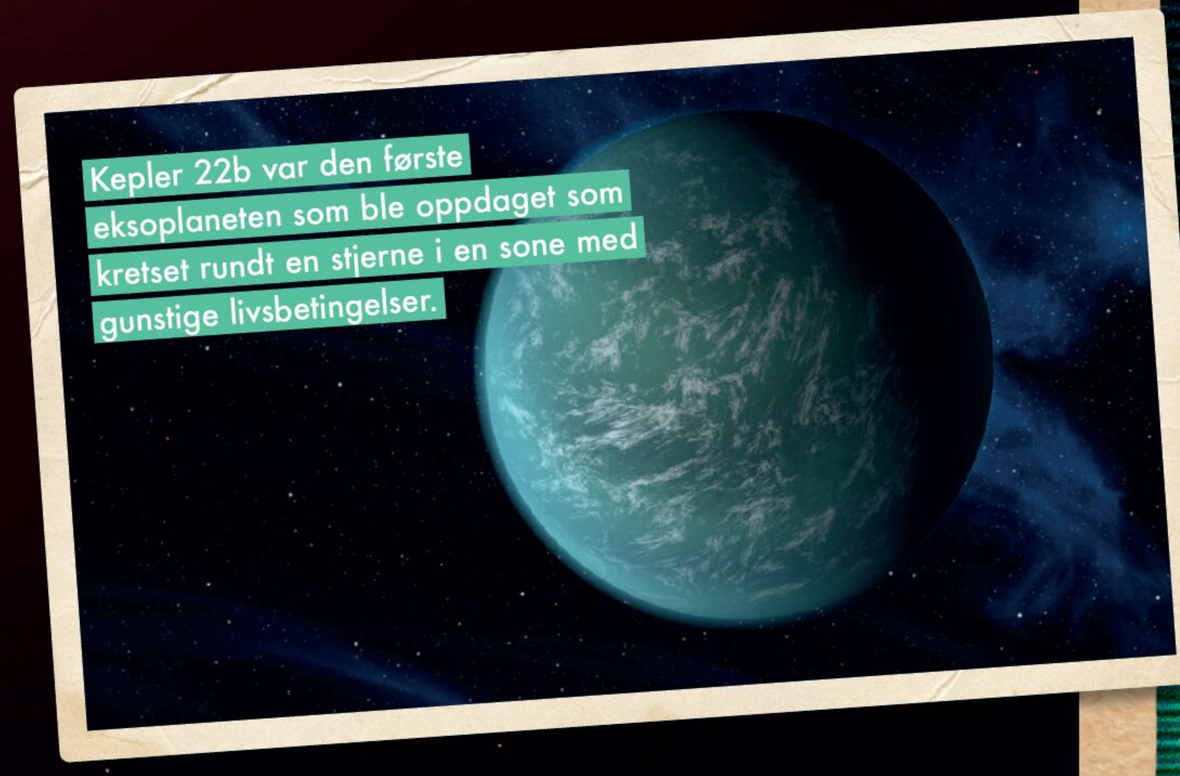
I omtrent hele menneskehetens historie har vår kunnskap om planeter og stjerner vært begrenset til ett sted, vårt eget solsystem, en rekke planeter som går i bane rundt en enkelt stjerne. Vi begynte så smått å forstå noen av de andre planetene rundt solen vår og deres måner, men vår forståelse av kosmos var liten. Når det gjaldt jordlignende steinplaneter, fantes det bare én: Jorden.

Alt dette endret seg på 1990-tallet, da astronomene for første gang oppdaget planeter i bane rundt andre stjerner enn solen. Vi hadde selvfølgelig lenge forventet at det fantes slike planeter, såkalte ekstrasolare planeter, heretter eksoplaneter, siden det finnes opptil 400 milliarder stjerner i galaksen. Men det var utrolig vanskelig å finne dem. De var bitte små mot lyset fra stjernen sin, og umulige å oppdage med de fleste teleskoper. Hvilket håp hadde vi om å finne og studere disse klodene på alvor?

PÅ SPORET AV BEVISENE

I 1992 oppdaget astronomene de første eksoplanetene som gikk i bane rundt en uvanlig stjerne. Det var en pulsar, en raskt roterende nøytronstjerne, som er den tette kjernen som blir igjen etter at noen stjerner eksploderer som supernovaer. Planetene ble funnet på grunn av den lille gravitasjonskraften de hadde på pulsaren, noe som fikk den til å vingle litt mens den snurret. Måleteknikken kalles radialhastighetsmetoden. De to planetene viste seg å være ca. 2 ganger mer massive enn jorda og gikk i bane på samme måte som Merkur, men ellers visste man ikke så mye.

Et system som ligner vårt eget, ble først oppdaget i 1995 da astronomer fant en planet i bane rundt den sollignende stjernen 51 Pegasi, omtrent 50 lysår fra



Kepler 22b var den første eksoplaneten som ble oppdaget som kretset rundt en stjerne i en sone med gunstige livsbetingelser.

jorden. Planeten var større enn Jupiter, men gikk i en tett bane, 20 ganger nærmere stjernen enn jorden går i bane rundt solen. Den ble det første kjente eksempelet på en varm «Jupiter», en gasskjempeplanet med ekstremt varme temperaturer på grunn av nærheten til stjernen. Oppdagelsen var et stort gjennombrudd og beviste at andre stjerner enn vår egen sol kunne ha planeter i bane rundt seg. Jakten på solsystemer som vårt eget ble satt i gang.

En tenkt fremstilling av den fremtidige Habitable Worlds Observatory, som etter planen skal skal lanseres i 2040-årene.

PLANETJEGEREN

I tiåret som fulgte, ble eksoplaneter oppdaget i tur og orden. Men jakten endret seg i 2009 da NASAs romteleskop Kepler ble lansert. Teleskopet ble designet for å lete etter planeter ved hjelp av transittmetoden, som går ut på å se etter nedtoningen av en stjernes lys når en eksoplanet passerer foran synslinjen vår. Strategien krevde litt flaks – planetens bane rundt stjernen måtte passe slik at den passerte foran solen – men tanken var at hvis vi så på mange nok stjerner, ville det være en høvelig andel som planeter som gir transitt, noe som ville gjøre det mulig for oss å finne og studere eksoplaneter.

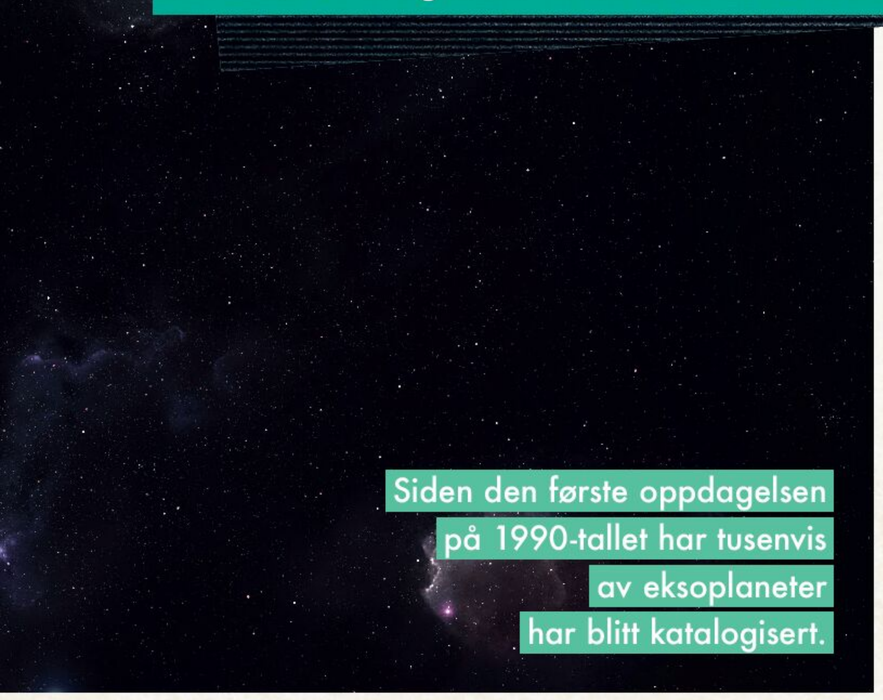
Det sjansespillet lønte seg til de grader. Kepler sprengtre forskningen på eksoplaneter, og fant nesten 3000 eksoplaneter gjennom observasjoner av mer enn en halv million stjerner i Melkeveien. Da Kepler ble pensjonert i 2018, utgjorde Keplers planeter det store flertallet av kjente fremmede verdener rundt andre stjerner, og de utgjør fortsatt nesten halvparten av de 6000 kjente planetene i dag. Andre teleskoper har fulgt i Keplers

PROXIMA CENTAURI B

Proxima Centauri er den stjernen som er nærmest jorden. Det er en rød dvergstjerne som befinner seg omtrent 4,2 lysår unna. I 2016 ble det gjort en spennende oppdagelse. En steinplanet gikk i bane rundt stjernen, som fikk navnet Proxima Centauri b. Den går innenfor stjernens jordlignende sone. Minst to andre planeter antas også å gå i bane rundt stjernen.

Planeten runder stjernen hver 11. dag (røde dverger har en mye mindre jordlignende sone enn sollignende stjerner), og den er omtrent like stor som jorden. Hvis planeten har en atmosfære, noe som ennå ikke er kjent, kan den ha den rette temperaturen og de rette forholdene for flytende vann på overflaten og kanskje til og med liv. Planeten mottar imidlertid mye mer stråling fra stjernen sin enn vi gjør fra solen vår, noe som reduserer sjansene for liv, skjønt det utelukkes ikke helt. Studier og observasjoner av planeten fortsetter i dag for fullt.





Siden den første oppdagelsen på 1990-tallet har tusenvis av eksoplaneter har blitt katalogisert.

fotspor – blant annet NASAs Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS), som ble skutt opp i 2018, og ESAs Characterising Exoplanets Satellite (CHEOPS), som ble skutt opp i 2019.

Keplers oppdagelser viste oss at det fantes et stort mangfold av planeter i universet, ganske ulikt variasjonene i vårt eget solsystem. Teleskopet var bedre egnet til å finne planeter som forårsaket en betydelig transitt, eller nedgang, i stjernens lys, noe som gjerne var større gasskjemper i trange baner. Men de fant også steinplaneter som gikk i bane rundt stjerner med lav masse, røde dverger, den vanligste stjernetypen i galaksen vår, og merkelige kloder som størrelsesmessig var en mellomting mellom jorden og Jupiter, og som ble antatt å være enten superjordkloder eller sub-Neptuner.

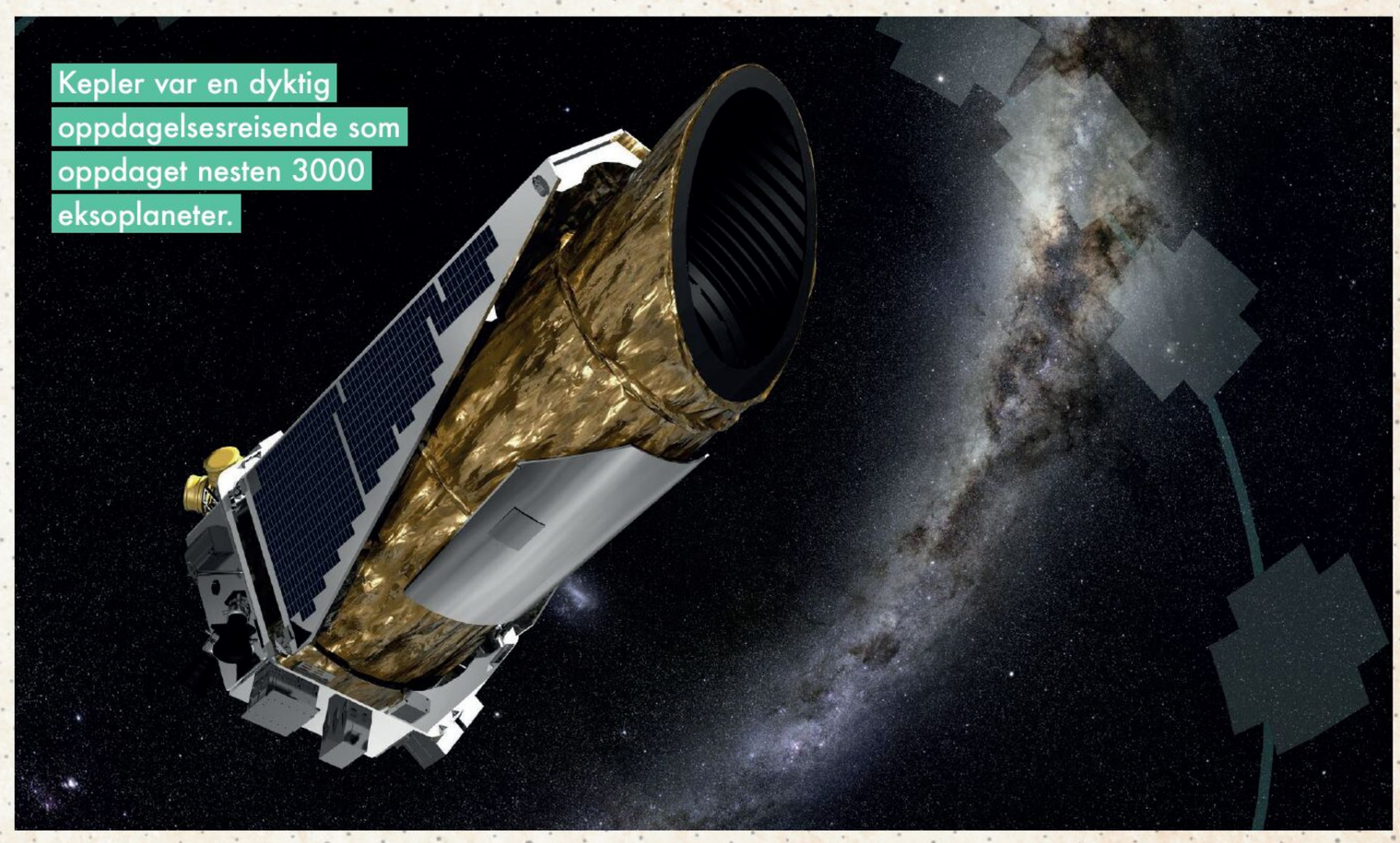
En av de viktigste oppdagelsene var Kepler-22b i 2011. Det er den første kjente eksoplaneten som er jordlignende, det vil si at den kretser rundt en stjerne i en sone som er gunstig for livsbetingelser. Det betyr at forholdene er akkurat passe for at det kan dannes vann (og der jorden befinner seg). Selv om den er dobbelt så stor som jorden, viste oppdagelsen at eksistensen av jordlignende planeter ikke bare var noe som forekom i vårt eget solsystem, og den vekket tanken om at det kan finnes steinplaneter like store som vår egen planet som går i bane i den jordlignende sonen til andre sollignende stjerner – utmerkede steder å lete etter liv.

KJENTE VERDENER

Det har vært vanskelig å finne disse «Jorden 2.0»-planetene, fordi sollignende stjerner har en tendens til å være ganske lyssterke, og det er vanskelig å oppdage verdener på størrelse med Jorden som går i bane rundt dem på samme måte som vår egen planet. Vi har imidlertid klart å finne mange steinplaneter som går i bane rundt mindre røde dvergstjerner, fordi stjernenes gjenskinn er betydelig mindre. Et av de mest kjente systemene er TRAPPIST-1, som ble oppdaget i 2016 av La Silla-observatoriet i Chile. Systemet ligger omtrent 40 lysår fra oss, og er eksepsjonelt fordi det har syv steinplaneter som alle går i bane rundt stjernen, hvorav opptil fire muligens befinner seg i stjernens jordlignende sone.

Et viktig ubesvart spørsmål er hvor gunstige røde dverger er for livsbetingelser. Disse stjernene er mye mer aktive enn vår egen, og har ofte solstormer som kan bestråle planeter og blåse bort atmosfæren deres. Selv med spennende systemer som TRAPPIST-1 var det uklart om vi kunne forvente å finne liv i slike systemer. De fleste studiene av eksoplaneter vi hadde gjort frem til da, ga oss bare grunnleggende informasjon om planetene – størrelsen og banen rundt stjernen – uten særlig mange flere detaljer. Hvordan kunne vi vite hvilke planeter som var gunstig for livsbetingelser eller ikke?

For å finne ut av dette har kraftige romteleskoper som NASAs Hubble og James Webb (JWST) med sine store speil blitt brukt til å se svært nøye på noen eksoplaneter.



Kepler var en dyktig oppdagelsesreisende som oppdaget nesten 3000 eksoplaneter.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESO

Ved å se på planeten mens den passerer foran stjernen, kan de registrere hvor mye lys fra stjernen som går gjennom planeten, og finne ut om det finnes en atmosfære og hvilke gasser som finnes i atmosfæren. Dette har gjort det mulig for oss å gjøre innledende studier av noen eksoplaneter, hovedsakelig begrenset til større gasskjemper der det er lettere å oppdage atmosfærer. Ved hjelp av denne metoden har vi påvist blant annet vann og karbondioksid i atmosfæren på mange planeter.

BANEBRYTENDE TELESKOPER

For å øke vår forståelse av eksoplaneter trenger vi større og bedre teleskoper som lettere kan analysere atmosfærene deres. Slike teleskoper er for tiden under utvikling, og ingen er mer spennende enn NASAs kommende Habitable Worlds Observatory (HWO). Teleskopet, som skal lanseres i 2040-årene, er designet med ett viktig mål for øyet: å finne og fotografere jordlignende planeter, som går i bane i lignende sone til sollignende stjerner. Disse bildene, som sannsynligvis vil være små lysflekker, kan gjøre det mulig for oss å skille ut planetens lys og kanskje fortelle oss hva atmosfæren er laget av. Ved å lete etter kjemiske ubalanser i atmosfæren kan vi også se etter tegn på at det kan være liv på overflaten som presser gasser oppover, på samme måte som kortlivet metan produseres av dyr på jorden. I de mest optimistiske scenariene kan teleskopet til og med se hav og kontinenter på noen kloder, og kanskje til og med nattlys, hvis en planet skulle være hjemsted for en intelligent sivilisasjon av romvesener – en liten, men spennende mulighet.

KLODER MED VANN

Det er imidlertid ikke bare jordlignende eksoplaneter som er interessante. Noen kloder kan nesten utelukkende være dekket av vann. Disse planetene kan være fascinerende steder å lete etter liv, selv om man tror at noe land er nødvendig for evolusjonen. Astronomene har imidlertid



Eksoplaneter finnes i mange former og størrelser, noen har mye vann, andre er svidde ødemarker.

funnet noen planeter som kan ha store mengder vann, og det kan hypotetisk sett befinne seg en ukjent verden her. Slik sett svært interessante studieobjekter. Andre planeter kan være isklumper, svidde jordkloder eller til og med kloder på grensen mellom å være steinplaneter og gasskjemper.

Moroa stopper ikke der. Selv om det finnes åtte store planeter i solsystemet vårt, finnes det mange, mange flere måner, hundrevis av dem, som går i bane rundt disse planetene. Mange av disse månene er små asteroidelignende legemer, men noen, som Jupiters måne Europa og Saturns måne Titan, er store og interessante steder å lete etter liv. Kan eksoplaneter også ha måner, såkalte eksomåner? Dette er noe astronomene har undersøkt, på jakt etter tegn til store satellitter som går i bane rundt

«KANSKJE VI KAN FINNE EN MÅTE Å AKSELERERE EN LITEN SONDE TIL ENORM FART.»

GASSKJEMPER

Den vanligste typen planet som hittil er oppdaget i galaksen vår, er gasskjemper. De går i svært tette baner rundt stjernene, vanligvis på mindre enn ti dager, men noen ganger fullfører de en bane på bare noen få timer. Denne nærheten gir planetene ekstreme temperaturer på flere tusen grader Celsius, noe som gjør dem til lite egnede steder å lete etter liv.

Hvordan disse planetene har havnet i så trange baner, er et åpent spørsmål. Det er vanskelig å danne så store planeter så nær en stjerne, så det kan være at de ble dannet et annet sted i solsystemet før de ble slynget innover, kanskje etter å ha kollidert med en forbipasserende stjerne, og vandret nærmere vertsstjernen sin. Vår Vår gassplanet Jupiter antas også å ha endret posisjon tidlig, selv om den ikke vandret like nær solen. Så hvis vi forstår hvordan disse gasskjempene oppsto, kan det også fortelle oss mer om vår opprinnelse.




Opptil fire planeter i TRAPPIST-1-systemet ligger innenfor stjernens jordlignende sone.

planeter rundt andre stjerner.

De første søkene har fokusert på massive måner, kanskje like store som jorden eller mer, rundt gasskjemper. Hvis vi kan finne slike verdener, kan de være utmerkede steder å lete etter liv. Gasskjemper kan gå i bane rundt en stjernes sone som er forenlig med liv. Måner kan kretse rundt noen av disse eksoplanetene og holdes varme og våte av vertsplaneten. Det kan være at eksomåner er det viktigste stedet der det dannes liv i universet, gitt hvor mange de er i forhold til planeter. Så det å finne og studere noen av disse månene er avgjørende for vår søken etter liv. Mange av disse månene kan også være islagte steder, som Europa. Kanskje flertallet av organismene i universet ikke bor på overflaten sånn som vi på jorden, men er underjordiske skapninger skjult under islag, uten noen gang å få se stjernene.

TEGN PÅ LIV

Hvis vi finner eksoplaneter og eksomåner som ser ut til å være gunstig for livsbetingelser, kan vi kanskje for alvor begynne å lete etter tegn på liv. Det kan dreie seg om å lete etter intelligent liv og prøve å finne signaler fra andre intelligente sivilisasjoner, som de enten bevisst eller ubevisst har sendt ut i universet. Så langt har disse søkene vært resultatløse, blant annet i systemer som TRAPPIST-1, men etter hvert som vi finner flere og flere solsystemer, som potensielt er forenlig med liv, vil vi kunne avgrense søket og fokusere på systemer som ser ut til å ha alle de rette forutsetningene for liv. En dag kan vi kanskje til og med føre samtaler med intelligente sivilisasjoner og sende meldinger frem og tilbake over de enorme avstandene i galaksen på bebodde eksoplaneter.

Å besøke en eksoplanet er faktisk en mye mer krevende oppgave, med tanke på den enorme avstanden. Selv vår nærmeste stjerne, Proxima Centauri, befinner seg omtrent 4,2 lysår fra jorden, noe som er omtrent 9000 ganger lenger enn planeten Neptun. Å reise dit med dagens teknologi vil ta mange årtusener, noe som betyr at ethvert håp om å nå frem til eksoplaneter innen rimelig tid vil kreve et nytt gjennombrudd innen fremdrift av romfartøyer. Kanskje er det mer sannsynlig at vi kan finne en måte å akselerere en liten sonde til enorme hastigheter på, for eksempel ved å bruke strålingen fra vår sol til å drive et solseil. Da kunne sonden ta bilder av en eksoplanet mens den suste forbi. Ifølge noen estimater kan et slikt oppdrag være mulig i løpet av noen få tiår, og kanskje vil vi få vårt første virkelige nærbilde av en eksoplanet mot slutten av dette århundret.

Inntil da fortsetter vi å utforske systemene i vår egen galakse, samtidig som vi av og til oppdager en planet i galakser utenfor oss. Det som begynner å bli klart, er at det finnes et uendelig mangfold av planeter og solsystemer som venter på oss i kosmos, noen som ligner på vår egen og noen som er helt annerledes. Hvilke av disse som har liv som i vårt eget solsystem, om noen, er fortsatt et åpent spørsmål. Men for hvert år som går, øker kunnskapen vår om eksoplaneter mer og mer. Vi er kanskje ikke alene, men vi er i hvert fall én av mange fascinerende kloder i universet.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESO

VANDRE-PLANETER

Ikke alle planeter er bundet til en stjerne. Noen vandrer fritt som foreldreløse barn, og astronomene er svært nysgjerrige på dem.

SKREVET AV DAVID CROOKES

Når vi snakker om vandrerplaneter, er det planeter som gjør nettopp det. De går ikke i bane rundt noen stjerner, men driver planløst av gårde og vandrer rundt i universet på egen hånd.

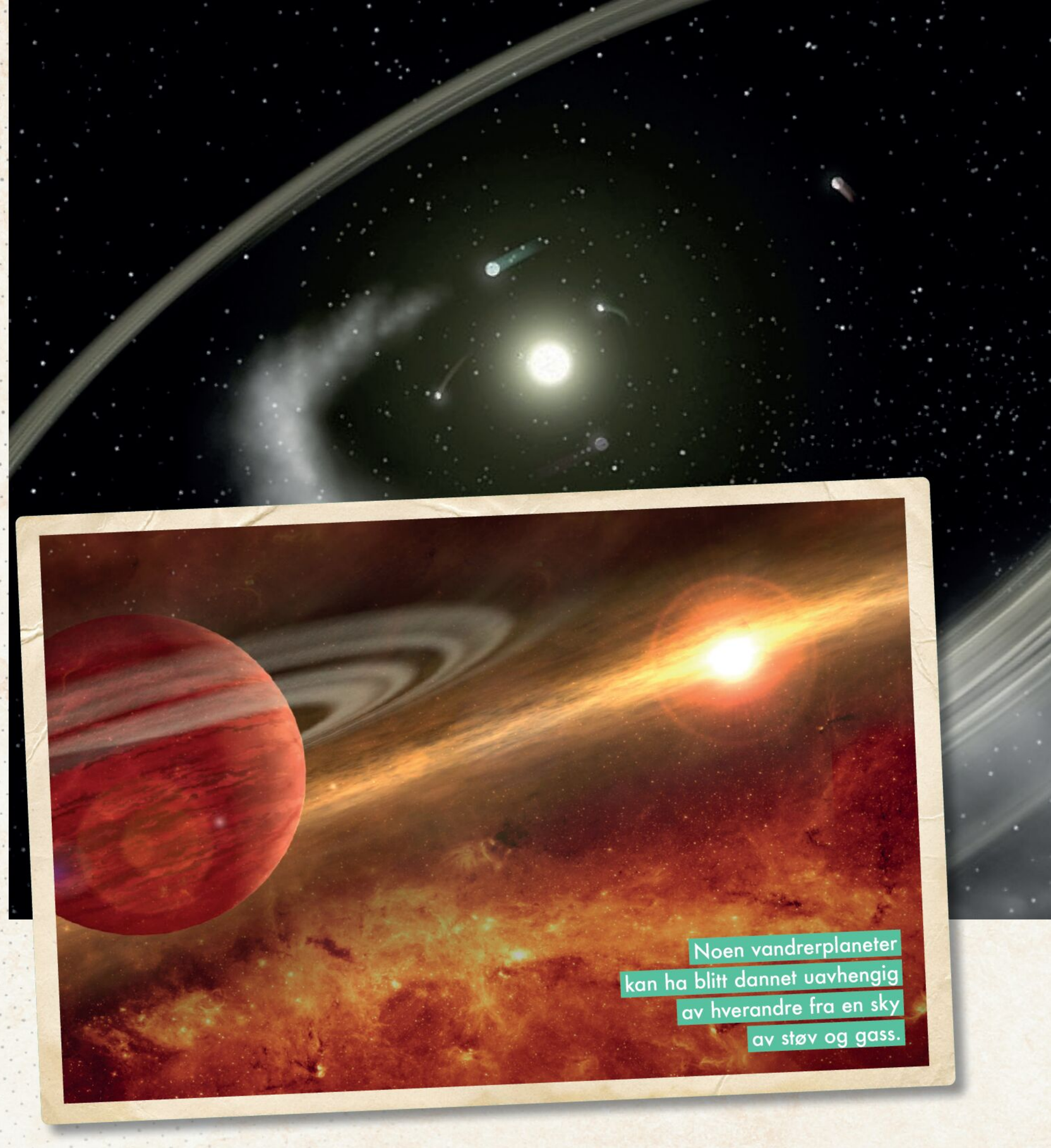
Slike ubundne planeter er ikke uvanlige. De kalles også interstellare planeter, og ble først oppdaget i Oriontåken i 2000. Siden har mange hundre blitt oppdaget. Noen astronomer mener nå at det kan finnes billioner av disse objektene bare i vår galakse, noe som er 20 ganger flere enn planetene som går i bane rundt stjernene (ifølge en analyse ledet av David Bennet ved NASAs Goddard Space Flight Centre). Likevel er det ingen som forstår egentlig hvordan de ble til.

© Getty; Adobe Stock; Shutterstock

Det finnes to hovedteorier. Den første er at vandrerplaneter en gang var en del av et planetsystem, men at de ble kastet ut på en eller annen måte, kanskje tidlig i dannelsen eller senere, da en dominerende planet kastet ut verdener med lavere masse. Dette gjelder i så fall for vandrerplaneter med lik masse som jorden. Den andre hypotesen er at de ble dannet av gigantiske skyer av støv og gass, akkurat som stjerner, men at de kollapset og dannet en sentral planet omgitt av måner. I så fall ville vandrerplanetene ha samme masse som Jupiter og aldri ha hatt en vertsstjerne.

«Vandrerplaneter får oss til å tenke på en hjemløs planet som er kastet ut av et solsystem. Det tyder på at de kretset rundt en stjerne en gang i tiden, men av en eller annen grunn ble kastet ut», sier Alexander Scholz, en observasjonsastronom fra University of St Andrews i Skottland.

«Men når vi finner objekter som er isolerte og streifer rundt i galaksen, vet vi i virkeligheten ikke hvordan de ble dannet eller hvor de kom fra. Hvis du finner noe på størrelse med Jupiter som svever fritt i rommet, kan det i prinsippet ha blitt dannet som en veldig liten stjerne, men det kan også ha blitt slynget ut. Å finne ut hva som er hva, og hvor objektene kommer fra, er et av de store ubesvarte spørsmålene.»



Noen vandrerplaneter kan ha blitt dannet uavhengig av hverandre fra en sky av støv og gass.

STJERNEKRAFT

At vandrerplaneter blir slynget ut fra et stjernesystem, er veldig sannsynlig. «De blir slynget ut fra sitt opprinnelige system på grunn av dynamiske møter, enten med andre planeter eller med andre stjerner», forklarer Scholz. «Stjerner dannes vanligvis i klynger og danner sitt eget planetsystem i løpet av noen få millioner år. Ettersom det er en klynge, er det andre stjerner i nærheten, så en annen stjerne kan passere gjennom planetsystemet eller forbi et planetsystem, og gravitasjonen fra den andre stjernen kan forårsake ustabilitet som fører til at en planet blir slynget ut.

«Det kan også skje at planetene interagerer med hverandre. Vi vet fra solsystemet at planetene beveget seg mye i de tidlige fasene, så planetmigrasjon og planeter som bytter plass, er ganske vanlig, og det er noe som må skje ganske ofte. Under disse prosessene kan planetene støte borti hverandre, komme nærmere hverandre, og det kan oppstå dynamiske interaksjoner, noe som også kan føre til at planeter blir kastet ut.»

Uansett hvordan det skjedde, er konklusjonen at vi sannsynligvis har en overflod av disse ensomme, fritt svevende eksoplanetene, hvorav de fleste er mørke, frosne verdener fordi de mangler tilknytning til en moderstjerne. Det finnes rikelig med bevis for dem. For eksempel oppdagelsen av den første vandrerplaneten utenfor en region der stjerner ble dannet. Den ga astronomene bakoversveis. Planeten heter CFBDSIR2149-0403, ligger bare 130 lysår unna og ble oppdaget i 2012. Astronomene brukte Southern Observatory's Very Large Telescope og Canada-France-Hawaii-teleskopet. Vandrerplaneten måler mellom fire og syv Jupiter-masser og sies å være mellom 50 og 120 millioner år gammel med en temperatur på rundt 400 °C.

Oppdagelsen var viktig i seg selv, for det er ikke lett å identifisere vandrerplaneter, selv om man tror at det finnes mange av dem. Hvis de er store nok, kan de ligne på brune dverger. Et godt eksempel på dette er de seks vandrerplanetene som ble oppdaget sommeren 2024 ved hjelp av NASAs romteleskop James Webb.

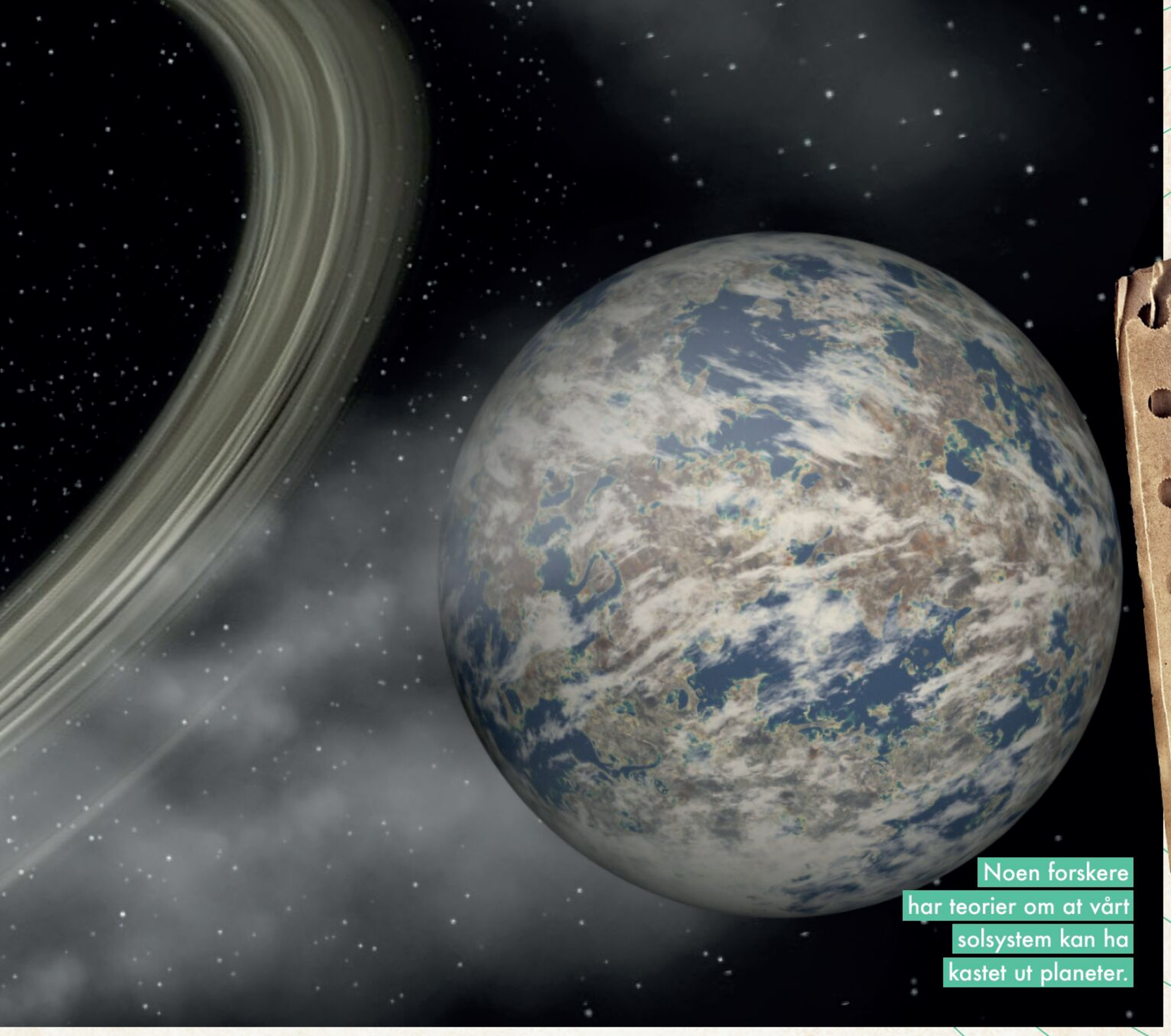
«VANDRERPLANETER FUNGERER SOM EN GRAVITASJONSLINSE PÅ LYSET.»

Planetene er mellom fem og ti ganger så store som Jupiter. Gitt at brune dverger også er inkludert i klassifiseringen av interstellare objekter og har masser som varierer fra 12 ganger Jupiters masse til den nedre grensen for en stjerne, kan du se hvordan vandrerplaneter kan ligge i grenselandet mellom planet og stjerne. Det hjelper heller ikke at både brune dverger og vandrerplaneter er vanskelige å studere fordi de er mindre lyssterke enn stjerner.

Så hvordan oppdager man vandrerplaneter? «Vi tar dype infrarøde bilder av regioner der stjerner dannes i åpne stjernehoper, og prøver å finne de svakeste medlemmene av disse hopene», forklarer Scholz. «Vi har funnet hundrevis av unge brune dverger, men hvis man går lenger og lenger ned i masse, finner man etter hvert også objekter som har masser som kan sammenlignes med kjempeplaneter.

MASSEEFFEKT

«Deretter prøver vi å bekrefte dem med spektroskopi. Mange av de svake små prikkene på bildene vil være andre ting i galaksen, men noen av dem vil ha de karakteristiske kjennetegnene til objekter med planetmasse. Den eneste måten



Noen forskere har teorier om at vårt solsystem kan ha kastet ut planeter.

å måle disse massene på, er å estimere temperaturer eller lysstyrker og deretter bruke det til å beregne massen ved å bruke en modell.

«Hvis du tar et spekter av planetmasser i en ung åpen stjernehop, ser du at de har sterke trekk av absorpsjon fra vann og metan – disse trekkene er ikke til stede i noen bakgrunnsstjerne. Så når du først har et spekter, er det ganske enkelt å identifisere dem og sørge for at de faktisk har veldig lav masse, og det er det folk pleier å gjøre.»

Dette fungerer bra for større vandrerplaneter, men mindre bra for mindre planeter, som vanligvis er islagte på grunn av mangel på varme fra en stjerne. «Direkte avbildning fungerer egentlig ikke på disse objektene, fordi de er så svake at de ikke sender ut noe lys som vi kan oppdage», forklarer Scholz.

I stedet bruker astronomene en alternativ teknikk som kalles gravitasjonslinse for å finne objekter som i masse kan sammenlignes med jorden, Mars eller til og med Uranus. Teknikken baserer seg på at en vandrerplanet passerer rett foran en fjern stjerne og forvrenger sin gravitasjon. «Vandrerplaneter virker som en gravitasjonslinse på lyset som kommer fra bakgrunnen», sier Scholz om lyset fra stjernen som blir dreid og forstørret, slik at det skiller seg ut. Dette gjør det mulig å oppdage objekter basert på massen deres. «Det har imidlertid andre problemer. Du er på jakt etter en helt unik hendelse», legger han til.

Men hva er skjebnen til disse vandrende planetene? Er de dømt til å være alene for alltid? Det er mulig at en vandrerplanet kan finne seg en ny familie, bli trukket inn i et solsystem av gravitasjonen til vertsstjernen. Vår egen sol kan til og med ha gjort dette. Ifølge en studie fra 2024 kan to planeter med en masse tilsvarende Mars, eller tre til fem med en masse tilsvarende Merkur, ha blitt trukket inn i solsystemet. De kan nå befinne seg på en avstand som er omtrent 1400 ganger større enn avstanden mellom jorden og solen.

Vi trenger imidlertid ikke å bekymre oss. De fleste vandrerplaneter sies å være små – omtrent på størrelse med jorden – og ikke på størrelse med Jupiter, og det betyr at risikoen for at noen av disse planetene skal forårsake masseforstyrrelser i solsystemet vårt, er liten. Uansett vil vi helt sikkert finne ut mer om vandrerplaneter i årene som kommer.

Galactic Bulge Time-Domain Survey med det svært følsomme romteleskopet Nancy Grace Roman vil sannsynligvis oppdage hundrevis av vandrerplaneter ved hjelp av gravitasjonslinse, og romteleskopet James Webb vil sannsynligvis også observere mange. «JWST fungerer utmerket og er et fantastisk verktøy for å utforske vandrerplaneter», sier Scholz. «Det er svært godt forberedt for denne typen arbeid.»

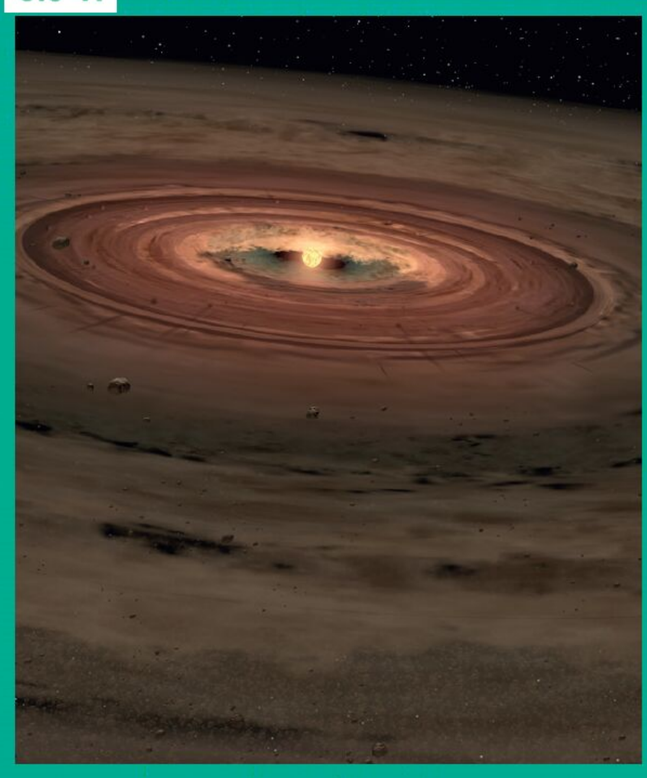
VANDRER-PLANETER OPPDAGES

Interstellare objekter tas på fersken.

PSO J318.5-22

Dette planetlignende objektet, som ble observert direkte i 2013 på bilder tatt av vidvinkelteleskopet Pan-STARRS PS1, har åtte ganger Jupiters masse. Den er overskyet, varm og full av smeltet jern, med temperaturer i skyen på over 800 °C. Den ligger 80 lysår unna, og forskerne tror at den bare er 20 millioner år gammel.

OTS 44



OTS 44 ble oppdaget i 1998 og befinner seg på grensen mellom en planet og en brun dverg i stjernebildet Chamäleon, omtrent 530 lysår unna. Den ble oppdaget ved direkte avbildning, har omtrent 12 ganger Jupiters masse og er omgitt av en skive av planetdannende materiale med en diameter på minst ti jordmasser.

JUMBOER

Romteleskopet James Webb har oppdaget hundrevis av planetmasser på størrelse med Jupiter som svever fritt rundt i rommet. Noen titalls av dem har vist seg å bevege seg i par, noe som har overrasket astronomene, og de har fått navnet Jupiter Mass Binary Objects, forkortet JuMBO-er.

© NASA/JPL-Caltech; Adobe Stock; Getty; Shutterstock

SØKEN ETTER LIV PÅ ANDRE PLANETER

Jordens forskere gransker fjerne planeter, analyserer kosmiske signaler og studerer ekstreme miljøer for å finne bevis på utenomjordisk liv.

SKREVET AV DAVID CROOKES

Tidligere var det mange astronomer som lo av bare tanken på å finne liv andre steder i universet. Men tidene har forandret seg. Spørsmålene om hvorvidt vi er alene eller ikke, og om vi kan finne liv eller ikke, besvares nå mer ettertrykkelig med både «nei» og «ja». Det er en økende tro på at det en dag vil komme en massiv nyhetsmelding som vil få jordboerne til å sette kaffen i halsen.

Utenomjordisk liv har ennå ikke blitt funnet. I det minste tror vi ikke det, vitenskapelig sett. Det har selvfølgelig vært mange påstander om at utenomjordiske vesener har besøkt jorden – tenk bare på den beryktede «romskipskrasjen» i Roswell i New Mexico i 1947, og de mange antatte UFO-observasjonene, som kan dateres helt tilbake til Egypt i 1450 f.Kr.

Men de grynete bildene av flygende tallerkener stemmer ikke overens med virkeligheten, og det har vært mange bløffmakere som har forkludret saken. De som er litt eldre, vil huske pseudo-dokumentaren *Alien Autopsy: Fact Or Fiction* som angivelig skulle inneholde opptak av et romvesen som ble obdusert. Det viste seg at filmen var spilt inn på en billig location med gipsavstøpninger av lik fylt med innvoller og bringebærsyltetøy.



Major Jesse A. Marcel med vrakrester knyttet til Roswell-hendelsen i New Mexico.

Hvis vi finner liv, vil det sannsynligvis bli funnet i bergarter eller i underjordiske hav.

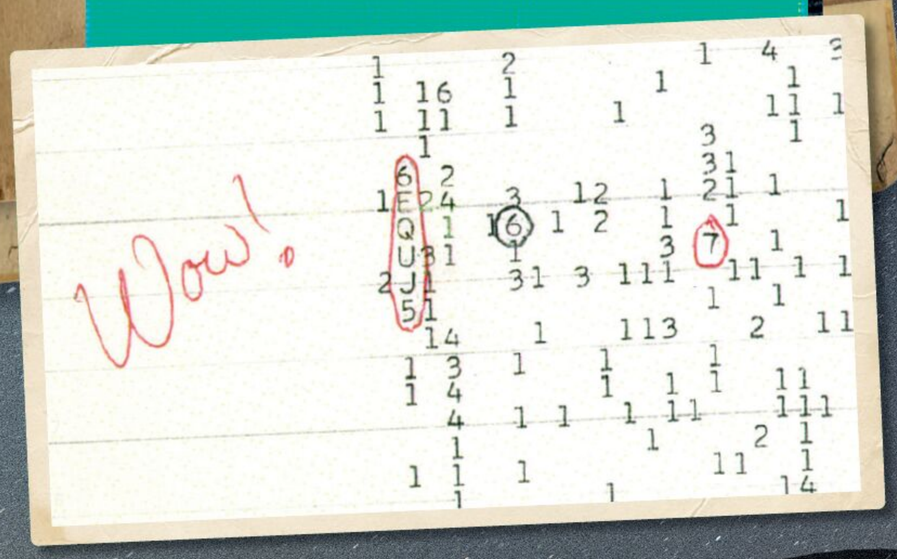
© Adobe Stock (AI Generator); Alamy

FREMMED SIGNAL

Det er godt mulig at en avansert, intelligent utenomjordisk livsform enten har forsøkt å komme i kontakt med vesener på andre planeter eller driver med aktiviteter som sender radiosignaler ut i verdensrommet. Noen menneskelige forskere prøver å oppdage dem, og det har vært episoder da et gjennombrudd har virket mulig.

Den 15. august 1977 plukket for eksempel Big Ear-radioteleskopet ved Ohio State University opp et signal, og ut tikket en datautskrift bestående av en forbløffende sekvens av tall og bokstaver. Den lød «6EQUJ5». Astronomen Jerry Ehman tok en titt på den, satte en ring rundt den med rødt blekk og skrev «Wow!». Dette såkalte Wow!-signalet har aldri blitt gjentatt, og astronomene er uenige om hva det var. Noen mener fortsatt at det ble sendt av romvesener.

Andre signaler har vært Breakthrough Listen Candidate 1, som ble observert i 2019 i retning stjernen Proxima Centauri. Et annet er rapporten om et smalbåndet elektromagnetisk signal plukket opp av Kinas gigantiske Sky Eye-teleskop i 2022. Rapporten ble raskt slettet. Mystiske korte radioglimt fra verdensrommet kan også være bevis på avansert utenomjordisk liv, mener noen astronomer.



RADIOTAUSHET

I lys av dette er det fortsatt lett å le når spørsmålet om liv på andre planeter blir reist. Men å finne romvesener er en seriøs sak, og noen kloke hoder har brukt mye tid på oppgaven. I 1896 trodde for eksempel maskiningeniøren, fysikeren og oppfinneren Nikola Tesla at romvesener kunne sende signaler. Tre år senere hørte han pipelyder på apparatet sitt, noe som vakte en viss begeistring, selv om senere gjenskapelser har lagt skylden på de naturlige intense sendingene fra Jupiter.

Likevel slo ideen an. I 1924 holdt USA en nasjonal radiotaushetsdag, der innbyggerne ble bedt om å slå av radioapparatene sine de første fem minuttene av hver time, slik at amerikanske marinestasjoner bedre kunne høre eventuelle Mars-sendinger. Forhåpningene var også store da NASA begynte å lete etter liv utenfor jorden kort tid etter at organisasjonen ble dannet i 1958. På midten av 1960-tallet lette forskerne etter unaturlige radiosignaler, samtidig som de holdt utkikk etter optiske rariteter og merkelige varmesignaturer.

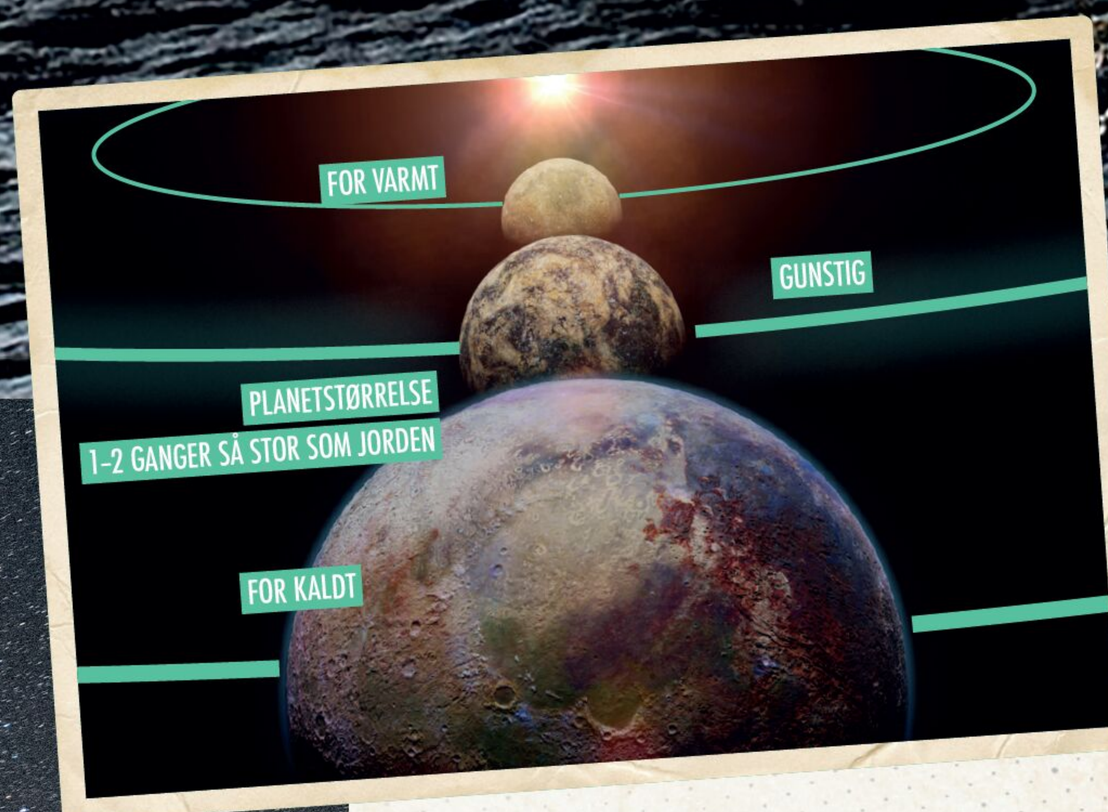
Til grunn for mange av disse anstrengelsene lå et sannsynlighetsargument fremsatt av Frank Drake. Han var radioastronom ved National Radio Astronomy Observatory i Green Bank i West Virginia. Han hadde utviklet en sterk interesse for jakten på utenomjordisk intelligens (search for extraterrestrial intelligence, SETI), og brukte et radioteleskop til å overvåke stjernene Tau Ceti og Epsilon Eridani etter utenomjordiske signaler seks timer hver dag i fire måneder. Dette var det første moderne SETI-søket.

Året etter formulerte han en avgjørende ligning (Drake-ligningen) for å beregne hvor mange påviselige utenomjordiske sivilisasjoner som kunne eksistere i Melkeveien – det vil si de som var i stand til å sende ut et signal. Ligningen består av syv faktorer som multipliseres med hverandre:

«DRAKES LIGNING HAR BLITT ENORMT VIKTIG I SØKET ETTER LIV.»



Sondeferder til Enceladus og Europa kan oppdage liv på fremmede måner.





Institusjoner som SETI bruker bakke- og romteleskoper i håp om å finne bevis på utenomjordisk liv.

antall stjerner som skapes i galaksen hvert år, andelen stjerner med planeter som kan opprettholde liv; andelen planeter per solsystem som kan opprettholde liv; andelen planeter som kan opprettholde liv, der liv oppstår; andelen planeter som kan opprettholde liv, der intelligent liv oppstår; andelen planeter med intelligent liv som utvikler teknologi og målbare signaler ut i verdensrommet, og den gjennomsnittlige levetiden til slike sivilisasjoner.

JAKTEN INTENSIVERES

Ligningen har blitt svært viktig i jakten på utenomjordisk liv, fordi setter rammene for hva vi tenker er sannsynligheten for å finne andre sivilisasjoner i universet. Drakes motivasjon var å stimulere til vitenskapelig diskusjon, og etter at han presenterte ligningen på Green Bank-observatoriet for et titalls fremtredende forskere og ingeniører, ble den trolig startskuddet for SETI-bevegelsen. Det oppsto til og med et slags sekundært romkappløp mellom USA og Russland, der begge land var ivrige etter å fange opp radiosignaler som tydet på liv andre steder.

Jakten på utenomjordisk liv – intelligent eller ikke – fortsatte mot slutten av 1960-tallet med etableringen av Viking-programmet. Et av de vitenskapelige målene var å finne bevis på liv, og da et par av sondene endelig landet på Mars i 1976, utførte de biologiske eksperimenter på Mars' jord. Selv om de ikke fant noe definitivt, til tross for forhåpninger om at planeten hadde kanaler og elver som var livgivende, fant de ifølge NASA i det minste de elementene som er nødvendige for liv på jorden: karbon, nitrogen, hydrogen, oksygen og fosfor.

På det tidspunktet hadde NASA også begynt å lete mer formelt etter utenomjordisk intelligens, og i 1971 finansierte de en studie som foreslo å bygge en serie radioteleskoper med opptil 2500 antenner, slik at radiosignaler kunne

© Adobe Stock; Getty; NASA

oppdages på en avstand på opptil 1000 lysår. Planen – kalt Project Cyclops – ble til slutt avlyst, men den bekreftet likevel romfartsorganisasjonens intensjon. Det understreket også troen på at det kunne finnes utenomjordisk liv.

Til tross for dette begynte NASA å holde litt igjen. SETI-prosjektet var fortsatt lite, og det mottok ikke store mengder penger. I 1984 dannet Thomas Pierson og den amerikanske astronomen Jill Tarter derfor SETI-instituttet, en ideell forskningsorganisasjon som skulle gi søkene den oppmerksomheten og finansieringen de mente de trengte.

Blant de første styremedlemmene var Drake og kjente astronomer som Carl Sagan og nobelprisvinnerne Baruch Blumberg og Charles Townes. Siden den gang har SETI-instituttet vokst enormt – spesielt etter at Kongressen trakk tilbake finansieringen av en høyoppløselig mikrobølgeundersøkelse av himmelen i 1993, noe som satte en stopper for NASAs SETI-program. Forskerne bruker mange instrumenter i sin søken, blant annet Allen Telescope Array, WM Keck-observatoriet, Very Large Telescope i Chile og romteleskopene Hubble, Kepler og TESS. Teknologien har også endret seg enormt i årenes løp, og der tidligere søk har vært skuffende, er det nå nytt håp.

GULLHÅR-SONEN

Mye oppmerksomhet ble rettet mot himmellegemer i den såkalte Gullhår-sonen – området rundt en stjerne der en planets overflatetemperatur verken er for varm eller for kald, slik at det kan finnes flytende vann på overflaten. Sonen varierer fra stjernesystem til stjernesystem, avhengig av størrelsen og varmen til vertsstjernen. Av de objektene som finnes i disse sonene, er det steinplaneter på størrelse med jorden som har størst sannsynlighet for å romme liv. Men som forskerne kan bekrefte, trenger ikke liv nødvendigvis å være begrenset til planeter.

Mars er fortsatt en kandidat for liv, både i fortiden og nå. Derfor leter Curiosity-roveren, som er en del av NASAs Mars Exploration Programme, etter organiske forbindelser og biologisk avledede molekyler, mens etterfølgeren Perseverance-roveren har samlet inn prøver fra den tørre bunnen av en potensiell tidligere innsjø. I juli 2024 kunngjorde NASA at Perseverance hadde oppdaget en bergart på Mars med egenskaper og kjemi som kan ha blitt produsert av gammelt mikrobielt liv. Forskerne tror også at det kan skjule seg flytende vann under Mars' sørlige iskappe, noe som kan vise seg å være svært spennende i jakten på utenomjordisk liv.

Likevel er interessen for en ferd til Jupiters måne Europa like stor – kanskje større. I likhet med Saturns måne Enceladus antas Europa å ha et hav av flytende vann under en tykk isskorpe, og det er sannsynlig at det ikke fryser til is på grunn av en indre varmekilde som kan frigjøres via hydrotermale kilder, som er som varme kilder. Det finnes hydrotermale kilder på jorden, som til tross for at de holder 400 °C, er hjem for bakterier. De bruker kjemikalier fra ventilasjonsvæsken til å lage sukker av karbondioksid. Slik får bakteriene næring, som har gjort det mulig for noen merkelige og fantastiske arter å trives. Disse skapningene er rett nok ikke intelligente, men de er eksempler på liv, og det kan finnes lignende livsformer på utenomjordiske måner.

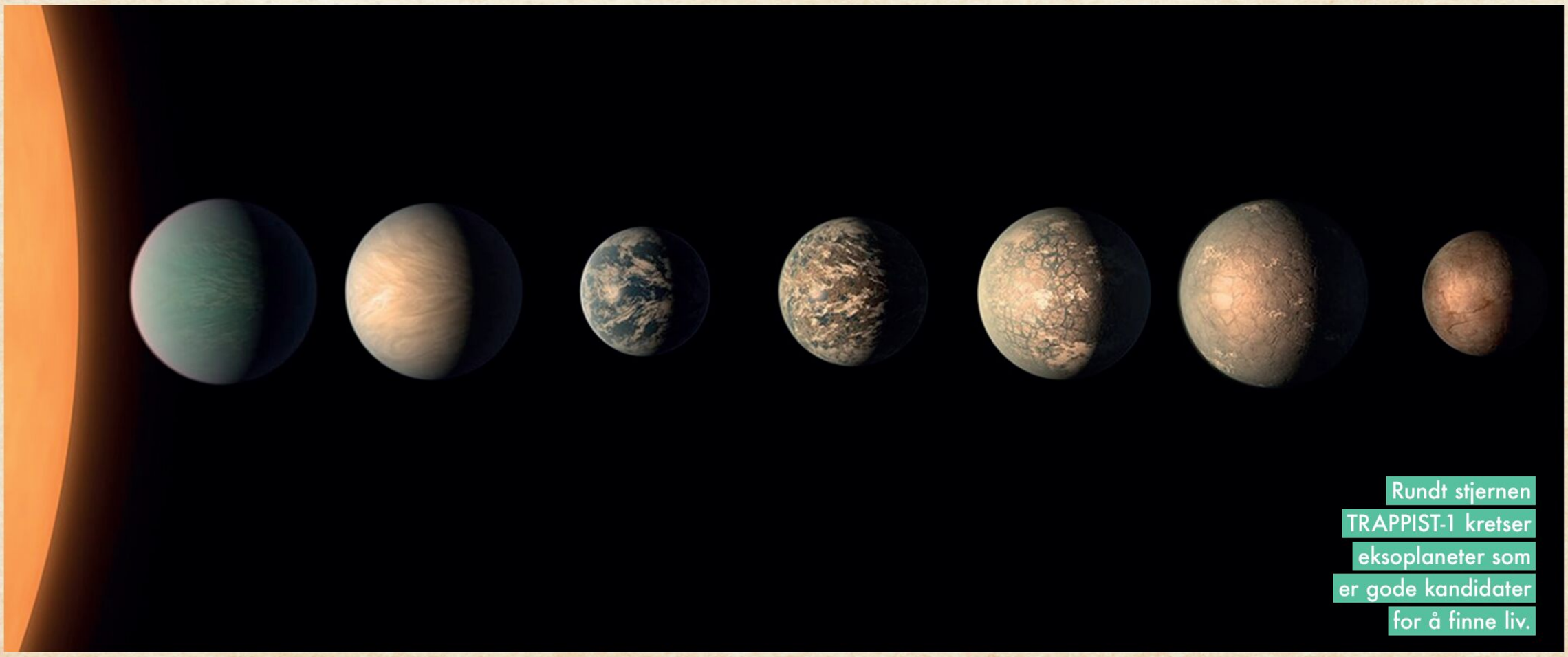
NASAs Europa Clipper ble skutt opp i oktober 2024 og skal etter planen nå Europa i april 2030. Der vil den gå i bane rundt Jupiter. Det finnes også planer om å dra til Enceladus. Oppdraget kalles Enceladus Orbilander og skal etter planen skytes opp på slutten av 2030-tallet. Målet er at en sonde skal tilbringe 18 måneder i bane rundt månen og ta prøver av vannsøylene. Slike oppdrag vil imidlertid ta tid, så mens de pågår eller planlegges, bruker forskerne andre metoder for å finne utenomjordisk liv og utenomjordisk intelligens.

En måte å finne intelligent liv på eksoplaneter på, er å lete etter teknosignaturer, slik astronomene har gjort når de har lett etter radiosignaler. Teknosignaturer kan være tegn på liv, og omfatter blant annet laserstråling, forurensning og store strukturer. Det er tegn på sivilisasjon, og NASA utforsker måter å lete etter slike tegn på.

UTENFOR SOLSYSTEMET

Et stort prosjekt som involverer teknosignaturer i dag, er Breakthrough Listen, et privatfinansiert program til 100 millioner dollar som søker etter radiosignaler og laserstråling i stjerner og galakser. Det har pågått siden 2016 og ble støttet av professor Stephen Hawking. Med støtte fra Astronomer Royal lord Martin Rees har programmet som mål å dekke ti ganger mer av himmelen enn tidligere programmer. Det er derfor verdens største SETI-prosjekt, som tar i bruk Green Bank-teleskopet i West Virginia og Parkes-teleskopet i New South Wales i Australia.

Astronomene analyserer også atmosfæren til planeter som går i bane rundt fjerne stjerner, og leter etter biosignaturer, ettersom de vet at metan,



Rundt stjernen TRAPPIST-1 kretser eksoplaneter som er gode kandidater for å finne liv.

DEN GYLNE PLATEN

Det sies at vinylplater er tidløse. Det kan man jo håpe, med tanke på at NASA plasserte vinylplater om bord på romsondene Voyager 1 og Voyager 2 da de ble skutt opp i 1977. Selv om det egentlig var 12-tommers gullbelagte kobberplater, kan de en dag vise seg å være de viktigste innspillingene som noensinne er gjort. De er tross alt så mange milliarder kilometer unna at de bare kan plukkes opp og høres av fremmede sivilisasjoner – og det er nok innhold på platene til å gi dem en god smak av livet på jorden.

Håpet er at de utenomjordiske skal kunne følge instruksjonene på omslaget, bruke det medfølgende avspillingsutstyret og lytte til en rekke naturlyder, inkludert fugler, hvaler, bølger og vind, samt et utvalg av musikk og hilsener på 55 språk. De får også tilgang til 115 bilder. Men hvis de blir inspirert av alt dette og ønsker å besøke oss, må vi vente lenge. Det vil ta minst 40 000 år før platene når frem til et annet planetsystem.



oksygen og ozon også er tegn på liv. Tusenvis av eksoplaneter har blitt oppdaget siden 51 Pegasi b ble funnet i 1995 av forskerne Michel Mayor og Didier Queloz, og det er en sjanse for at det vil bli funnet liv på minst én av disse eller andre som stadig blir oppdaget.

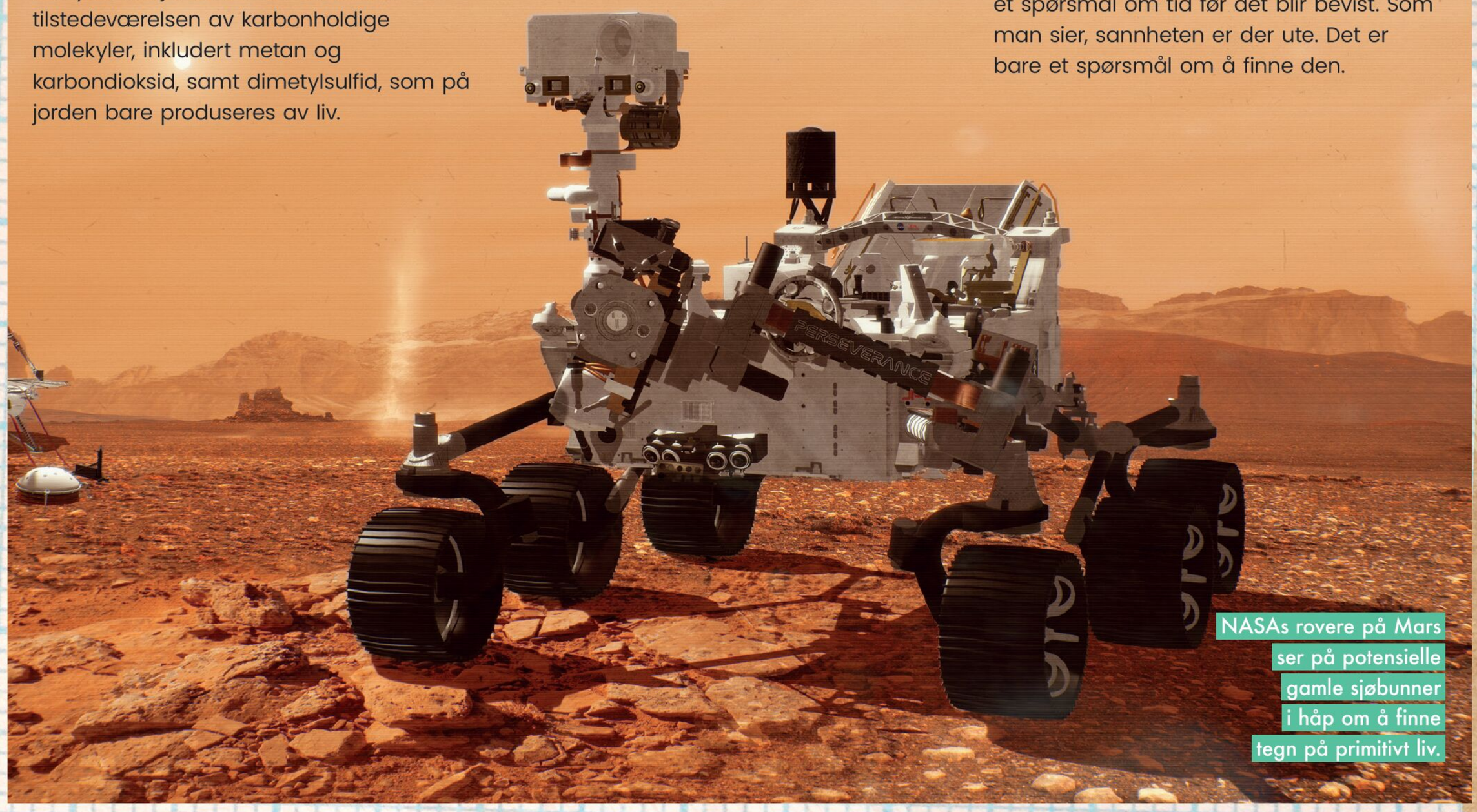
Til hjelp i dette arbeidet har vi James Webb-romteleskopet (JWST), som kan finne jordlignende verdener utenfor solsystemet og oppdage tegn på en atmosfære som vår egen, med større følsomhet enn noen gang tidligere. Noen lovende kandidater er K2-18b, som går i bane rundt den røde dvergen K2-18, 124 lysår fra jorden. JWST avdekket tilstedeværelsen av karbonholdige molekyler, inkludert metan og karbondioksid, samt dimetylsulfid, som på jorden bare produseres av liv.

SANNHETEN ER DER UTE

TRAPPIST-1-systemet med sju steinplaneter, hvorav noen befinner seg i stjernens beboelige sone, er også spennende. En analyse av den innerste planeten viste ingen tegn på en atmosfære, men det utelukker ikke at det kan finnes en på andre planeter. JWST er på mange måter en «game-changer», og den kan potensielt bli stadig mer nyttig. En studie fra University of California ved Riverside har identifisert kunstige drivhusgasser som kan tyde på en fjern verden som er kunstig modifisert for at liv skal kunne blomstre.

Én ting er sikkert: Etter hvert som teknologien utvikler seg, øker også sjansene for å oppdage liv andre steder. Det er oppmuntrende å se prosjekter som Habitable Worlds Observatory, et stort infrarødt, optisk og ultrafiolett romteleskop som kan skytes opp i 2040-årene som en etterfølger til JWST.

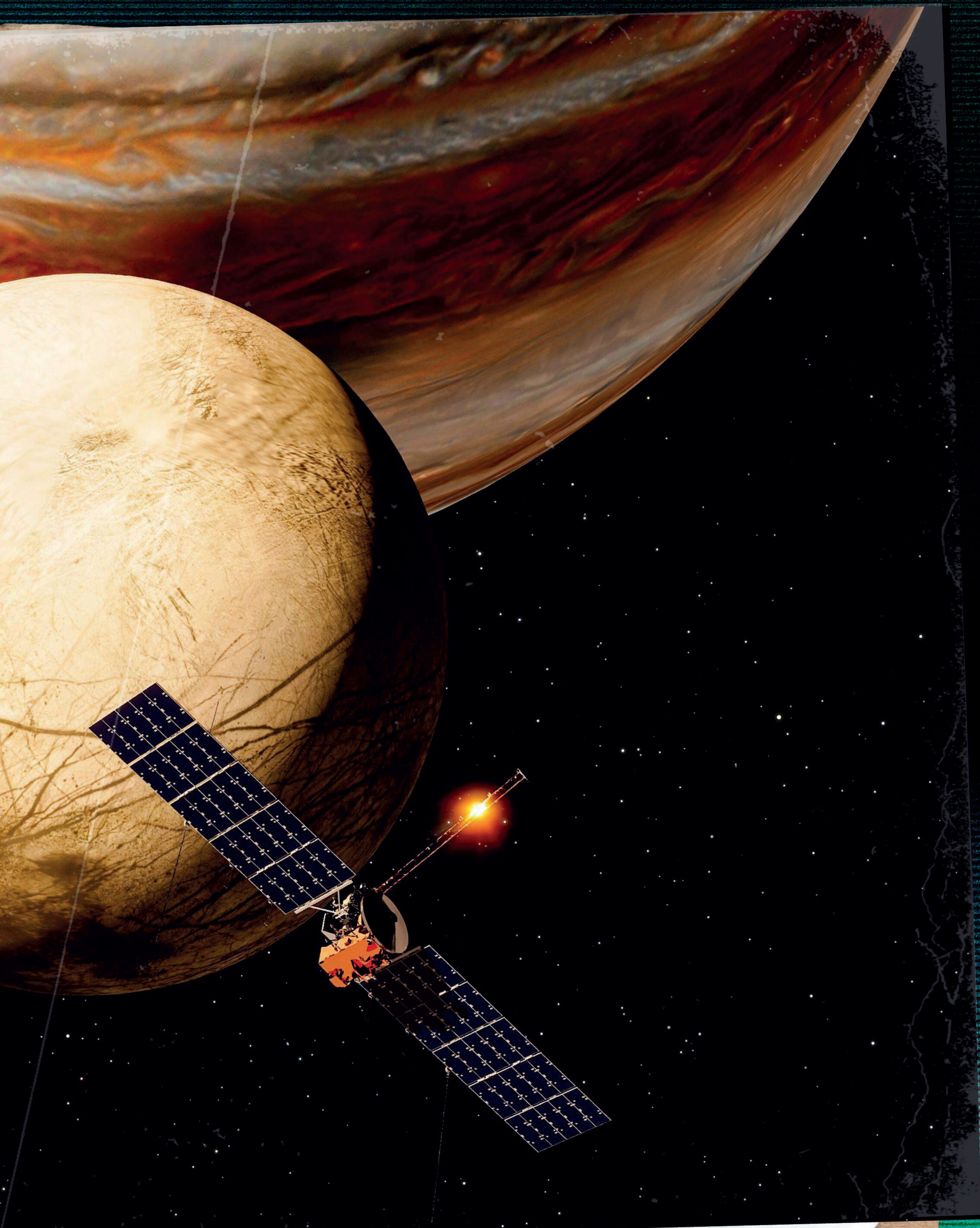
Det vil være første gang et teleskop konstrueres med det ene formålet å finne livstegn på eksoplaneter. Det tyder på at NASA mener alvor med slike prosjekter. Det blir tross alt mindre og mindre sannsynlig at jorden er den eneste planeten i universet der det finnes liv, og det er bare et spørsmål om tid før det blir bevist. Som man sier, sannheten er der ute. Det er bare et spørsmål om å finne den.

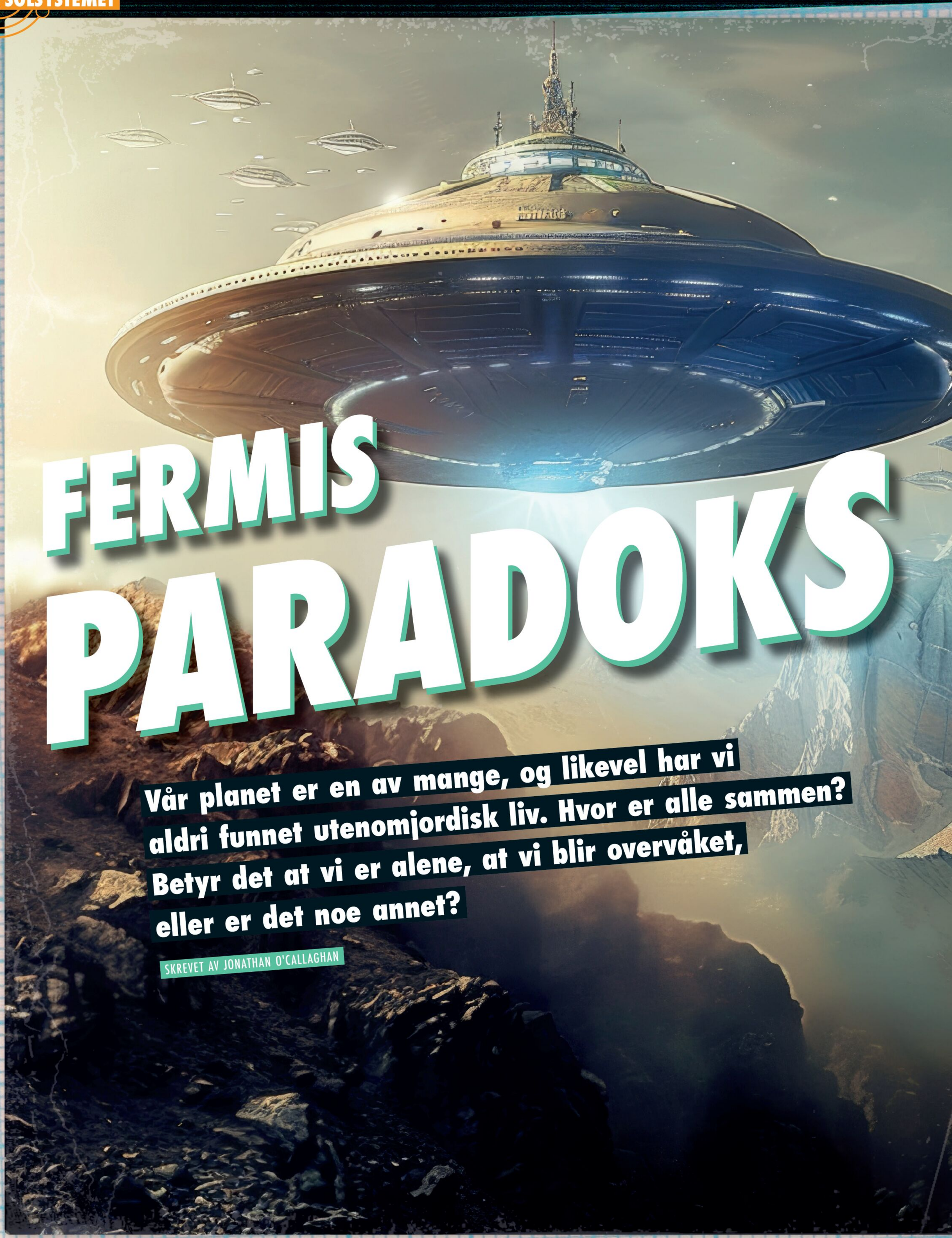


NASAs rovere på Mars ser på potensielle gamle sjøbunner i håp om å finne tegn på primitivt liv.

© Adobe Stock; Getty; NASA/JPL-Caltech

I APRIL 2030 VIL EUROPE CLIPPER BEGYNNE Å LETE ETTER LIVSTEGN PÅ MÅNEN.





FERMIS PARADOKS

Vår planet er en av mange, og likevel har vi aldri funnet utenomjordisk liv. Hvor er alle sammen? Betyr det at vi er alene, at vi blir overvåket, eller er det noe annet?

SKREVET AV JONATHAN O'CALLAGHAN



Når vi ser opp på nattehimmelen, ser vi glitrende stjerner i et tilsynelatende uendelig kosmos. Noen stjerner har kjente planeter, mens andre holder sine hemmeligheter skjult. Uansett er det ingen tvil om at det finnes et enormt antall kloder og systemer der ute. Bare i vår galakse Melkeveien, en av billioner av galakser i universet, finnes det opp mot 400 milliarder stjerner, og de fleste av dem har sine egne planeter.

Det kan få oss til å undre: Hvor er de alle sammen? Hvis det finnes så mange stjerner og planeter i universet, må vel livet ha oppstått flere forskjellige steder? Hvis ikke, ville det ikke da være rimelig å anta at intelligent liv har utviklet seg før oss? Og med tanke på at vi eksisterer 13,8 milliarder år etter Big Bang, skulle man tro at det har vært rikelig med tid for andre sivilisasjoner til å utvikle seg langt utover det vi er i stand til i dag.

Nettopp dette spørsmålet ble stilt av den italiensk-amerikanske fysikeren Enrico Fermi i 1950. Under en lunsj på Los Alamos National Laboratory i New Mexico – ifølge historien – regnet Fermi seg raskt frem til at det med høy sannsynlighet finnes et stort antall andre sivilisasjoner der ute, hvorpå han utbrøt: «Men hvor er alle sammen?» Senere finregnet han på sannsynligheten for at det fantes andre jordlignende planeter i universet, sannsynligheten for intelligent liv i slike verdener og utviklingen av kraftfull teknologi. Den amerikanske astrofysikeren Frank Drake tok denne ideen videre i 1961 og utviklet en nå berømt ligning, Drake-ligningen, som beregner sannsynligheten for annet liv i universet. Ligningen inkluderer andelen stjerner med planeter i galaksen, andelen av disse hvor det kan oppstå organisk og intelligent liv, og hvor lenge en sivilisasjon kan eksistere på en planet.

© Adobe Stock

LITT AV ET PARADOKS

Fermi konkluderte med at vi burde ha fått besøk på et eller annet tidspunkt, men at vi likevel ikke har fått det. Denne gåten ble kjent som Fermis paradoks, og den dag i dag er det fortsatt et uløst spørsmål. Hvis en sivilisasjon utvikler seg slik vi har gjort, burde den i teorien kunne reise gjennom galaksen på noen millioner år. Hvorfor har vi ingen bevis for at dette er tilfelle? Det finnes mange mulige forslag til svar, fra de mest banale til de mest skremmende, på hvorfor vi aldri ser ut til å ha fått besøk av en intelligent utenomjordisk sivilisasjon. Vi får kanskje aldri vite det sikkert, men kanskje kan vi utelukke ett forslag etter det andre så lenge vi fortsetter å studere nattehimmelen.

Et mulig svar på Fermis paradoks er at vi *er* alene. Til tross for det enorme antallet stjerner og planeter i universet kan vi faktisk være den eneste verden der intelligent liv – eller liv i det hele tatt – har utviklet seg. Dette kan virke noe usannsynlig, men per i dag har vi ingen bevis for at det finnes liv i noen annen verden, ikke engang i vårt eget solsystem. Selv om det er skremmende, er det mulig at vi er alene, eller i det minste så langt fra annet liv at vi ikke har noe håp om noen gang å komme i kontakt med det.

Nettopp avstand er en mulig forklaring. Det vil si at sivilisasjoner har utviklet seg flere ganger i universet, men at vi rett og slett er for spredt enten i avstand eller tid til noen gang å komme i kontakt med hverandre. Å reise til vår nærmeste stjerne, Proxima Centauri, ville ta titusenvis av år med dagens raketteknologi, og selv med lysets hastighet ville det ta fire år, siden vi er fire lysår unna. Vår egen galakse er 100 000 lysår stor, og vår nærmeste nabogalakse, Andromeda, er to millioner lysår unna. Kanskje er avstanden mellom bebodde planeter rett og slett for stor til at interstellare besøk noen gang vil være mulig. Det betyr at vi vil være begrenset til å observere andre bebodde verdener på avstand, kanskje med en og annen kommunikasjonsmelding – og selv det er ønsketenkning.

«DANNELSEN AV LIV PÅ JORDEN VAR KREVENDE OG LITT LITT AV ET LYKKETREFF.»

Det er mulig at vi helt klart ikke har utforsket nok planeter ennå til å vite sikkert om vi er alene eller ikke. Kanskje sender fremmede sivilisasjoner oss signaler eller snakker med hverandre, men vi har ikke klart å fange opp noen av disse signalene ennå. En annen idé, dyrehagehypotesen, er at slike sivilisasjoner er vanlige, men at de velger å ikke kontakte oss før vi har nådd en viss teknologisk modenhet. Kanskje observerer de vår verden og lar oss utvikle oss før de velger å gi seg til kjenne. En variant av dyrehagehypotesen er at vi lever i et simulert univers, skapt enten av en intelligent utenomjordisk art eller kanskje en fremtidig versjon av menneskeheten, et univers der eksistensen av romvesener holdes utenfor vår rekkevidde.



Det er en utbredt teori at sivilisasjoner kan være spredt for langt unna til å kunne kommunisere.

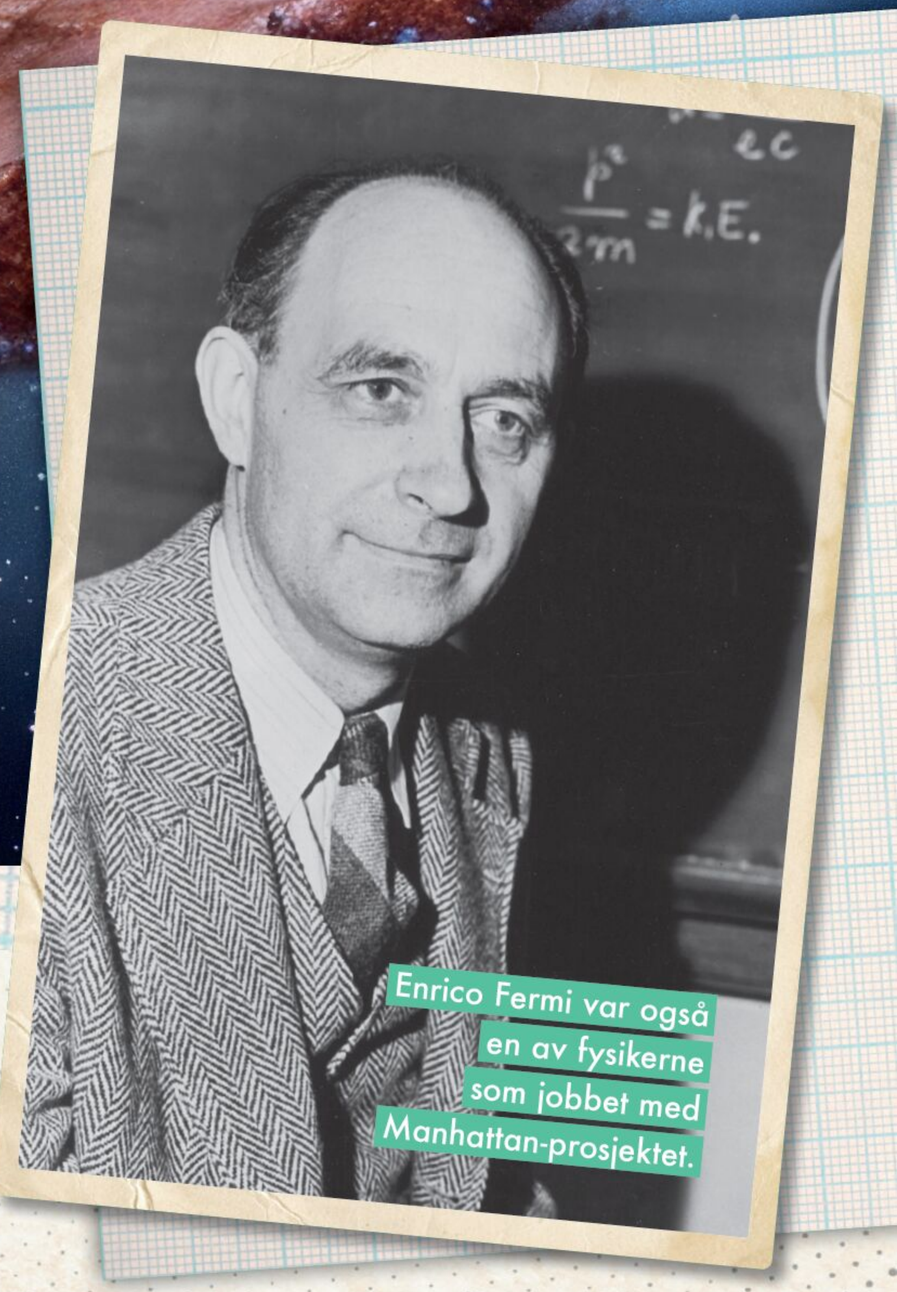
DET STORE FILTERET

Mer bekymringsfullt er muligheten for at sivilisasjoner som oppstår og går under, forårsaker sin egen undergang gjennom krig eller feilgrep. Dette er kjent som det store filteret. På jorden har vi vært på



Proxima Centauri, stjernen og planetsystemet som er nærmest oss, er fire lysår unna.





Enrico Fermi var også en av fysikerne som jobbet med Manhattan-prosjektet.

randen av atomkrig før, og det kommer vi sannsynligvis til å være igjen. Etter hvert som en sivilisasjon utvikler seg, ser den ut til å komme stadig mer i fare for å forårsake store ødeleggelser, og kombinert med ustabile samfunn kan dette være oppskriften på en katastrofe. Kanskje kommer de fleste sivilisasjoner til et punkt i utviklingen der de forårsaker sin egen undergang.

Det mest bekymringsfulle av alt er at vi faktisk kan være alene. Vi vet at livets fremvekst på jorden krevde mye, ikke minst at det var litt av et lykketreff. Planeten vår er så heldig at den har den rette størrelsen og den perfekte avstanden fra en stjerne, som skapte gunstige betingelser for flytende vann og liv. Vi har et magnetfelt og en atmosfære som beskytter planetens overflate mot sterk stråling, samtidig som andre planeter i solsystemet vårt, som Jupiter, forhindrer at for mange asteroider og kometer krasjer inn i planeten vår og utraderer alt liv. Kanskje er sjansene for at en planet oppfyller alle disse kravene, små.

HELT ALENE

Kanskje er vi derfor en sjelden, ensom eller til og med den første planeten som noen gang har oppnådd en beboelig tilstand. I universets store sammenheng er vi faktisk relativt unge. Universet er i dag 13,8 milliarder år gammelt, men stjernedannelsen forventes å fortsette i 1000 milliarder år, eller en billion år. Relativt sett har vi oppstått ganske tidlig i universet. Kan det være at vi er perfekt plassert for å være en av de første artene som utforsker kosmos? Kanskje vil vi være svaret på Fermis paradoks for andre verdener i fremtiden. Kanskje menneskehetens eksistens i kosmos vil bevise for dem at de ikke er alene.

Inntil videre fortsetter vi å lete etter liv på andre kloder. Vi blir stadig flinkere til å finne potensielt jordlignende planeter, og metodene våre for å studere disse klodene blir stadig bedre. I vårt eget solsystem fortsetter jakten på liv på steder som Mars og Jupiters måne Europa. Hvis vi kan finne et annet opphav til liv, enten nær oss eller lenger unna, vil det være et bevis på at jorden ikke er en anomali, og at liv kan oppstå i flere miljøer. Dette er fortsatt det mest nærliggende svaret på Fermis paradoks, spesielt med tanke på at våre studier av planeter rundt andre stjerner bare er i sin spede begynnelse.

Men hvis det i løpet av de neste tiårene fremdeles ikke ser ut til å finnes noe annet liv, må vi kanskje vurdere en av de andre svarene på paradokset. Kanskje er vi alene, eller dømt til ensomhet på grunn av de enorme avstandene i det interstellare rommet, eller kanskje er vi bevoktet av et allmektig nærvær langt over oss. La oss for sikkerhets skyld ønske våre utenomjordiske overherrer velkommen. Vennligst ikke slå av simuleringen vår i nær fremtid.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA

BESØK FRA ROMMET

Det er aldri funnet bevis på utenomjordisk liv i vårt solsystem eller utenfor. Vi har imidlertid sett bevis på at objekter kan reise mellom stjerner, noe som tyder på at det kan være mulig – over lang tid – å foreta en reise til fjerne planeter.

I 2017 oppdaget astronomer et sigarformet objekt som reiste gjennom solsystemet vårt. Objektet ble kalt Oumuamua, og de antok at det var en asteroide eller komet som hadde dannet seg rundt en annen stjerne på grunn av den enorme hastigheten det fløy med. Det tydet på at slike objekter kan slynges ut i rommet fra stjerner og nå andre stjerner. To år senere ble et annet interstellart objekt, komet 2I/Borisov, funnet. Selv om det ble antydet at disse objektene kunne være av utenomjordisk opprinnelse, er det mye mer sannsynlig at de er naturlig produserte asteroider eller kometer, noe som fortsatt er en spennende mulighet som antyder muligheten for interstellare reiser.





PÅ ET TIDSPUNKT BLE DET SPEKULERT I AT OUMUAMUA VAR ET UTENOMJORDISK ROMSKIP.

UTFORSKNINGEN AV UNIVERSET

Vi dykker ned i noen av de største spørsmålene som får ekspertene til å klø seg i hodet.

122 HVOR STORT ER UNIVERSET?

126 HVORDAN VIL UNIVERSET ENDE?

134 VELKOMMEN TIL MULTIVERSET

136 VERDENSROMMETS STØRSTE MYSTERIER

122

134

136

© Adobe Stock; Getty; Alamy; NASA; ESA

HVOR STORT ER UNIVERSET?

Ved hjelp av teknologiske fremskritt og ulike målemetoder har astronomene sakte økt sine beregninger av størrelsen på vårt solsystem og universet utenfor.

SKREVET AV NIGEL WATSON

Vår oppfatning av hvor stort universet er, har endret seg opp gjennom historien i takt med våre observasjoner, teorier og trosforestillinger. I store deler av menneskehetens historie har vi trodd at universet besto av jorden, månen, solen, planetene og et ytre lag av stjerner, og for bare 100 år siden antok vi at universet besto av Melkeveien og ikke noe mer.

Til å begynne med fantes det ingen metode for å bestemme avstanden til objekter utenfor jorden. Men ved å observere når de returnerte til en fast posisjon i forhold til fiksstjernene, antok man at de legemene som brukte lengst tid på å returnere, var de som var lengst unna. Månen, som brukte bare 27 dager på å komme tilbake til sin faste posisjon, ble dermed ansett som nærmest, mens Saturn, som brukte 29 år, ble ansett som lengst unna.

Matematikeren og astronomen Aristarkhos fra Samos skrev på 300-tallet f.Kr. i sin bok *Om størrelsene og avstandene til Solen og Månen* at solen var 18 til 20 ganger lenger unna enn månen og 18 til 20 ganger større enn månen. Han regnet ut disse tallene ved å observere at når månen er i halvmåne, står den i rett vinkel mot jorden og solen – så ved hjelp av trigonometri kunne han regne ut forholdet mellom disse avstandene. Beregningene hans mislyktes på grunn av manglende nøyaktighet, og i dag vet vi at solens gjennomsnittlige avstand fra jorden er 390 ganger så stor som månens gjennomsnittlige avstand.

TALLKNUSING

Klaudios Ptolemaios (100–170) brukte parallaksemetoden til å observere månens posisjon ved hjelp av to punkter på jorden som befant seg i en kjent avstand fra hverandre. Siden det ikke fantes nøyaktige kronometre til å tidsbestemme observasjonene, ble de ofte gjort under en måneformørkelse, da observasjonene på bakken kunne synkroniseres nøyaktig. Han beregnet at månen befant seg i en avstand på 59 ganger jordens radius (409 000 kilometer), og at avstanden mellom jorden og solen var 1210 jordradier. Fiksstjernenes sfære ble ansett å befinne seg i en avstand på 20 000 ganger jordens radius.

På 1700-tallet fikk man en forståelse av de relative avstandene mellom planetene i solsystemet. Astronomene trengte imidlertid en mye mer presis avlesning av minst én planet som kunne brukes som et

© Adobe Stock; Getty



Kefeider er variable stjerner, som var avgjørende for beregningen av avstander i universet.



Friedrich Bessel brukte et heliometer til å beregne parallaksen til stjernen 61 Cygni.

«GRENSEN FOR VÅRT OBSERVERBARE UNIVERS ER 47 MILLIARDER LYSÅR.»

utgangspunkt for å beregne avstandene til resten av solsystemet.

To perfekte muligheter bød seg 6. juni 1761 og 3. juni 1769, da Venus passerte mellom jorden og solen. Disse passasjene gjorde det mulig for astronomer på forskjellige steder å måle Venus' tilsynelatende posisjon i forhold til solen. Når en planet passerer solen, ser observatører på Sydpolen at den beveger seg over solens ekvator, mens observatører ved vår ekvator ser at den beveger seg midt på solens ekvator. Parallaksevinkelen mellom disse to observasjonene og den nøyaktige avstanden mellom deres posisjoner gjør at vi kan beregne den absolutte avstanden til planeten, i dette tilfellet Venus. Ved hjelp av dataene fra disse observasjonene kunne den franske astronomen Jérôme Lalande beregne avstanden fra jorden til solen til 24 000 jordradier.

ABSOLUTT ENHET

Avstanden mellom jorda og sola – heretter kalt en astronomisk enhet (AU) – brukes hovedsakelig til å måle avstander i vårt eget solsystem. Først i 2012 definerte Den internasjonale astronomiske union den astronomiske enheten som lik 149 597 870,7 kilometer, 23 455 jordradier.

Når det gjelder stjerner, noterte Galileo Galilei (1564–1642) at stjernen Vega, med størrelsesklasse 0,03, virket 360 ganger mindre enn solen, og han kunne derfor konkludere med at den var 360 ganger lenger unna. De svakeste stjernene med en sjettedel av størrelsesklasse er seks ganger mindre enn stjerner som Vega, og er derfor 2160 ganger lenger unna. I dag vet vi at stjerner av sjettedel størrelsesklasse befinner seg flere hundre lysår unna og mer enn 10 millioner astronomiske enheter (AU) fra oss.

En annen metode for å finne ut hvor langt unna en stjerne er, har vært å beregne dens parallakse. Dette får man ved å observere en stjernes posisjon og måle

DET FJERNESTE OBJEKTET

HD1-galaksen er det fjerneste objektet i det observerbare universet. Lyset fra den har brukt 13,463 milliarder lysår på å nå oss, og hvis man tar hensyn til universets ekspansjon, er den i en korrekt avstand på 33,288 milliarder lysår.

Ved hjelp av flere teleskoper, deriblant Subaru-teleskopet, VISTA-teleskopet, UK Infrared Telescope og Spitzer-romteleskopet, ble den lokalisert i det sjette stjernebildet etter 1200 timers observasjon.

HD1 er et ekstremt lyssterkt rødforskyvningsobjekt, noe som indikerer at den beveger seg bort fra oss. Den ble dannet noen hundre millioner år etter Big Bang og er sannsynligvis en galakse som føder hypotetiske populasjon III-stjerner med en hastighet på 100 stjerner per år. Dette er ti ganger mer enn det man forventer fra lignende galakser. HD1s ekstreme ultrafiolette lysstyrke tyder på at den produserer populasjon III-stjerner, selv om det kan være det tidligste supermassive svarte hullet som noensinne er oppdaget.



den seks måneder senere. Siden jorden har beveget seg to astronomiske enheter mellom målingene, gir dette en lengre basislinje enn om man bare bruker ulike steder på jorden på samme tid når man måler objekter i solsystemet. Eventuelle variasjoner i stjernens posisjon mellom de to observasjonene kan derfor brukes til å beregne dens avstand.

I 1838 kunngjorde den tyske astronomen Friedrich Bessel at han hadde lyktes i å bruke stjerneparallaksen til å måle avstanden til stjernen 61 Cygni i stjernebildet Cygnus. Selv om det var en lyssvak stjerne, valgte Bessel den fordi den så ut til å være nær solen vår. Ved hjelp av et teleskop utstyrt med et Fraunhofer-heliometer fant han at parallaksen til 61 Cygni var 0,314, noe som ga en avstand på 10,3 lysår. I dag vet vi at avstanden er 11,4 lysår.

LANGE LINJER

Metodene for å måle parallaksen mellom stjernene ble forbedret og gjort mer presise på 1900-tallet ved hjelp av fotografiske plater, som ble erstattet av datateknologi på 1960-tallet. Satellitter som den europeiske romfartsorganisasjonens (ESA) Hipparcos og NASAs Hubble-romteleskop har brukt den til å foreta mye mer presise målinger av stjerner i galaksen vår.

For å bestemme avstander som ikke kan bestemmes ved hjelp av parallaksemetoden, oppdaget Henrietta Swan Leavitt i 1908 at avstander kunne bestemmes ved å måle kefeider, som er pulserende stjerner, og deres regelmessige pulser med maksimal lysstyrke.

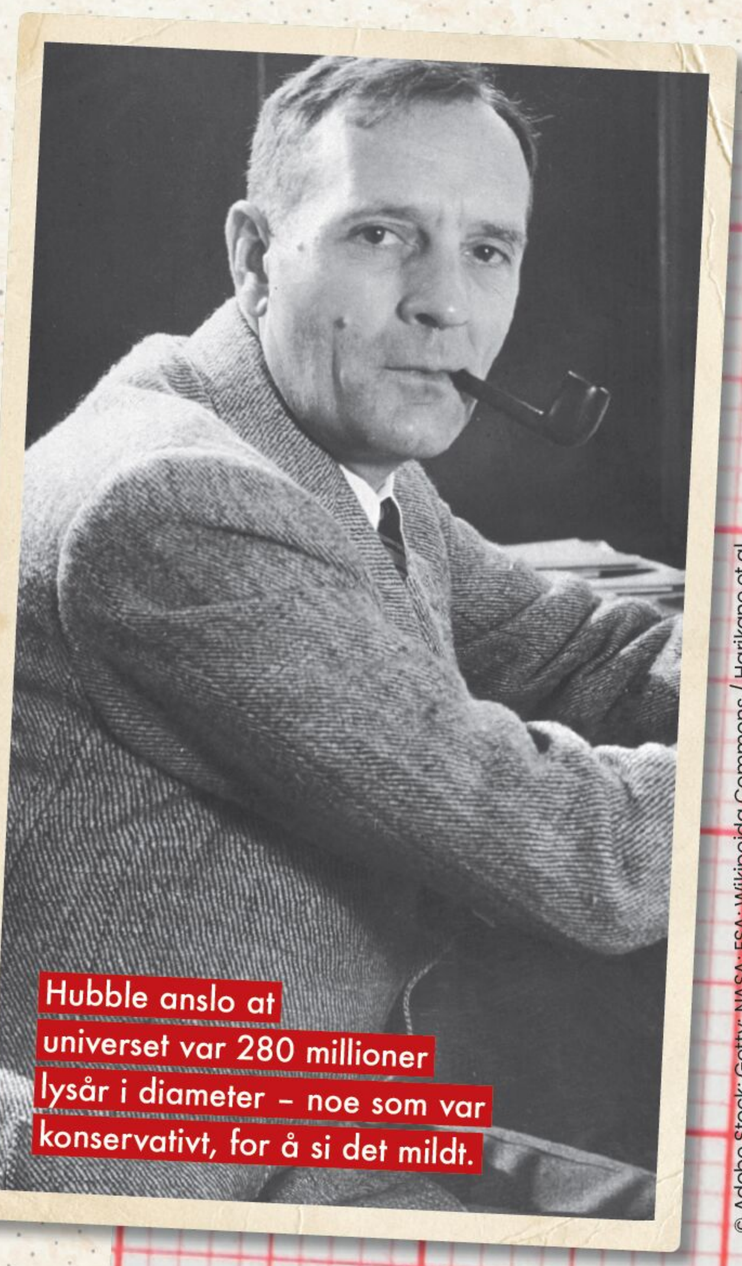
Ved hjelp av denne metoden fastslo Harlow Shapley ved Mount Wilson-observatoriet i 1919 at vår galakse Melkeveien var 300 000 lysår bred, og han anså dette som en nøyaktig bestemmelse av universets størrelse.

Edwin Hubble, som også jobbet ved Mount Wilson-observatoriet, studerte kefeider i Andromedatåken M31 på 1920-tallet og beregnet at den var omtrent en million lysår unna, langt utenfor den anslåtte størrelsen på galaksen vår. Da andre kefeider ble observert i såkalte spiraltåker, ble det klart at de faktisk var egne galakser. De viste seg også å ha en rødforskyvning som tydet på at de beveget seg bort fra oss, og at jo lenger unna galaksen er, jo raskere beveger den seg. Ved hjelp av disse dataene anslo Hubble at universet var 280 millioner lysår stort.

På 1950-tallet oppdaget radioteleskoper kraftige stråler fra det man trodde var galakser eller stjernelignende objekter, og ga dem navnet kvasarer (kvasistellare radiokilder). I det påfølgende tiåret oppdaget astronomen Maarten Schmidt at de beveger seg med ekstremt høy hastighet bort fra oss, og at de befinner seg i sentrum av galakser som er i en tidlig fase av dannelsen. De kan overstråle alle stjernene i galaksen sin, noe som gjør dem til de mest lyssterke og fjerneste objektene i universet. Siden de ble sett på en avstand av 15 milliarder lysår, gir dette en observerbar størrelse på universet på 30 milliarder lysår.

Siden ingenting kan bevege seg raskere enn lysets hastighet, kan vi bare oppdage objekter på en maksimal avstand. Grensen for vårt observerbare univers i alle retninger er dermed 47 milliarder lysår, og siden universet er kuleformet, har det en diameter på 94 milliarder lysår. Tar man hensyn til universets ekspansjon, øker dette med ett lysår hvert år. Fra andre steder i universet vil observatører se sitt eget utsnitt av universet, som muligens overlapper med vårt. Teoretisk sett finnes det ingen grense for hvor stort universet kan være.

Logaritmisk kart over det observerbare universet – mot kanten avtar skalaen gradvis.



Hubble anslo at universet var 280 millioner lysår i diameter – noe som var konservativt, for å si det mildt.

© Adobe Stock; Getty; NASA; ESA; Wikipedia Commons / Harikane et al

HVOR VIL UNIVERSET ENDE?

Universet begynte med Big Bang, og det fortsetter å ekspandere og utvikle seg. Det som er mindre sikkert, er imidlertid hvordan universet til slutt vil ende.

SKREVET AV NIGEL WATSON

Universet ifølge Newtons lover var som en sinnrik mekanisk innretning som fungerte som et urverk. Det hadde et sett med lover, og det virket sannsynlig at det aldri ville endre seg og at det ville fungere problemfritt i all evighet. Det eneste som kunne forstyrre denne perfekte mekanismen, trodde man var en fremtidig guddommelig inngripen som ville ødelegge vår verden og utslette alle våre synder.

Siden den gang har vårt syn på universet endret seg og utvidet seg, akkurat som universet selv. Det var først på 1900-tallet at forskerne innså at universet er mye større enn bare vår egen galakse. Det viste seg at Newtons bevegelseslover har begrenset verdi, sett i den større sammenhengen som Einsteins relativitetsteori og kvantefysikk utgjør.

I stedet for å være i en stabil tilstand formulerte den russiske fysikeren og matematikeren Alexander Friedmann i 1922 ligninger som la til grunn at universet var avhengig av dets tetthet og krumning. De såkalte Friedmanns ligninger pekte på at uten nok materie ville universet stadig utvide seg, og hvis det hadde mer materie, ville tyngdekraften føre til at universet trakk seg sammen.

Friedmanns ligninger er basert på antakelsen om at universet i utgangspunktet er likt overalt og derfor homogent. En annen relatert antakelse er at universet er isotropt, det vil si at det ser likt ut uansett hvilken retning du ser i.

Ved hjelp av Friedmanns ligninger beregnet Edwin Hubble hvor raskt universet utvider seg: Denne verdien er kjent som Hubble-konstanten. Den beste målingen av Hubble-konstanten i dag ligger mellom 69,8 og 73,8 km/sek/megaparsec (mpc). 1 mpc tilsvarer 3,26 millioner lysår.



© Adobe Stock; Alamy; Getty

For å forklare Hubble-konstanten har faktorer som gravitasjon, mørk materie, mørk energi, Hawking-stråling, den kosmiske bakgrunnsstråling og higgspartikkel spilt en rolle. Ved å studere disse faktorene, som påvirker hastigheten og omfanget av universets ekspansjon, kan vi finne ut hva som kan bli universets endelige skjebne.

BIG FREEZE

Big Freeze-hypotesen er basert på antakelsen om at universet har en tetthet som er lavere enn den kritiske tettheten. Hvis dette er tilfelle, vil det bety at universet vil ekspandere i det uendelige, ettersom det ikke vil være nok gravitasjonskraft til å forhindre dette.

I løpet av ekspansjonsprosessen vil stjernene til slutt gå tomme for hydrogen og helium, banene deres vil gå i oppløsning, og uten mulighet til å gå i supernova og danne nye stjerner, vil de alle dø.

På samme måte vil sorte hull fortære de gjenværende stjernene, og de vil forsvinne etter hvert som de mister energien sin. Stephen Hawking foreslo at partikkelpar ville dele seg ved hendelseshorisonten til et sort hull. En av partiklene ville bli trukket inn i det sorte hullet, mens den andre ville unnslippe gravitasjonen og bevege seg bort fra det. Disse partiklene, som kalles Hawking-stråling, består av fotoner, nøytrinoer og andre massive partikler. Over en ekstremt lang periode vil tapet av stråling føre til at sorte hull mister energi og til slutt forsvinner.



I mange scenarier er sorte hull de objektene som vil vare lengst.

Ved universets slutt ville det bare være fotoner igjen. Dette er partikler som løser seg opp og har ingen masse, de er fundamentale pakker av subatomær elektromagnetisk energi som beveger seg med lysets hastighet.

Etter hvert som universet fortsetter å ekspandere, vil fotonene bli stadig mer rødforskyvet helt til de når uendelig, og når de når den maksimale entropitilstanden, vil universet ikke ha noen masse eller energi.

Dette er for tiden den mest populære spådommen om hvordan universet vil ende.



Universets uendelige ekspansjon kan forårsake en varmedød når alt glir lenger og lenger fra hverandre.



En annen teori om universets slutt er at det kollapser inn i seg selv, som et omvendt big bang.

BIG RIP

Denne teorien er en mer dramatisk versjon av Big Freeze. Den går ut på at fordi universet består av 68 % mørk energi, kan den bli sterk nok til å rive universet fra hverandre med makt. Etter hvert som universet utvider seg, øker det «tomme rommet» av mørk energi, noe som vil føre til at utvidelsen akselererer i alle retninger.

Noe av forskningen som støtter denne ideen, ble utført av Supernova Cosmology Project og High-Z Supernova Search Team i 1998. De analyserte supernovaer av type Ia, som oppstår når hvite dverger eksploderer. Siden de har samme lysstyrke, er de en nyttig referanse for avstandsmåling. De viste seg imidlertid å være mye svakere enn forventet. Dette førte til konklusjonen om at de var mye lenger unna, og at dette måtte skyldes universets akselererende ekspansjon.

Den kontinuerlige runddansen av mørk energi, som produserer mer rom med mer energi, vil rive i stykker selve romstrukturen. Galakser vil bli drevet bort fra sitt eget nabolag, stjerner vil skilles fra hverandre inne i galaksene, og de tilhørende planetene vil bevege seg. Etter hvert som

«NÅR FOTONER NÅR DEN MAKSIMALE TILSTANDEN AV ENTROPI, VIL UNIVERSET IKKE HA NOEN MASSE ELLER ENERGI.»

denne prosessen akselererer, vil universets atomer og subatomære partikler bli revet fra hverandre. Hver subatomære partikkel vil bevege seg bort raskere enn lysets hastighet i det uendelige, helt til ingenting kan samhandle eller eksistere i universet. Det er anslått at det vil ta rundt 22 milliarder år å gjøre kål på hele universet.

Mye av denne teorien er basert på ideen om at den mørke energien vil bli sterkere etter hvert som universet utvider seg, men at dens kraft kan bli utvannet. I dag tror man at styrken til den mørke energien er universelt konstant, og at den ikke utgjør en stor nok trussel til å fremkalle The Big Rip.

BIG CRUNCH

I motsetning til Big Freeze- og Big Rip-teoriene går denne hypotesen ut på at universet vil falle tilbake på seg selv i stedet for å utvide seg. Dette vil skje hvis universets tetthet er høyere enn den kritiske tettheten, slik at gravitasjonskraften er tilstrekkelig til å hindre alt i å bevege seg ut i uendeligheten.

Stjerner vil kollapse inn i eksisterende sorte hull, eller de vil bli til jernstjerner som tilfeldig smelter sammen og danner et svart hull, eller materie vil kondensere og skape mikroskopiske sorte hull som umiddelbart fordamper. Til slutt vil all materie forsvinne.

Et scenario er at Big Crunch vil være som en reversering av det opprinnelige Big Bang, der universet først krymper i et jevnt tempo. Etter hvert som krympingen akselererer, varmes den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB) opp – det er rester etter Big Bang, som gjennomsyrer universet vårt. Galakser smelter sammen, noe som fører til at fotonene i CMB blir blåforskyvet etter hvert som temperaturen stiger. Stjerner begynner å kollidere med hverandre, og til slutt blir CMB varmere enn stjernene selv. Og fordi de ikke kan avgi varmen sin, koker og fordamper stjernene. Bare minutter før stjernene går under, vil varmen fra CMB være nok til å spalte alle de gjenværende atomene og atomkjernene deres.

Men da ideen om mørk energi ble lansert i 1998, var det et hardt slag mot Big Crunch-teorien. I stedet for gravitasjon ble mørk energi funnet å være den viktigste påvirkningen på universets tilstand. Målinger utført av Chandra X-ray Observatory i 2004 viste at den mørke energien har en fast verdi, men at den øker etter hvert som universet utvider seg. Dette tyder på at universet vil fortsette å utvide seg, og at en Big Crunch ikke er særlig sannsynlig.

TEGN PÅ ENDETID

SOLEN DØR

Om fem milliarder år vil solen ha brukt opp alt hydrogenbrenselet sitt. De ytre lagene vil drive ut i verdensrommet, og den gjenværende kjernen vil bli en tett, krympet, kald, hvit dvergstjerne.

SLUTT PÅ STJERNEDANNELSER

Om rundt 100 billioner år vil alle stjerner gå tomme for hydrogen og slutte å dannes. Stjerner med lav masse vil bli hvite dverger, mens stjerner med høy masse vil bli svarte hull eller nøytronstjerner.

PROTONENES FORFALL

Når universet om 10 billioner billioner billioner billioner billioner år når en temperatur nær det absolutte nullpunkt, vil det dannes positroner av protoner som går i oppløsning. Når positronene møter elektroner, vil de annihileres og skape gammastrålefotoner.

SORTE HULL FORSVINNER

Om 10 000 billioner billioner billioner billioner billioner

UNIVERSET GJENOPPSTÅR

Big bang, universets ekspansjon og eventuelle død er kanskje ikke en engangshendelse. I stedet kan universets død utløse en ny begynnelse med et nytt big bang og en ny syklus av liv og død.

Et internasjonalt forskerteam har foreslått at primordiale sorte hull (PBH) er restene av et tidligere univers, og dette gir en forklaring på eksistensen av mørk materie og hvorfor universet ser ut til å være flatt.

Dette er med på å underbygge fysikeren Roger Penroses konsept Conformal Cyclic Cosmology, som går ut på at universet er fullstendig oppslukt av sorte hull og ikke lenger ser ut til å ha noen fysisk tilstedeværelse. Det ville fortsette i all evighet, og fra en annen tidslinje ville det gi opphav til et nytt univers. Penrose kalte hver av disse syklusene for «eoner» – tidsrom av meget lang varighet – og hver eon følger i hovedsak den samme livssyklusen og de samme fysiske lovene som den foregående eonen.



Large Hadron Collider ved CERN er avgjørende for å forstå higgsbosonet og higgsfeltet.

BIG SLURP

Universet er fullt av higgsfeltet, som ifølge teorien er indirekte ansvarlig for at alle elementærpartiklene har masse. Hvis det ikke kan miste energi og befinner seg i vakuumtilstand, forblir alt stabilt. I vanlig fysikk er alt som regel stabilt, men i kvantemekanikkens verden kan higgsfeltet spontant gli inn i et falskt vakuum på et bestemt sted, der det vil gå over i en tilstand med lavere energi.

Hvis dette skjer, vil higgsfeltet gå inn i en ny fase. Dette vil skape lavenergibobler som utvider seg med lysets hastighet. Vekselvirkningene mellom protoner og nøytroner vil endre seg, og det samme vil massen til elektronene. En slik kvantetunnelhendelse, utløst av en partikkel som går fra en tilstand til en annen, kan være nok til å ødelegge stjerner, galakser og til slutt hele universet.

Det virker som om higgsfeltet endret seg i begynnelsen av universet. Varmen og energien i den perioden kunne ha utløst universets undergang, men i stedet bidro disse forholdene til å stabilisere og endre feltets kvanteegenskaper.

Forskning ved hjelp av Large Hadron Collider bidrar til å forstå higgsboson-partikkelen, som er en del av higgsfeltet. Forskningen vil gi oss mer kunnskap om partikkelens rolle i universets begynnelse og hvordan den kan komme til å forme universets slutt. Heldigvis mener ekspertene at dette kanskje ikke vil skje på veldig lenge.



Mer forskning på supernovaer av type Ia vil hjelpe oss å forstå universets ekspansjon.



ESAs romteleskop Euclid vil studere den ekstragalaktiske himmelen utenfor Melkeveien.

Utstyr som for eksempel Nancy Grace Roman Space Telescope vil øke vår forståelse av universet.

Å SPÅ SLUTTEN

Hvordan universets undergang vil inntreffe, er fortsatt en het debatt, og med digital teknologi, superdatamaskiner og en kombinasjon av bakkebaserte observatorier og romteleskoper, samles og analyseres stadig ny informasjon.

I juli 2023 sendte Den europeiske romfartsorganisasjonen ESA opp romteleskopet Euclid for å gjennomføre en kosmologisk undersøkelse av det ekstragalaktiske rommet utenfor Melkeveien. Teleskopet inneholder et nær-infrarødt spektrometer, et fotometer og et 600 megapikslers kamera som skal måle forholdet mellom galaksenes avstand og rødforskyvning. Oppdraget vil samle inn en stor database for å studere mørk materie og mørk energi og hvordan det påvirker akselerasjonen i det ekspanderende universet.

Euclid har allerede katalogisert 11 millioner objekter i synlig lys og ytterligere 5 millioner i infrarødt lys i et område på 15 000 kvadratgrader (en tredjedel av himmelen). Disse dataene vil bli brukt til å veilede en dypere og mer presis utforskning av et område på 2000 kvadratgrader (en tjuendedel av himmelen) ved hjelp av NASAs Nancy Grace Roman-romteleskop, som etter planen skal skytes opp i 2027.

Teleskopet vil gjennomføre en spektroskopisk undersøkelse på høy breddegrad for å måle nøyaktig posisjon og avstand til millioner av galakser. Dette vil hjelpe oss med å beregne hvilken rolle den mørke energien har spilt siden Big Bang, og som har påvirket avstanden og fordelingen av galaksene.

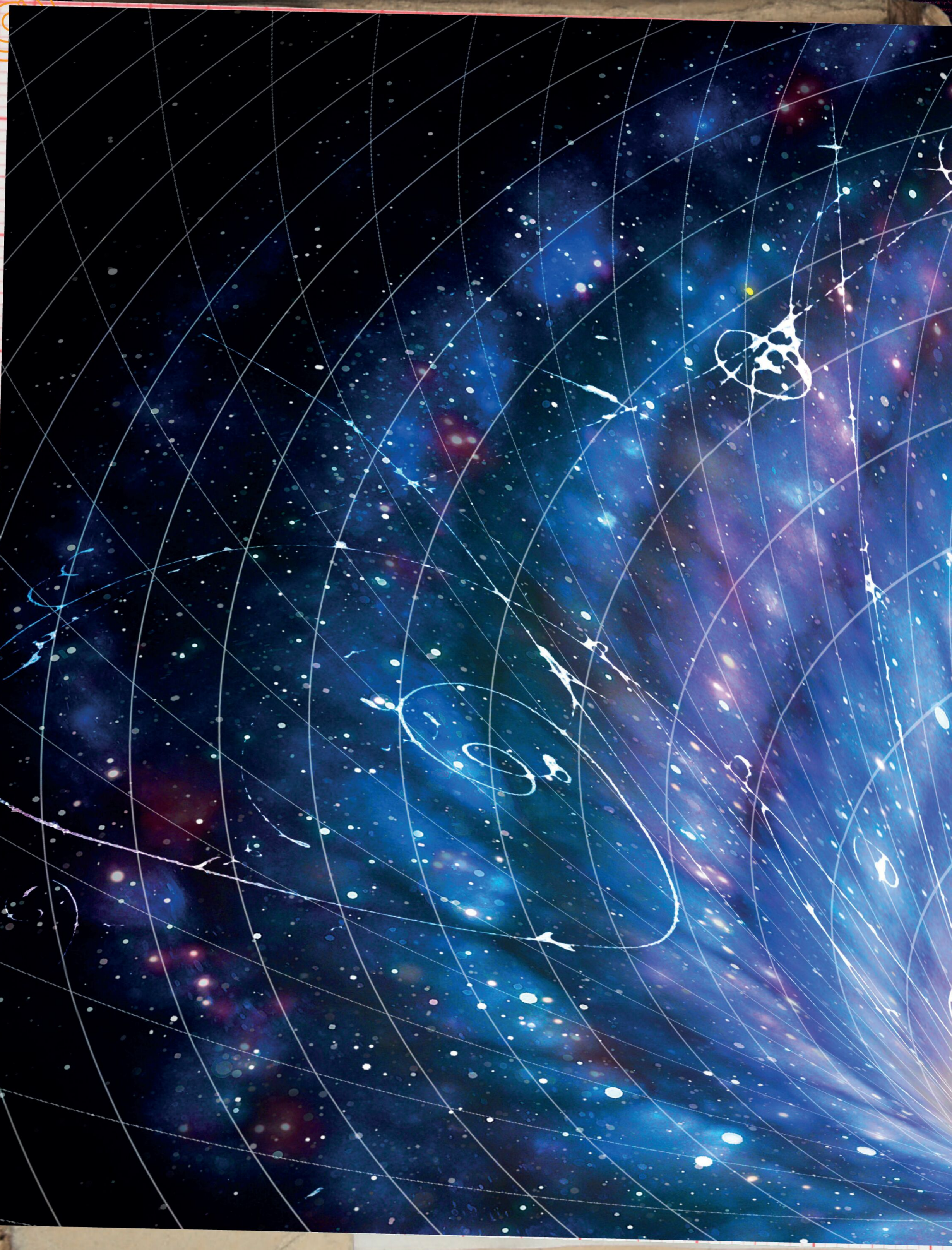
High Latitude Imaging Survey vil måle graden av forvrengning av romtiden forårsaket av gravitasjon i galaksehoper, og dette vil hjelpe oss med å beregne massen og innflytelsen av synlige stjerner og mørk materie. DA kan vi få et bedre bilde av hvordan mørk energi har påvirket universets struktur.

Et tredje aspekt ved dette oppdraget er å gå tilbake til studiet av Ia-supernovaer, som opprinnelig bidro til å bevise at universet utvider seg – og det med en hastighet som ser ut til å akselerere. Teleskopet vil bestemme avstanden til disse stjerneobjektene ut fra lysstyrken, og bølgelengdene i lyset som sendes ut fra de døende stjernene, vil bli studert for å beregne hastigheten de beveger seg bort fra oss med.

Resultatene av disse tre undersøkelsene med Nancy Grace Roman-romteleskopet og samarbeidet med Euclid-teleskopets data vil gi oss en mye bedre forståelse av universets ekspansjon siden Big Bang. Dette arbeidet vil også kunne gi oss svar på hvilken rolle den mørke energien spiller, eller om vi må endre vår forståelse av hvordan tyngdekraften fungerer. Uansett bør vi få en bedre idé om kosmos' skjebne.

Enten det er Big Freeze, Big Rip, Big Crunch, Big Slurp eller noe annet «big», kan vi være sikre på at en av disse hendelsene vil inntreffe *om lang tid*, så vi trenger ikke å bekymre oss for at universet skal gå under med det aller første.

© Adobe Stock; Getty; NASA; CERN




NOEN TEORIER ANTYDER AT DEN EKSPONENTIELLE VEKSTEN AV MØRK ENERGI KAN RIVE I STYKKER UNIVERSET VÅRT.

VELKOMMEN TIL MULTIVERSET

Forestillingen om multivers utenfor eller innenfor vårt univers vårt har ansporet til mange fantasifulle ideer og filosofiske diskusjoner – men er det verdt en vitenskapelig studie?

SKREVET AV NIGEL WATSON

Ideen om at det finnes flere univers, såkalte multivers, utenfor vårt eget, har vært en del av science fiction siden 1900-tallet. I 2022 kom filmen *Everything Everywhere All At Once* med dette som tema, men allerede i 1937 skrev Olaf Stapledon i sin roman *Star Maker* dette: «I et ufattelig komplekst kosmos ville en skapning, hver gang den ble stilt overfor flere mulige handlingsalternativer, velge dem alle, noe som skapte mange distinkte tidsdimensjoner og forskjellige historier i kosmos. Siden det i hver evolusjonære sekvens i kosmos var svært mange vesener, og hvert av dem hele tiden sto overfor mange mulige handlingsalternativer, og kombinasjonene av alle deres handlingsalternativer var utallige, oppsto det en uendelighet av forskjellige universer fra hvert øyeblikk i hver tidssekvens i dette kosmos.»

Å HA ET ÅPENT SINN

Tilhengerne av denne teorien hevder at ideen om at dette er det eneste universet, er like trangsynt som den tidligere fastlagte ideen om at planeten vår var universets sentrum. Det antropiske prinsipp innebærer at universet vårt er finjustert og har alle parameterne for vår eksistens. Dette har blitt kritisert som en form for «karbonsjåvinisme», som forutsetter at livet nødvendigvis er karbonbasert og ikke tar hensyn til andre kjemiske grunnstoffer, som for eksempel silisium, som også kan danne komplekse strukturer for å skape ulike livsformer.

Filosofer og teologer har diskutert muligheten for flere universer, ofte med utgangspunkt i individualitet og fri vilje, og hva gjør vi med vissheten om at våre handlinger kan endre andre universer? I en religiøs kontekst stilles spørsmålet om en høyere makt er skaperen av bare dette universet eller av alle multiversene.



Plancks observasjoner av CMB kan ha avslørt ledetråder til flere universer.

© Adobe Stock; Alamy; Getty

Disse hypotetiske tankene har utfordret vår forståelse av kosmos, men er de fantasier og filosofiske debatter snarere enn noe vitenskapen kan studere? Gitt kompleksiteten i vårt kjente univers har vitenskapelige teorier om multiverset kommet stadig mer i forgrunnen.

Hugh Everett III var en av de første som seriøst vurderte den vitenskapelige muligheten for andre multivers. Han undret seg over hvorfor vi i vår normale virkelighet observerer og opplever ting på en lineær og stabil måte, mens i kvantemekanikkens mikroskopiske verden er partikler, som elektroner, ikke i én enkelt tilstand, men kan opptre på forskjellige steder og i forskjellige hastigheter og retninger på samme tid. Dette fikk ham til å lure på om universet er fullt av multivers som, i likhet med elektroner, kan eksistere samtidig. Disse kvanteuniversene ville hele tiden dele seg opp, og beslutninger i vårt eget univers kunne påvirke deres eksistens og skape ulike versjoner av oss selv.

Everetts doktoravhandling fra Princeton i 1957, *The Theory Of The Universal Wavefunction,* beskrev disse ideene. Universets bølgefunksjon beskriver samspillet mellom materie og energi i hele universet som et kvantesystem. Dette konseptet ble mer kjent da den teoretiske fysikeren Bryce DeWitt skrev om dem i *Physics Today* 1970. Det var DeWitt som kalte dette for «many-worlds interpretation» – tolkningen om mange verdener (MWI).

DEN UBYGGELIGE MASKINEN

David Deutsch, en kvantefysiker tilknyttet University of Oxford, var imponert over Everetts MWI. Han støttet også ideen om at enhver beslutning og ethvert valg vi tar i denne verden, vil skape andre universer der de alternative valgene utøves av våre dupliserte selv. I 2022 ble han tildelt gjennombruddsprisen i grunnleggende fysikk for sin artikkel fra 1985, der han foreslo å bygge en rudimentær kvantedatamaskin som kunne teste eksistensen av andre universer. Selv om denne eksotiske maskinen i dag er umulig å bygge, har konseptet med en datamaskin med kvantekomponenter gitt ham tittelen «kvantedatamaskinens far».

I 1986 lanserte den russiske fysikeren Andrei Linde, som arbeidet ved Stanford University i California, sin teori om «evig kaotisk inflasjon». I stedet for at universet ekspanderte som én stor ballong fra big bang, foreslo Linde at vårt univers bare er ett av mange univers. Dette skulle ha skjedd i løpet av en brøkdel av et sekund etter big bang. I løpet av dette korte øyeblikket kunne kvantefluktuasjoner ha skapt disse andre «bobleuniversene», som ville ha ekspandert og blitt selvstendige enheter. Hvert univers ville hatt sine egne fysiske lover, og kjeden av skapte universer ville vært uendelig og helt atskilt fra vårt eget.

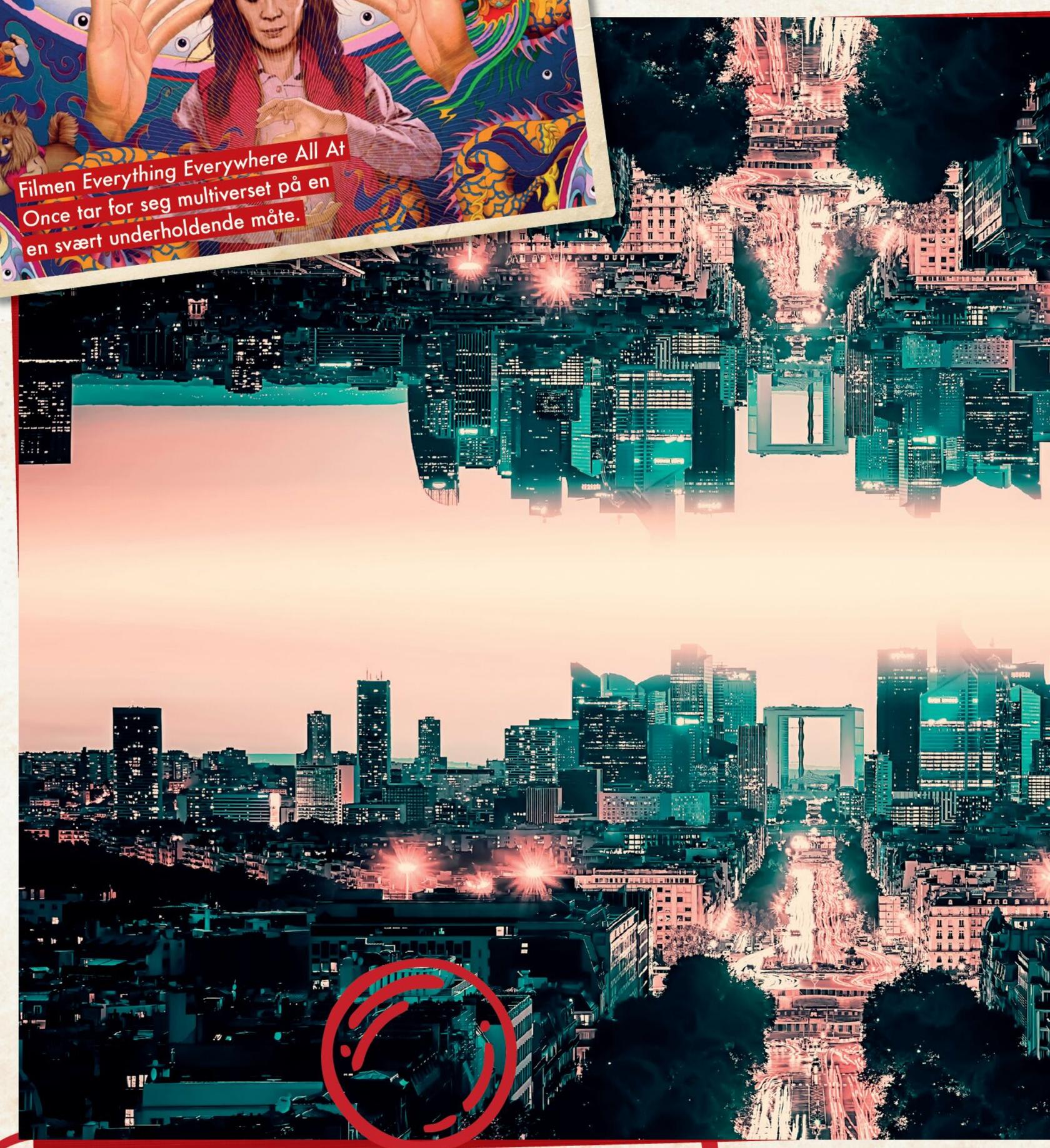
Et lignende konsept er grenverdener som eksisterer i ulike parallelle dimensjoner. De er klumpet sammen, og hvis de kolliderer, er det mulig at resultatet blir et big bang, som vil skape en ny grenverden. I vår egen grenverden er vi klar over de tre dimensjonene i rommet og den fjerde dimensjonen tid, men vi kan ikke oppdage andre grenverdener fordi de eksisterer i helt andre dimensjoner.

Max Tegmark, professor ved Massachusetts Institute of Technology, har fremsatt sin matematiske univershypotese (MUH). Denne hypotesen består av fire nivåer. Det starter med et univers som er en forlengelse av vårt eget, deretter universer med ulike effektive fysiske konstanter, dimensjonalitet og partikkelinnhold, så MWI og, det fjerde, en uendelig variasjon av matematiske strukturer.

I boken *The Hidden Reality: Parallel Universes And The Deep Laws Of The Cosmos,* argumenterer den amerikanske fysikeren Brian Greene for at det finnes 11 ulike typer univers. Herunder har vi landskapsmultiverset, som går ut på at ulike former for de ekstra dimensjonene i strengteorien gir opphav til mange ulike bobleuniverser. I et inflatorisk multivers har den fortsatte ekspansjonen et stort nettverk av bobleuniverser, inkludert vårt eget. Grenmultiverset eksisterer på ulike dimensjonsnivåer. I et uendelig univers kan det skapes et innvevd



Filmen Everything Everywhere All At Once tar for seg multiverset på en svært underholdende måte.



EKSISTERER I ET ANNET UNIVERS

Det er svært sannsynlig at fysikkens lover kan være helt annerledes i et annet univers, og at det vi anser som normalt, kan være helt forandret.

Vårt eget univers virker finjustert for vår eksistens, uten tegn til andre intelligente livsformer. I andre universer kan det være umulig for mennesker å eksistere på grunn av temperatur og struktur, måten de har utviklet seg på, en endring i gravitasjonskraften, og tiden kan til og med gå baklengs. Disse faktorene kan gi opphav til merkelige former for biologiske og sansende vesener som trives i disse ulike universene, eller livsformene kan ikke utvikle seg i det hele tatt.

Alternativt er multiversene varianter av vårt eget univers med de samme lovene, men med en uendelig variasjon av oss selv som lever parallelle liv med alternative utfall.





multivers som gjentar hver hendelse i rommet et uendelig antall ganger. Eller vi kan befinne oss i en simulering eller et holografisk multivers.

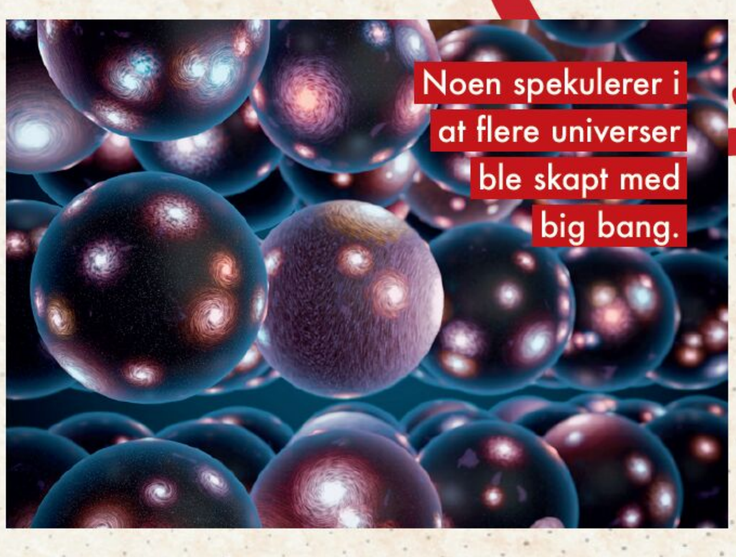
LEDETRÅDER I CMB

Det er ikke bare spekulasjoner, men det finnes en del bevis som tyder på at det finnes et multivers. I 2010 fant et multinasjonalt team fire uvanlige sirkulære mønstre i den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB), som de mente var forårsaket av andre universer som kolliderte med vårt eget.

I 2017 fant professor Tom Shanks ved Durham University's Centre For Extragalactic Astronomy – ved hjelp av spektrografiske data fra Anglo-Australian Telescope i New South Wales – en kald flekk i CMB. Den passet ikke inn i noen standardmodell for universet, noe som fikk Shanks til å konkludere med at den var forårsaket av en kollisjon med et bobleunivers og muligheten for at det kan finnes milliarder av andre lignende universer.

Forskeren Ranga Ram Chary fra Den europeiske romorganisasjon (ESA) studerte også CMB ved hjelp av data fra Planck-observatoriet, og fant ekstremt lyse områder ved en bestemt frekvens. Ettersom disse områdene ikke var relatert til synlige stjerneobjekter, sa han at de tydet på at vårt univers hadde kollidert med andre parallelle universer.

Som forventet har alternative og mindre eksotiske forklaringer blitt lagt frem for å forklare disse funnene. På samme måte har MWI og andre multivers-teorier blitt



kritisert. I april 2024 publiserte for eksempel de teoretiske fysikerne professor Sandu Popescu og Daniel Collins ved Bristol University artikkelen *Conservation Laws For Every Quantum Measurement Outcome.* Der argumenterer de for at lovene om bevaring av energi følges i hele universet, og at det ikke er behov for noen MWI for å forklare dem.

Det har blitt hevdet at multivers er separate enheter på store avstander som aldri vil samhandle med vårt univers. Det kan være mulig å oppdage dem eller deres signatur, men det er mer sannsynlig at de er så vidt forskjellige at vi ikke kan oppfatte eller forstå dem fordi de befinner seg utenfor vår egen tid/rom/dimensjon.

Stephen Hawking stilte seg kritisk til multivers-teorier. Han sa: «De lokale lovene for fysikk og kjemi kan være forskjellige fra ett lommeunivers til et annet, som til sammen ville utgjøre et multivers. Men jeg har aldri noen gang vært tilhenger av multiverset. Hvis omfanget av de ulike universene i multiverset er stort eller uendelig, kan ikke teorien testes.»

© Adobe Stock; Getty; Alamy

VERDENSROMMETS STØRSTE MYSTERIER (SOM VI HAR LØST)



I hundrevis av år har astronomer og forskere avdekket universets utstrekning og lovene som styrer det.

SKREVET AV NIGEL WATSON

Vår forståelse av universet har endret seg dramatisk opp gjennom historien. Siden tidenes morgen var mytiske hendelser og skapninger en viktig del av skapelsesberetningen, og selv de vitenskapelig orienterte grekerne trodde at universet besto av en jord i midten omgitt av sfærer.

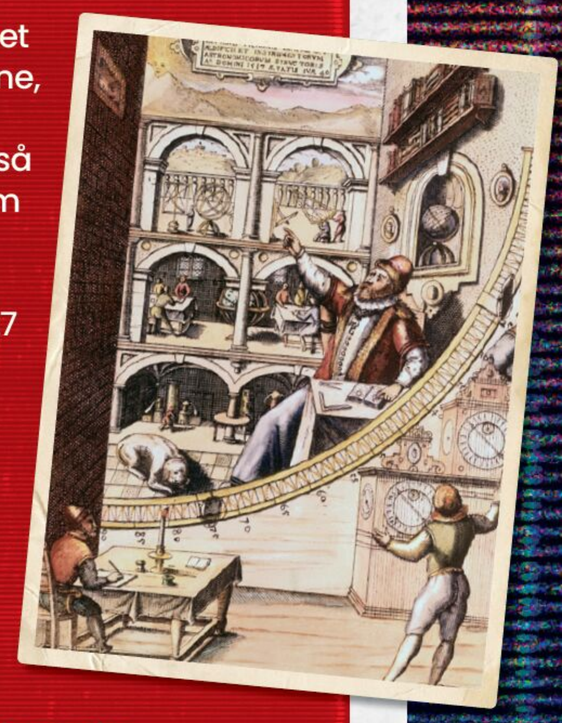
Under renessansen i Europa ble teleskopet oppfunnet, og det bidro til ideen om at solen, snarere enn jorden, var universets sentrum. Galileo Galilei var en av de første som bygde og brukte et teleskop til astronomiske formål, og han videreutviklet instrumentet til å forstørre 30 ganger. Den raske publiseringen av observasjonene hans, særlig av de fire månene rundt Jupiter, bidro til å underbygge det heliosentriske verdensbildet.

Dette understreker at teknologiske fremskritt, fra teleskoper og spektrografer til radioastronomi og romteleskoper, suksessivt har gitt oss enorme mengder informasjon som har endret gamle oppfatninger og teorier.

Samtidig som vitenskapen oppdager nye ting som bidrar til å løse gamle gåter, avdekker den også nye mysterier som må løses. Isaac Newtons konsept om universell gravitasjon var en viktig teori om et univers som fungerte med urverkspresisjon. Men den inneholdt uregelmessigheter og selvmotsigelser som Albert Einstein forsøkte å løse i sin relativitetsteori.

Vitenskapelige fremskritt og muligheten til å se lenger ut i verdensrommet – ved hjelp av ubemannede romteleskoper – har bidratt til å underbygge relativitetsteorien. Men den er fortsatt i strid med kvantemekanikken, som handler om hvordan subatomære partikler oppfører seg. Så det er mange flere kosmologiske mysterier som må løses, eller i det minste besvares.

DEN HELIOSENTRISKE MODELL



Den geosentriske modellen av universet ble først fremmet av de gamle grekerne, og underbygget troen på at hvis en høyere makt skapte menneskeheten, så måtte den også plassere oss i sentrum av skaperverket.

Modellen ble først utformet av Evdoxos i 380 f.Kr. som en serie med 27 konsentriske sfærer som beveget seg rundt en stasjonær jord. Modellen ble videreutviklet av Klaudios Ptolemaios som tok hensyn til eksentrisiteten i planetenes bevegelser. Dette konseptet dominerte frem til Nicolaus Copernicus kom på banen på begynnelsen av 1500-tallet. Han hevdet at jorden snurrer rundt sin egen akse, og at den, sammen med de andre planetene, går i bane rundt solen.

Denne såkalte kopernikanske revolusjonen etablerte det heliosentriske verdensbildet fremfor det geosentriske, og hadde flere viktige milepæler. Den danske adelsmannen Tycho Brahe gjorde for eksempel observasjoner ved hjelp av kompass og sekstant, noe som forbedret målingene av astronomiske bevegelser. De ble verdifulle i arbeidet med å underbygge den nye hypotesen. Observasjonene hans førte til at han konkluderte med at de fem planetene gikk i bane rundt solen og ikke var festet til noen faste sfærer, men han trodde fortsatt at solen, stjernene og månen gikk i bane rundt jorden. I 1588 publiserte han detaljer om sitt halvveis geoheliosentriske konsept, kjent som det tychoniske system.

Den tyske astronomen Johannes Kepler brukte data som Brahe hadde samlet inn, og gjennom sin egen ti år lange studie av Mars fikk han ytterligere bekreftet gyldigheten av den heliosentriske modellen ved å forstå planetenes bevegelser.

Oppfinnelsen og bruken av teleskoper, særlig av Galileo Galilei, slo nok en spiker i kisten for den geosentriske modellen. Det var i januar 1610 at Galilei observerte fire «stjerner» rundt Jupiter som i løpet av noen få netter endret posisjon. Det tydet på at de gikk i bane rundt dette planetlegemet, noe som ikke var mulig i henhold til den geosentriske modellen.

En kombinasjon av matematikk og faktiske observasjoner førte etter hverttil at det geosentriske verdensbildet ble forkastet.



Det ptolemeiske geosentriske verdensbildet tegnet av kosmografen Bartolomeu Velho.

© Adobe Stock; Alamy

PLANETENES BEVEGELSE

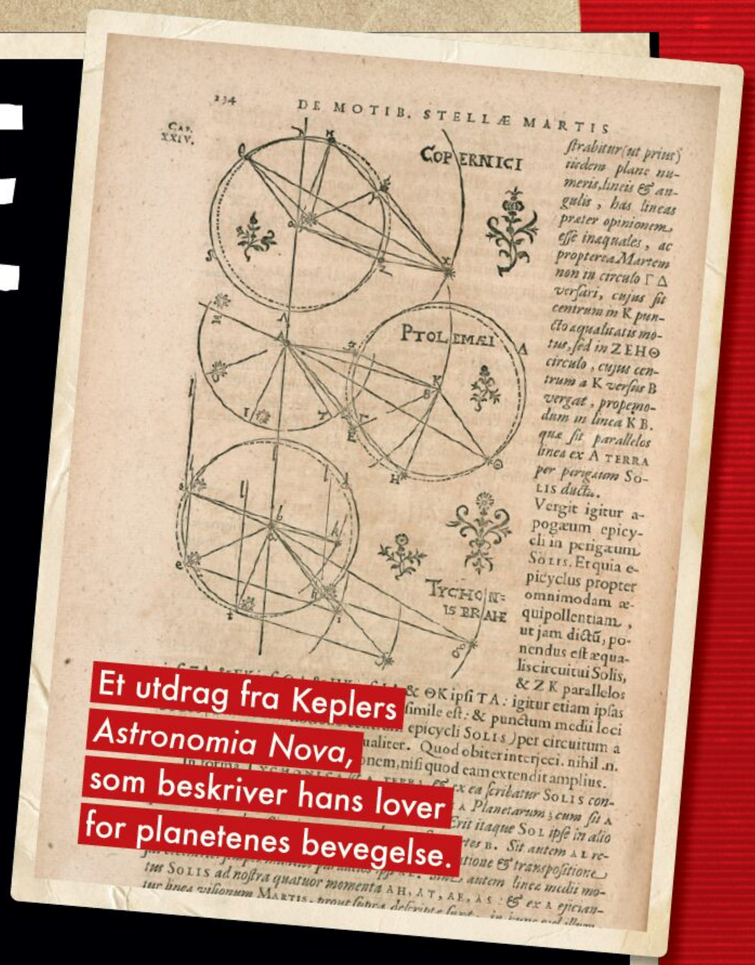
Det var svært vanskelig å forklare planetenes bevegelse – hvis de ikke var festet til sfærer, hva var det som fikk dem til å bevege seg? I 1609 publiserte Johannes Kepler sin *Astronomia Nova* (*Ny astronomi*), der han beskrev to lover for planetenes bevegelser, og ti år senere la han til en tredje lov.

Ifølge Copernicus' heliosentriske modell beveget planetene seg i perfekte sirkulære baner og episykler. Kepler fant i stedet ut at de faktisk beveger seg i elliptiske baner.

Den første ellipseloven sier at planetene beveger seg rundt solen i en elliptisk bane, og at solen befinner seg i sentrum av ett av de to brennpunktene i ellipsen.

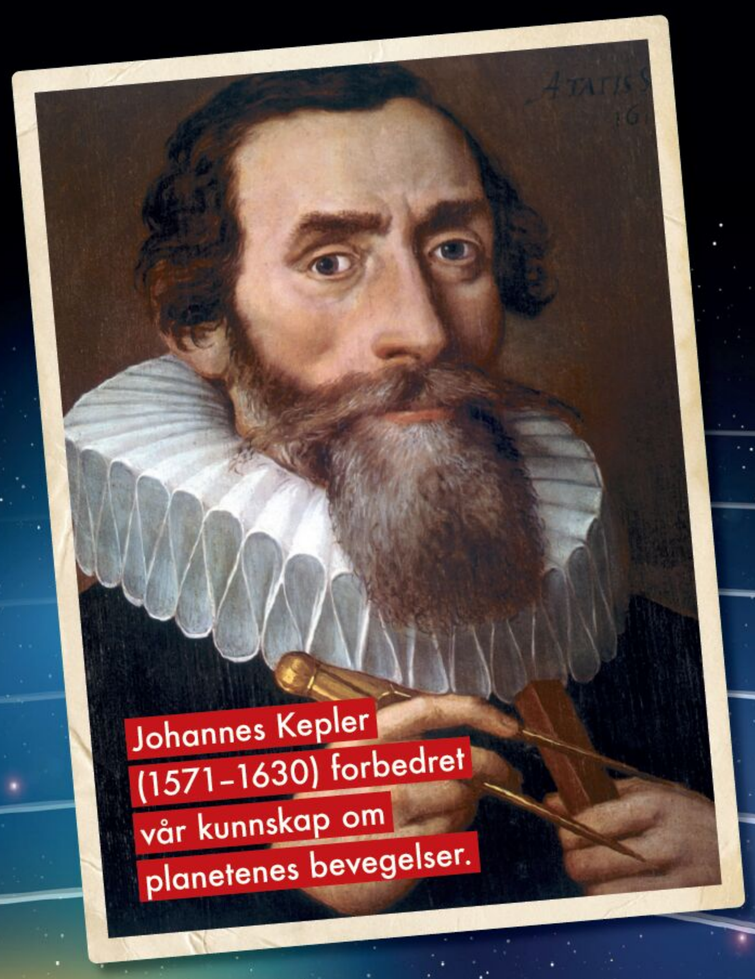
Den andre loven om like store arealer tar hensyn til at en planet beveger seg raskere over et større område når den nærmer seg solen, og langsommere over et mindre område når den beveger seg bort fra solen.

Etter å ha beskrevet bevegelsene til de enkelte planetene, sier Keplers tredje lov at kvadratet av omløpstiden for en planet er proporsjonalt med tredje potens av dens gjennomsnittlige avstand fra Solen. Ved hjelp av denne beregningen fant man ut at alle planetene har en svært lik omløpstid. Dette er den tiden det tar for et objekt å gå i bane rundt et annet objekt – i jordas tilfelle tar det 365 dager/ett år å gå i bane rundt solen, og den gjennomsnittlige avstanden fra solen er én astronomisk enhet. Saturn, den fjerneste kjente planeten på den tiden, har en omløpstid på 29,4 år rundt solen og en gjennomsnittlig avstand fra solen på 9,5 astronomiske enheter. Denne loven tar hensyn til at jo lenger unna en planet er fra solen, desto lengre er dens omløpstid.



Et utdrag fra Keplers *Astronomia Nova*, som beskriver hans lover for planetenes bevegelse.

«KEPLER SLO FAST AT PLANETENE BEVEGER SEG I ELLIPTISKE BANER.»



Johannes Kepler (1571–1630) forbedret vår kunnskap om planetenes bevegelser.

Keplers tre lover for planetenes bevegelse bidro til å legge grunnlaget for vår forståelse av solsystemet.



Galileo kastet ut vekter fra det skjeve tårnet i Pisa, noe som ansporet til en forståelse av tyngdekraften.

GRAVITASJONSLOVEN

Problemet for Kepler og hans samtidige astronomer var å finne ut hva som fikk himmellegemene til å bevege seg rundt solen. En idé var at solen hadde en magnetisk kraft som beveget planetene.

Galilei var på sporet av tyngdekraftens rolle da han eksperimenterte ved å kaste ulike vekter fra toppen av det skjeve tårnet i Pisa. Det viste at tunge og lette gjenstander – uansett form, størrelse eller masse – faller til jorden med samme hastighet.

Ved hjelp av Keplers tredje lov om planetenes bevegelser og Galileos eksperimenter formulerte Isaac Newton gravitasjonsloven. Dette kunne forklare hvorfor planetene beveget seg i en elliptisk bane i stedet for bare å fly ut i verdensrommet.

Newton slo fast at kraften som får en gjenstand til å falle til jorden – for eksempel eplet som angivelig falt ned i hodet på ham – er universell og kan overføres til planetene. Han hevdet at hvis man avfyrte en kanonkule horisontalt fra et fjell, ville tyngdekraften til slutt bringe den tilbake til jorden. Hvis kanonkulen ble avfyrt med mye høyere hastighet, ville den falle i en sirkulær bane rundt jorden, omtrent slik månen gjør. Hvis kanonkulen blir avfyrt med enda høyere hastighet, vil den gå inn i en elliptisk bane rundt jorden, omtrent slik planetene går i bane rundt solen.

Matematisk beviste Newton at tiltrekningskraften mellom to objekter bestemmes av deres proporsjonale masser og omvendt av avstanden mellom deres sentre. Gravitasjonskraften er sterkere når to store masser befinner seg nær hverandre, og hvis de beveger seg bort fra hverandre, svekkes gravitasjonskraften.

I vårt solsystem er det solens gravitasjonskraft som holder planetene i sine elliptiske baner, og planetenes gravitasjonskraft som hindrer månene i å fly ut av sine baner.

RELATIVITETSTEORIEN

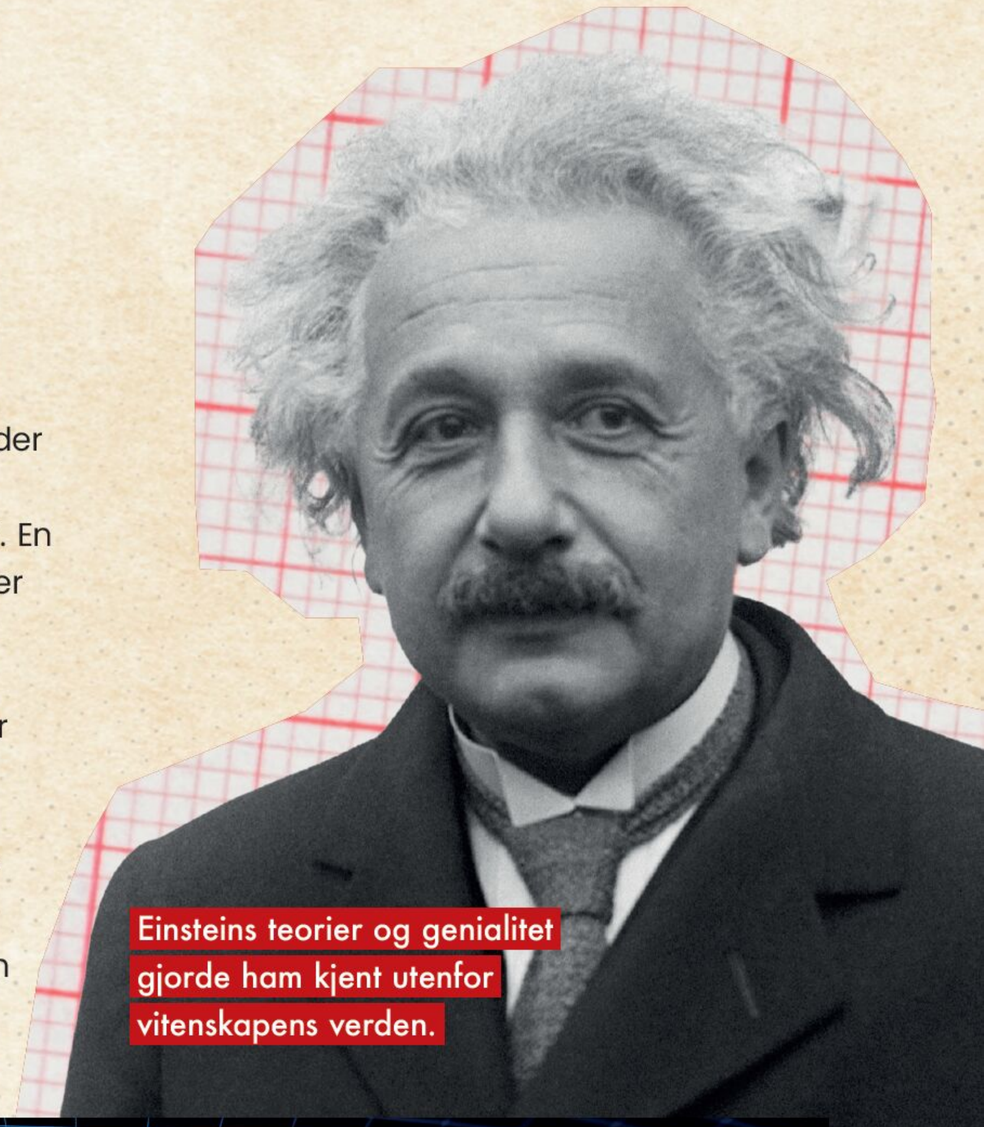
Isaac Newtons teori om tyngdekraften, publisert i *Principia* fra 1687, var gyldig frem til 1905, da Albert Einstein publiserte den spesielle relativitetsteorien. Einstein påpekte hvordan observatører oppfatter hendelser ulikt avhengig av deres relative bevegelse, og at lysets hastighet er konstant.

En illustrasjon av den spesielle relativitetsteorien er at hvis du står stille, vil du måle lys som beveger seg forbi deg med en hastighet på 300 000 kilometer i sekundet. Hvis du derimot beveger deg med en hastighet på 16 000 kilometer i sekundet, vil du registrere lysets hastighet forbi deg som 283 000 kilometer i sekundet. Begge observasjonene er korrekte, og det var dette som fikk Einstein til å postulere at tid og rom henger nøye sammen.

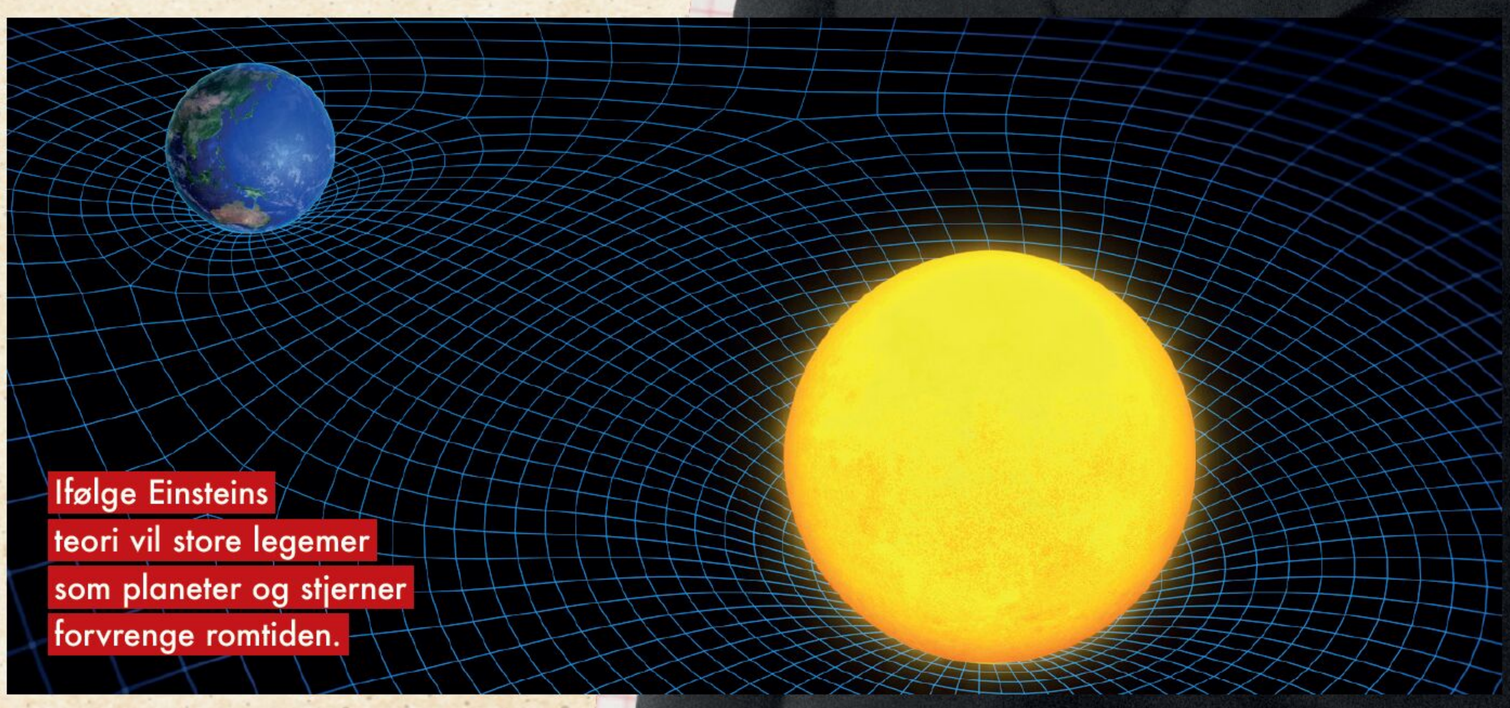
Ti år senere publiserte han den generelle relativitetsteorien, som tok for seg tyngdekraftens natur. Han foreslo at massive objekter forvrenger romtiden, og at denne kraften manifesterer seg som gravitasjon. Et eksempel er at når lys passerer en stjerne, vil det avbøyes slik at det følger krumningen i romtiden.

Ifølge Newtons prinsipper skulle Merkur for eksempel følge en annen retning med 5600 buesekunder per århundre når den nærmer seg solen. Det er et avvik på 43 buesekunder per århundre, og dette kan bare forklares med Einsteins begrep om krummet romtid. En så liten slingring, der ett buesekund tilsvarer 1/3600 grad, vil føre til at den krasjer inn i solen i løpet av noen milliarder år.

Einsteins teori forklarer også at prosesser i nærheten av et massivt legeme går langsommere på grunn av gravitasjonell tidsdilatasjon, og at voldsomme hendelser som kollisjoner mellom svarte hull kan forårsake små krusninger i tid og rom, som han kalte gravitasjonsbølger.



Einsteins teorier og genialitet gjorde ham kjent utenfor vitenskapens verden.

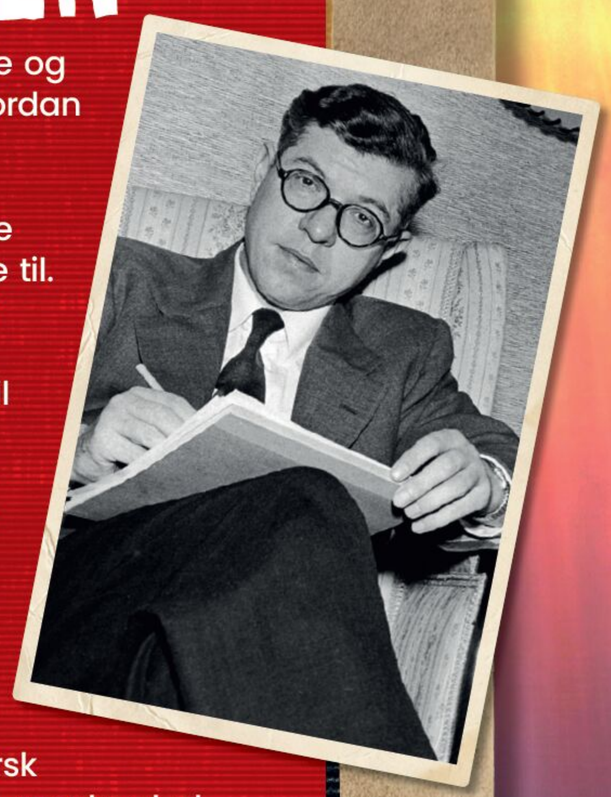


Ifølge Einsteins teori vil store legemer som planeter og stjerner forvrenge romtiden.

© Adobe Stock; Getty; Alamy

BIG BANG-TEORIEN

Én ting er å observere og forsøke å forklare hvordan universet fungerer, men noe helt annet er å forsøke å forklare hvordan universet ble til.



Opprinnelsesmyter for universet har florert i alle kulturer til alle tider. De gamle egypterne trodde at guden Ra ble født ut av et mørkt, kaotisk urvann, og at han brakte orden og lys til verden. Andre kulturer, som kinesisk, gresk, romersk og hinduisk mytologi, mente at et kosmisk egg bidro til å skape vår verden, enten ved å fragmentere seg selv i universets elementer eller ved å føde guder.

I kristendommens Første Mosebok står det at Gud skapte universet på seks dager etter å ha befalt: «La det bli lys.» For de bokstavtro er dette sannheten, mens andre tolker det som en symbolsk måte å formidle at det bare finnes én Gud, og at vi er skapt i hans bilde.

I den vitenskapelige verden ble det fremsatt en teori om at universet er i stabil tilstand. Teorien ble lansert av Fred Hoyle, Hermann Bondi og Thomas Gold i 1948. Ifølge dem var universet uendelig gammelt og uendelig stort, og i stor skala forandret det seg ikke. I mindre målestokk anerkjente de at stjerner riktignok brenner opp og blir til nøytronstjerner, svarte dverger og svarte hull, men at de hele tiden blir erstattet av nye stjerner.

Fred Hoyle fnøs av det han hånlig kalte big bang-teorien, fordi han mente at Moseboken fikk for mye innflytelse på forskernes tenkning. Big bang-teorien går ut på at for ca. 13,8 milliarder år siden oppsto alt av rom, tid, materie og energi fra en liten og intenst varm singularitet, og at den siden har utvidet seg og avkjølt seg for å danne stjerner og galakser.

Oppdagelsen av kvasarer, stjernenes alder, galaksers bevegelse og andre observasjoner de siste årene gir støtte til big bang-teorien, og den er den beste forklaringen vi har på vår begynnelse.

«OPPRINNELSESMYTER FOR UNIVERSET HAR FLORERT I ALLE KULTURER TIL ALLE TIDER.»

Galaksen NGC 4603 var gjenstand for en studie med Hubble Space Telescope for å lokalisere kefeider – variable stjerner.



Hubble observerte andre galakser, noe som ga oss et videre bilde av universet.

UNIVERSETS ALDER

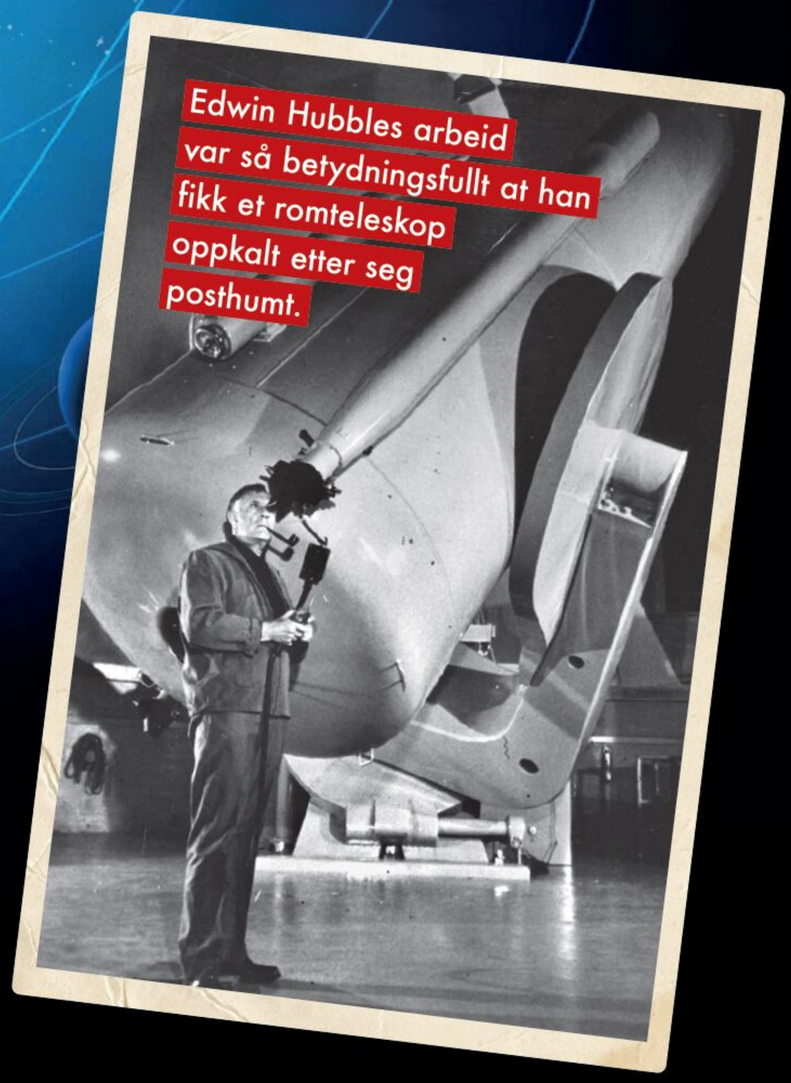
Johannes Kepler og Isaac Newton mente at bibeltekstene var historisk korrekte, og ved å studere dem konkluderte de med at jorden var 6000 år gammel.

På slutten av 1800-tallet beregnet astronomene de kjemiske reaksjonene som kreves for å holde solen brennende, og konkluderte at solen var rundt 100 millioner år gammel. På 1900-tallet viste studier av radioaktivt forfall i steiner og asteroider at de var milliarder av år gamle. Den nye kjernefysikken gjorde det mulig å forstå de indre kjernefysiske prosessene i solen vår bedre, og dette viste at den er 4,5 milliarder år gammel. Disse bevisene fører til den konklusjonen at jorden og solsystemet er like gamle.

Et stort skritt i retning av å finne ut av universets alder ble tatt av Edwin Hubbles arbeid på 1920-tallet. Ved å studere kefeider, som er variable stjerner, i spiraltåker konkluderte han med at de måtte eksistere langt utenfor vår galakse Melkeveien. Hubble kunne meddele at disse stjernetåkene faktisk er galakser i seg selv, noe som beviste at Melkeveien bare er en liten del av universet.

En annen oppdagelse var at lysspekteret fra galaksene skiftet mot den blå delen av spekteret når de beveget seg mot jorden, og at de som beveget seg bort fra jorden, viste en forskyvning mot den røde delen av spekteret.

Ved å studere 18 galakser konkluderte Hubble med at jo lenger unna en galakse er, jo raskere beveger den seg bort fra oss,



Edwin Hubbles arbeid var så betydningsfullt at han fikk et romteleskop oppkalt etter seg posthumt.

noe som ble kjent som Hubble-Lemaîtres lov. Basert på målingene sine konkluderte han med at universet begynte i et enkelt energiutbrudd og siden har beveget seg bort fra dette utgangspunktet. Hubbles banebrytende arbeid førte til støtte for big bang-teorien, og universets alder ble fastsatt til 13,7–13,8 milliarder år.

© Adobe Stock; Getty; Alamy; NASA



DET MYSTISKE UNIVERSET

Gjør deg klar for en spektakulær reise gjennom universets mange mysterier og gåter, som vitenskapens verden aldri slutter å forundre seg over!

Vi utforsker mysteriene rundt big bang, undersøker galaktiske gåter som svarte hull og kvasarer og ser nærmere på litt mer nærliggende fenomener, som hvordan månen vår ble dannet. Videre kan du fordype deg i den alltid like spennende jakten på utenomjordisk liv, og vi tar dessuten for oss mer eksistensielle temaer som universets undergang og teorien om hvorvidt vi lever i et multivers.
Så spenn deg fast og gjør deg klar til utskytning
– universets mysterier venter!

ORAGE

2025 / 189,90

ISBN: 978-82-8447-594-3