

Nordic

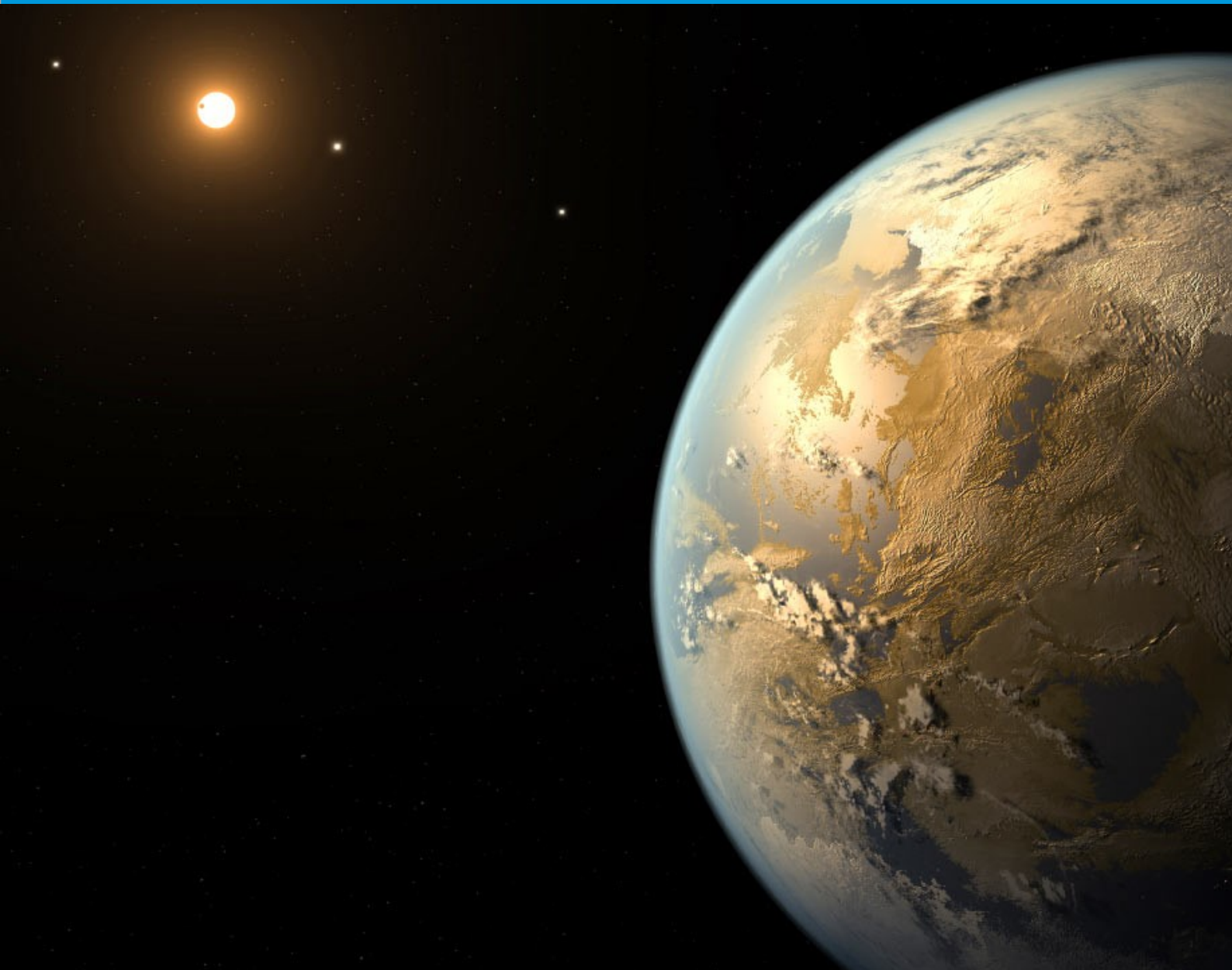


AKTIVITET

Klassetrinn grunnskolen

Er vi alene?

Jakten på ekstrasolare planeter



Lærerveiledning og elevaktivitet

Innhold

Innhold

Innledning	2
Oversikt over leksjoner	3
Bakgrunn	5
Hva kan vi lære av eksoplaneter?	5
Metoder	5
Historie	7
Viktige eksoplanetjegerne	9
Kilder	9
Appendiks – ordliste	10



Innledning

Jorda er det eneste stedet vi vet om som har liv. Planeten vår er spesiell fordi den er dekket av flytende vann som er viktig for liv. Flytende vann er mulig her fordi jorda ligger i akkurat passe avstand til sola, der det ikke er for kaldt og ikke for varmt. Vi sier at jorda ligger i det som kalles beboelig sone – Goldilocks zone, på engelsk.

Men kan det være en annen jordliknende planet et annet sted i universet, som går i bane rundt en annen stjerne, i riktig avstand til at den kan være beboelig? Med hjelp av moderne instrumenter kan forskere nå lære mer om disse fjerne planetene og atmosfæren deres.

Planeter som går i bane rundt andre stjerner enn sola, kalles for ekstrasolare planeter, eller bare eksoplaneter. De første eksoplanetene ble oppdaget på 1990-tallet, men siden den gang har det blitt funnet mange flere, per juni 2018 er tallet oppe i 3735 planeter.

De fleste metodene som brukes for å finne slike eksoplaneter, forteller lite annet om planeten enn størrelsen, massen og banen den har rundt stjerna, men astronomer ønsker å oppdage og vite mer. Hva slags planeter er det, er det en stein- eller gassplanet? Er den iskald eller veldig varm?

Denne aktivitetspakken inneholder ni leksjoner med øvelser basert på den spennende jakten etter planeter utenfor vårt solsystem. De tar for seg ulike metoder som brukes for å oppdage eksoplaneter og hva forskere ser etter for å finne ut om det kan være liv der. Gjennom disse aktivitetene får elevene innsikt i vitenskapelig metode og får også bruke både kreativitet og fantasi når de prøver seg som eksoplanetjegere. Aktivitetene gir også et innblikk i variasjonene og karrieremulighetene innenfor astronomi og romrelatert industri.

Aktivitetene passer for grunnskolen og kan fint brukes enkeltvis eller i en hvilken som helst rekkefølge. Alle aktivitetene inneholder lærerveiledning, aktivitetsbeskrivelse, læringsmål og utstyrsliste. Flere av øvelsene egner seg også godt til tverrfaglige prosjekter.

Under følger en oversikt over de ulike leksjonene og mer bakgrunnsstoff. Man trenger ikke alt bakgrunnsstoffet i dette dokumentet for å utføre de ulike aktivitetene da det skal være nok beskrivelse i hver enkelt leksjon, dette er kun ment som støttemateriale.

Oversikt over leksjoner

Leksjon 1: Til evigheten og forbi

Vårt solsystem

Plotting av planetbaner i vårt solsystem og fjerne solsystemer

Beregning av beboelig sone og plotting av baner til kjente eksoplaneter

James Webb teleskopet

Leksjon 2: Er vi alene?

Hva ser vi etter?

ESA/NASA Hubble Space Telescope

Produsering og testing av karbondioksid

Spill: Design ekstremofiler

Leksjon 3: Atmosfærisk

Spitzer Space Telescope oppdager atmosfærer

Kromatografi

Lysspaltning

Bruk av spektre for å identifisere atmosfærisk sammensetning

Fordamping og kondensering

Skyer i en flaske

Leksjon 4: Ikke for varm eller kald

Måling av hvor varm eller kald planeten er

Infrarød data samlet av Spitzer Space telescope

Undersøkelse av varmeledere ved bruk av termokromatisk papir og

temperaturendringer over tid ved bruk av dataloggere

Smarttelefoner og infrarødt lys

Leksjon 5: Stjerneformørkelse

Oppdagelse av fjerne solsystem med transittmetoden

Lys og skygge

Dataloggere måler lys

Analyse av lyskurver fra planetpassasjer

Leksjon 6: May the force be with you

Magnetfelt

Lag en elektromagnet

Undersøkelser av magneter

Leksjon 7: Hallo! Kan du høre meg?

Sending av beskjeder over store avstander

Telefon av boks og tråd

Lytt til jordas naturlige signaler

Radiobølger

Morsekode

Leksjon 8: Musikk eksoplanet-style

TRAPPIST-1 solsystemet

Rommusikk

Scratch program

Leksjon 9: Eksoplanet reisebyrå

Design en eksoplanet

Beskriv de fysiske egenskapene til eksoplaneten og levetilstandene

Vedlegg: Rollekort

5 rollekort med titler til bruk og fordeling av ansvarsområder i gruppearbeid

Forklaring på de ulike ansvarsområdene

Bakgrunn

Astronomer har lenge antatt at det finnes andre solsystemer enn vårt eget, og leter etter slike ekstrasolare planeter, eller eksoplaneter.

Hva kan vi lære av eksoplaneter?

I jakten på andre planeter er et av fokusene på å finne planeter der det er mulig å finne liv. Det er nå funnet flere kandidater der man tenker at liv er mulig fordi planeten befinner seg i beboelig sone, altså den er ikke for varm eller for kald til at det kan være flytende vann på overflaten. Flere av leksjonene i denne samlingen tar for seg dette spennende spørsmålet.

I tillegg til at vi er nysgjerrige på om det finnes andre planeter med liv der ute, kan jakten på eksoplanter også lære oss mye om vårt eget solsystem. Ved å studere andre stjernesystemer, kan vi lære mer om dannelsen av vårt solsystem og om vårt solsystem er et typisk eksempel på alle stjernesystemene.

Metoder

Det finnes flere metoder for hvordan en slik planet kan oppdages, og de beste metodene er ikke observasjon av planetene direkte, men indirekte observasjoner der man ser på hvordan moderstjerna blir påvirket av planeten som går rundt den. Her følger en kort forklaring på noen av de vanligste metodene som brukes.

Dopplermetoden

Denne metoden utnytter *dopplereffekten*, et fenomen som oppstår når observatør og kilde beveger seg relativt til hverandre. Dersom de beveger seg fra hverandre vil bølgefrequensen bli lavere, omvendt vil frekvensen øke dersom kilden beveger seg mot observatør. For eksempel vil sirenene på en bil som kjører forbi deg høres som en mer høyfrekvent tone når den kommer mot deg enn når den kjører vekk fra deg, dette fordi øret ditt mottar flere svingninger per sekund da enn når den er på vei bort. På samme måte brukes dette i astronomi når man observerer elektromagnetiske bølger. Dersom lyskilden beveger seg mot observatør vil spektrallinjene forskyves mot blått (høyere frekvens) og dersom lyskilden er på vei bort fra observatør vil spektrallinjene forskyves mot rødt (lavere frekvens).

Når en planet går rundt en stjerne vil stjerna bevege seg litt på grunn av gravitasjonskreftene mellom dem, denne bevegelsen gjør at vi får en dopplereffekt i det elektromagnetiske spekteret fra stjerna, vi får en blåforskyvning når den er på vei mot oss og en rødforskyvning på vei fra oss. Denne forskyvningen vil være periodisk lik planetens omløpstid, og brukes til å regne seg fram til at en planet beveger seg rundt stjerna. Så langt har denne metoden vist seg å være den mest suksessfulle metoden for funn av ekstrasolare planeter.

Astrometri

I denne metoden ser man på svingningene en stjerne vil ha på grunn av gravitasjonen fra planeten som går rundt den (som i dopplermetoden), og observerer dette ved at den beveger seg i en liten sirkel på himmelen. Ikke før i 2012 ble det oppdaget en planet med denne metoden.

Transittmetoden (stjerneformørkelse)

En planet som passerer mellom jorda og sin egen stjerne, kalles en planetpassasje eller stjerneformørkelse. Når planeten passerer vil den blokkere for noe av lyset fra stjerna, som gjør at vi får en liten lysreduksjon i lyset som observeres fra stjerna. Observasjonene kan vises ved en lyskurve og man vil se hvordan lyset reduseres periodisk. Reduksjonen i lysstyrken er svært liten, gjerne bare en eller to prosent – denne metoden krever derfor en viss størrelse på planeten. Metoden krever også at planetens bane forbi stjerna er i synsvinkelen til observatøren.

Med nye verktøy og instrumenter, som for eksempel romobservatoriet Kepler (skutt opp i 2009) har metoden blitt mer nøyaktig og metoden derfor enda viktigere i jakten på eksoplaneter.

Denne metoden kan også gi oss noen svar når det gjelder atmosfæren til planeten (dersom den har noen). Når planeten er mellom stjerna og observatør vil lyset fra stjerna passere gjennom dets atmosfære før den mottas av observatør. I atmosfæren vil noe av lyset bli absorbert og vi vil få et absorpsjonsspekter. Om man sammenligner spektre før og etter (eller før og underveis) får astronomene informasjon om sammensetningen av gasser i atmosfæren.

Mikrolinsing

Mikrolinsing, en form for gravitasjonslinsing, bruker fenomenet gravitasjon. Gravitasjonskrefter virker mellom alle objekter og påvirker også lys. Et stort objekt med mye masse vil bøye lyset rundt objektet slik at lyset blir litt forsterket. Tenk deg at en stjerne passerer forbi i nærheten av en annen stjerne, da vil strålingen fra bakgrunnsstjerna bli bøyd og vi mottar et forsterket signal. Dersom stjerna i forgrunnen har en planet som går i bane rundt, vil dette påvirke endringen i strålingen, slik at vi får en stråle til. Denne metoden er nyttig når det gjelder fjerne objekter, ulempen er dessverre at det krever at bakgrunnsstjerna og forgrunnsstjerna er på linje med observatør, noe som kanskje bare observeres en gang. Planeter som oppdages med denne metoden må derfor undersøkes og bekreftes også med andre metoder.

Direkte observasjoner

Å finne eksoplanter ved å se dem/ta bilder av dem direkte er svært vanskelig på grunn det sterke lyset fra moderstjerna. For å kunne gjøre dette må man først gjøre lyset fra stjerna svakere. En måte å gjøre dette på er å bruke infrarød stråling, i stedet for synlig lys, på den måten vil kontrastene bli mindre. For eksempel vil en planet på størrelse med Jupiter bare lyse med en milliondel av lysstyrken til sin stjerne om vi ser på det synlige spekteret, men bruker vi det infrarøde spektret vil Jupiter lyse med en tusendels lysstyrke til stjerna – altså er kontrasten mellom det lyset som planeten og stjerna utstråler mye mindre her.

En annen metode er å bruke en koronagraf som lager en kunstig stjerneformørkelse ved å blokkere det blendende lyset til stjerna og vi ser bare koronaen og det ytre av stjernas atmosfære.

Direkte observasjon er den eneste måten å oppdage viktige faktorer som mengde vann på overflaten og egenskaper til biosfæren.

Historie

Jakten på slike planeter kan være vanskelig, men med moderne teknologi og utstyr er det mulig. Her følger et utvalg over noen av de viktige hendelsene i jakten etter ekstrasolare planeter, fra den spede begynnelse på 90-tallet til en eksplosjon av funn de siste 10 årene.

1992

For første gang ble det funnet planeter utenfor vårt solsystem. Oppdagelsen ble gjort av Aleksander Wolszczan og Dale Frail og de fant tre planter i bane rundt en pulsar.

1995

Den første eksoplaneten rundt en hovedserie stjerne (slik som solen er) blir oppdaget. Planeten går i bane rundt stjerna 51 Pegasi, og ble oppdaget av Michel Mayor og Didier Queloz.

1999

Den første planeten blir oppdaget ved hjelp av transittmetoden, to uavhengige team observerte en planet som passerte forbi stjerna HD 209458 i stjernebildet Pegasus.

2001

For første gang blir det funnet en eksoplanet i beboelig sone, planetens bane er i omtrent samme avstand til sin stjerne som avstanden mellom jorda og sola. Planeten er nesten seks ganger så massiv som Jupiter.

2002

Etter funn av en rekke solsystemer med gigantplaneter svært nær sin moderstjerne eller svært eksentriske baner, blir det endelig funnet et «normalt» solsystem. De har nå funnet en Jupiter-lik planet som har en omløpsbane omtrent som vår egen Jupiter. Denne planeten går i bane rundt stjerna 55 Cancri.

2003

Det Canadiske romteleskopet MOST blir skutt opp, dette teleskopet skal oppdage lysendringer til stjerner og kan observere eksoplaneter når de passerer sin moderstjerne (transittmetoden).

Spitzer space telescope blir skutt opp. Dette teleskopet er et infrarødt teleskop som skal observere eksoplaneter og samle data om både størrelse og atmosfære.

2004

For første gang blir det tatt et direkte bilde av en eksoplanet.

Dette året blir det for første gang oppdaget en mulig steinplanet, denne eksoplaneten har en masse på 14 ganger jordas.

2005

Spitzer space telescope blir for første gang brukt til direkte observasjon av infrarødt lys fra en eksoplanet. Dette er første gang astronomer ser lyset fra en eksoplanet direkte.

2006

En eksoplanet på størrelse med jorda oppdages for første gang, den er bare 5 ganger så stor som jorda. Funnet er en del av et stort samarbeidsprosjekt.

I desember blir den franske satellitten CoRoT skutt opp og den oppdager en eksoplanet i mai året etter.

2007

Den mest jordliknende planeten oppdages 20 lysår unna og kan muligens ha vann på overflaten.

2009

Romteleskopet Kepler blir skutt opp. Teleskopet er virksomt i fire år frem til 2013 og bidrar til funn av over 1000 eksoplanter.

2010

VLT, Very Large Telescope, fanger første direkte spektrum av en eksoplanet, og oppdager også første superstorm på en eksoplanet.

Dette året klarer også astronomene for første gang å følge en eksoplanets bevegelse mens den er på andre siden av sin stjerne.

Seks eksoplaneter blir funnet som går rundt sin moderstjerne motsatt vei av hva stjerna roterer.

2011

Keplers første funn av en ekstrasolar steinplanet. Den er opp til da også den minste, bare 1.4 ganger så stor som jorda.

2014

K2 (Keplers etterfølger) blir skutt opp.

Første funn av planet på størrelse med jorda som også er i den beboelige sonen blir funnet.

2015

Next-Generation Transit Survey (NGTS), nye eksoplanetteleskoper på Paranal, Chile, gjør sine første observasjoner. De tolv teleskopene skal lete etter eksoplaneter ved hjelp av transittmetoden.

2016

Det blir funnet en planet i beboelig sone rundt vår nærmeste stjernenebo, Proxima Centauri

2017

Bare 11 lysår unna oppdages en temperert planet på størrelse med jorda, denne går i bane rundt en inaktiv rød dvergstjerne og kan derfor være aktuell for å finne potensielt liv.

Med funnet av Kepler 90i i desember, har man nå oppdaget det første 8 planetsystemet, da dette var en planet i samme system som 7 tidligere oppdagede planeter.. Dette Kepler 90 systemet er en slags mini versjon av vårt solsystem og er 2545 lysår unna jorda.

Dette er bare noen av funnene på eksoplaneter, med de nye teleskopene og instrumentene som har kommet de siste årene blir det nå funnet mange ekstrasolare planeter hvert år.

Tallet på antall planeter utenfor vårt solsystem har nådd 3546, men vil trolig stige raskt i årene som kommer.

Viktige eksoplanetjegerere

Spitzer Space Telescope: Et infrarødt romteleskop som NASA sendte opp 24 august 2003. Teleskopet er designet til å se på infrarød stråling (varmestråling). Dette tillater teleskopet å observere deler av universet som man ikke ser med et optisk teleskop.

Kelper missions: Romteleskoper som har som hovedoppgave å delta i jakten etter ekstrasolare planeter. Det første teleskopet ble sendt opp i 2009, men en feil gjorde at det i 2013 måtte avsluttes. I 2014 ble K2 skutt opp og skal etter planen være operativt til 2017 eller 2018. Kepler er en viktig bidragsyter til mange funn de senere år.

HARPS – High Accuracy Radial velocity Planet Searcher: Verdens ledende eksoplanetjeger og befinner seg på La Silla observatoriet, Chile som tilhører ESO (European Southern Observatory).

VLT – Very Large Telescope: Også et ESO teleskop som ligger på Paranal-fjellet og er ESOs fremste observatorium for observasjoner på den sørlige halvkule og infrarøde bølgelengder. Observatoriet består av fire identiske teleskoper der hovedspeilet har en diameter på 8,2 meter. Alle operer uavhengig av hverandre, og siden de har ulike instrumenter kan de gjøre en rekke ulike observasjoner. De kan også jobbe sammen ved at signalene som mottas fra hvert av teleskopene kan koples sammen. I tillegg til de fire hovedteleskopene har VLT også fire hjelpeteleskoper med 1.8 meter diameter speil. VLT spilte en avgjørende rolle i funnet av de 7 planetene som går i bane rundt stjerna TRAPPIST-1.

ESPRESSO – The Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations: Neste generasjons planetjeger som er installert på ESOs Very Large Telescope i Chile. Denne spektrografen skal være etterfølgeren til HARPS. I desember 2017 gjorde den sin første observasjoner.

Kilder

- Innholdet er utviklet av ESERO UK, men oversatt og tilpasset av Nordic ESERO
- https://www.eso.org/public/archives/presskits/pdf/presskit_0005.pdf
- https://snl.no/ekstrasolar_planet
- <https://exoplanets.nasa.gov/>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/overview/index.html
- <https://www.eso.org/public/norway/news/#>

Appendiks – ordliste

Absorbsjonsspekter: Når elektromagnetiske stråler går igjennom en gass, vil noen av bølgene bli absorbert av gassen. Ulike gasser absorberer ulik stråling med ulike bølgelengder og viser seg som mørke striper i spekteret. Dette spekteret kan brukes til å identifisere en gass. Under ser du spekteret til jern.



Dersom en gass varmes opp eller tilføres energi vil den sende fra seg stråling med helt spesielle bølgelengder, da får vi et emisjonsspekter. Dette kan også brukes som et grunnstoffs «fingeravtrykk».

Astronomisk enhet (AU, AE på norsk): Dette er den gjennomsnittlige avstanden mellom jorda og sola. Jordas bane er elliptisk så avstanden varierer, derfor er det regnet ut et gjennomsnitt som er $AE = 149\,597\,870\,700$ meter.

Beboelig sone: Den beboelige sone, eller Goldilocks zone, er området rundt ei stjerne hvor temperaturen er hverken for varm eller for kald for vann å finnes i flytende form. Muligheten for at det finnes flytende vann på en planet kommer blant annet an på avstanden fra sola, men også på størrelsen og temperaturen på sola

Brun dverg: Et himmellegeme som har en masse mellom massen til en gasskjempe og en liten stjerne. Vi kan kalle dem stjerner som aldri ble stjerner, de hadde rett og slett for liten masse til å kunne starte fusjonsprosesser i kjernen. Man antar at disse brune dvergene sender ut infrarød stråling. Brune dverger har forskjellige farger, til tross for navnet.

Dopplereffekt: Et fenomen som oppstår når lys- eller lydkilden beveger seg mot eller fra observatøren. Dersom en lyskilde beveger seg vekk fra observatøren, vil bølgene som mottas bli lengre og lyset vil se rødere ut – rødforskyvning.

Motsatt dersom lyskilden beveger seg mot observatøren vil bølgene som mottas bli kortere og lyset ser blåere ut – blåforskyvning.

Dette brukes mye i astronomiske studier av hvordan universet utvikler seg, eller som vi ser av aktivitetene her – jakt etter eksoplaneter.

Elektromagnetisk stråling: Stråling som har både elektriske og magnetiske egenskaper. Elektromagnetisk stråling kan beveges seg gjennom tomt rom, i motsetning til f.eks. lydbølger. Det elektromagnetiske spekteret har bølgelengder fra de minste gammastrålene på 10^{-12} meter til de lengste radiostrålene på flere km. Synlig lys er en del av det elektromagnetiske spekteret.

Fusjon: Prosessen der to lette atomkjerner slår seg sammen til en tyngre atomkjerne. Denne prosessen foregår blant annet i stjerner og er grunnen til at de utstråler store mengder av energi.

Gul dverg: Stjerne på hovedserien med masse som vår egen sol, sola vår er en gul dverg. Når en gul dverg blir kaldere og dør, vil den ende opp som en hvit dverg.

Hovedseriestjerne: En stjerne som fusjonerer hydrogen til helium. Disse stjernene kan likevel variere mye i størrelse, temperatur og alder. Sola er en hovedseriestjerne.

Luminositet: Et mål på en stjernes lysstyrke, det forteller noe om hvor mye energi stjerna utstråler fra overflaten. Dette måles i watt, men oppgis gjerne i forhold til lysstyrken til vår egen sol.

Lysår: Den avstanden som lyset beveger seg i løpet av ett år. Lyset har en konstant hastighet på omtrent 300 000 km/s. Regnestykket for å finne et lysår i kilometer blir derfor:

$$365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 300\,000 = \mathbf{9\,460\,800\,000\,000\ km}$$

Solas nærmeste stjernenebø er fire ganger denne avstanden, som sier noe om de enorme avstandene i universet.

Oransje dverg: En hovedseriestjerne. Den er en mellomstor stjerne som er noe svakere enn vår egen sol.

Planet: Et himmellegeme som går i bane rundt en stjerne. Den er massiv nok slik at gravitasjonskreftene gjør den sfærisk og har ryddet unna andre småobjekter i sitt nabolag. Det er det siste punktet som gjorde at Pluto mistet sin status som planet i 2006.

Rød dverg: En hovedseriestjerne, den er liten, gammel og relativt kald.

Stjerne: Et himmellegeme som har fusjonsprosesser i kjernen