

HACKE EN EKSOPLANET

Bli en romdetektiv

Ditt oppdrag er å analysere Cheops-data fra eksoplanetene **KELT-3b** og **TOI-560c** og fylle ut de manglende opplysningene i saksmappene.

Gjennom sine vitenskapelige oppdrag søker ESA etter svar på vår tids største spørsmål, som universets mysterier, forståelsen av solsystemet og jakten på beboelige planeter eller liv utenfor vår egen planet.

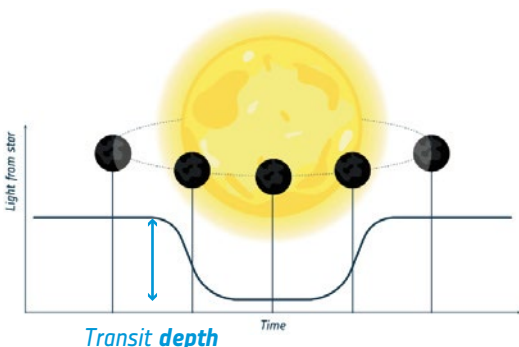
I disse utfordringene vil du bli med forskere i jakten på disse svarene og hjelpe dem med å forstå disse to mystiske fremmede verdenene.



Eksoplaneter: det grunnleggende



Cheops' oppdrag er å observere kjente eksoplaneter og karakterisere dem ved å se på reduksjonen i stjernelyset som forårsakes av planetenes passering av sine vertsstjerner. Cheops observerte de to mystiske eksoplanetene **KELT-3b** og **TOI-560c** i januar 2023.



Eksoplaneter er vanskelige å oppdage, ettersom signalet som mottas fra dem er lite i forhold til det mye større signalet som kommer fra deres større, lysere vertsstjerner. En av metodene for å oppdage eksoplaneter er **transittfotometri**.

Eksoplaneten oppdages ved å måle en reduksjon i lyset som kommer fra stjernen når eksoplaneten passerer mellom stjernen og teleskopet, dette kalles en **eksoplanetpassasje**. En **lyskurve** er en måling av stjernens lys over en tidsperiode. Til venstre ser du representasjonen av reduksjonen i en lyskurve for en stjerne under en eksoplanetpassasje, også kalt passasjedybde.



Astronomene bruker spesifikke programverktøy for å analysere dataene og tilpasse matematiske modeller. Du kan få tilgang til et verktøyet astronomene bruker for å analysere disse eksoplanetene: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter.

UTFORDRING 1 - Fyll ut de manglende opplysningene i KELT-3b-saksmappen



KELT-3b



Kjappe fakta:

TYPE

Hot Jupiter

RADIUS AV PLANETEN



PLANETENS MASSE

$617 \pm 105 M_{\text{EARTH}}$

OMLØPSTID



AVSTAND TIL VERTSSTJERNEN



TETTHET



OPPDAGET

2012 av KELT-undersøkelse

KJENNETEGN

oppblåst og gassformig

SAMMENSETNING



TEMPERATUR

$1543^{+37}_{-39} \text{ } ^\circ\text{C}$

Denne eksoplaneten, kjent som **KELT-3b**, er den tredje eksoplaneten som ble funnet av KELT-undersøkelsen, og ligner ikke på noe annet vi har sett i solsystemet vårt.

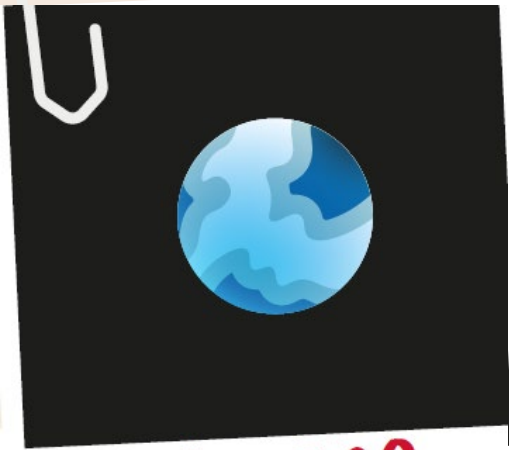
Cheops observerte denne mystiske eksoplaneten den **22. januar 2023** klokken **23:20 CET**. Ved å analysere dataene har vi oppdaget at KELT-3b er...

Sammenlignet med planetene i solsystemet er KELT-3b...

KELT-3 er en solliggende stjerne 690 lysår fra jorden i stjernebildet Løven. KELT-3 er litt større enn solen vår.

Stjernens masse = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Radius av stjernen = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



Kjappe fakta:

TYPE

Mini-Neptun

RADIUS AV PLANETEN

PLANETENS MASSE

$9,70^{+1.80}_{-1.70} M_{\text{EARTH}}$

OMPLØPSTID

AVSTAND TIL VERTSSTJERNEN

TETTHET

OPPDAGET

2021 av TESS-undersøkelse

KJENNETEGN

antas å være lik Neptun

SAMMENSETNING

TEMPERATUR

$225 \pm 15 \text{ } ^\circ\text{C}$

Sammenlignet med KELT-3b er TOI-560c nesten tropisk, selv om den fortsatt er flere hundre grader varmere enn jorden.

Cheops observerte denne mystiske eksoplaneten den **23. januar 2023** klokken **13:12 CET**. Ved å analysere disse dataene har vi oppdaget at TOI 560c er...

Sammenlignet med planetene i solsystemet er TOI-560c...

TOI-560, også kjent som HD 73583, er en liten oransjerød stjerne i stjernebildet Hydra, rundt 103 lysår fra jorden. TOI-560 er mindre og kjøligere enn solen vår. I tillegg til TOI-560c er det en annen planet som går i bane rundt denne stjernen, TOI-560b.

Stjernens masse = $0,73 \pm 0,02 M_{\text{Sol}}$
 Radius av stjernen = $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sol}}$

START HER



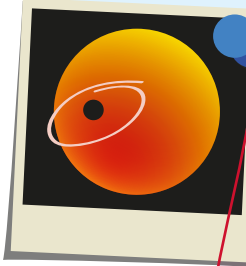
HVORDAN STUDERE EKSOPLANETER?

Eksoplaneter er planeter utenfor vårt eget solsystem, som går i bane rundt en annen stjerne enn solen vår. Forskere bruker teleskoper for å oppdage signaturene deres.

DU ER KLAR TIL Å STARTE ETTERFORSKNINGEN!

BRUK ALLESFITTER-VERKTØYET FOR Å FÅ TILGANG TIL DATA SAMLET INN AV CHEOPS-SATELLITTEN OG FOR Å ANALYSERE TO MYSTISKE EKSOPLANETER: KELT-3B OG TOI-560C.

STØRRELSEN PÅ EKSOPLANETEN



Lysreduksjonen under en planetpassasje, tilsvarer forholdet mellom arealet av planetskiven og arealet av stjerneskiven. Ved å måle reduksjonen og dersom du kjenner stjernens radius (R_s) kan du bestemme eksoplanetens radius (R_p).

$$\text{transit depth (\%)} \approx \frac{\pi R_p^2}{\pi R_s^2} \times 100$$

HVORDAN ER DITT ESTIMAT AV EKSOPLANETENS STØRRELSE SAMMENLIGNET MED DEN BESTE VERDIEN I ALLESFITTER-MODELLEN?

OMLØPSTID

Omløpstiden, T , til en planet er tiden det tar planeten å fullføre ett helt omløp rundt stjernen sin. Hvis det observeres flere passasjer for den samme eksoplaneten, er tidsintervallet mellom de registrerte passasjene i lyskurven et direkte mål på planetens omløpstid.

NÅR BLIR NESTE PASSERING AV EKSOPLANETEN DIN?

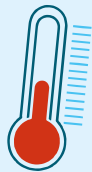


BANEAVSTAND

Basert på omløpstiden, T , kan vi ved hjelp av **Keplers tredje lov**, utlede **avstanden**, d , mellom planeten og stjernen. Der G er gravitasjonskonstanten og M_{stjerne} er massen til stjernen.

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_{\text{stjerne}}} \right) d^3$$

HVORDAN ER BANEAVSTANDEN BEREGNET VED HJELP AV KEPLERS TREDJE LOV SAMMENLIGNET MED RESULTATET FRA DEN BESTE MODELLTILPASNINGSVARDIEN?



TEMPERATUR

En planets temperatur bestemmes for det meste av avstanden til vertsstjernen og av tilstedeværelsen av en atmosfære. Temperaturen er en viktig faktor som må vurderes for å avgjøre om en planet er beboelig. Når en planet går i bane rundt en stjerne i en avstand der det kan finnes flytende vann, befinner planeten seg i den beboelige sonen.

TROR DU EKSOPLANETEN DIN ER I DEN BEBOELIGE SONEN TIL VERTSSTJERNEN SIN?



SAMMENSETNING

Massen, M , til en eksoplanet kan ikke bestemmes ut fra transittmetoden. Andre metoder kan brukes til dette, som radialhastigheten. Når både planetens masse og radius er kjent, kan vi estimere tettheten, ρ , og sammensetningen til eksoplaneten.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Der V er volumet til eksoplaneten. For å beregne planetens volum, antar du at den er en perfekt kule:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

HVA ER TETTHETEN TIL EKSOPLANETEN DIN? HVÅ TROR DU DEN ER SAMMENSATT AV?

SAMMENLIGNING

I solsystemet vårt deles planetene inn i to kategorier: steinplaneter og gassplaneter. Eksoplaneter kan imidlertid være svært forskjellige fra naboplanetene vi er vant til.

HVORDAN ER EKSOPLANETEN DIN SAMMENLIGNET MED JORDEN OG DE ANDRE PLANETENE I SOLSYSTEMET?



ORDLISTE

For å løse utfordringene trenger du informasjon om astronomiske størrelser og enheter. I astronomien presenteres målinger ofte i eksotiske enheter. Mange av disse enhetene er knyttet til størrelser som kan måles nøyaktig, for eksempel størrelsen på enkelte astronomiske objekter.

Astronomisk enhet (au)

En astronomisk enhet er middellavstanden mellom jorden og solen.

1 au = 149 597 870,7 km. Et lysår er betydelig større enn en astronomisk enhet. 1 ly = 63 241 au.

Solsradier (R_{Sol})

En solradius tilsvarer solens radius; denne enheten er nyttig når man sammenligner stjernestørrelser.

1 R_{Sol} = 695 700 km.

Jordradier (R_{Jord})

Jordens radius er omtrent 11 ganger mindre enn Jupiters radius.

1 R_{Jord} = 6 378 km.

Solens masse (M_{Sol})

Solen er en middels stor stjerne med en masse som er 330 000 ganger større enn jordas.

1 M_{Sol} = $1,9884 \cdot 10^{30}$ kg.

Jordens masse (M_{Jord})

Jorden er den største av steinplanetene i solsystemet vårt.

1 M_{Jord} = $5,9722 \cdot 10^{24}$ kg.

Gravitasjonskonstant (G)

Er en konstant som brukes ved beregning av gravitasjonskraften mellom to objekter.

$G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$

Lysets hastighet (c)

Lysets hastighet er konstant i vakuum, $c = 299\,792\,458$ m/s.

År (y)

Selv om det finnes flere ulike typer år, består *et år* i astronomien av 365,25 dager (31 557 600 sekunder).

Lysår (ly)

Ett lysår er den avstanden lyset tilbakelegger i løpet av ett år. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Informasjonsark om planeter i solsystemet

	Planet	Radius (R_{Jord})	Masse (M_{Jord})	Gjennomsnittlig baneavstand (au)	Omløpstid (dager)	Tetthet (g/cm^3)	Gjennomsnitts- temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Steinplaneter	Merkur	0.383	0.055	0.39	88	5.43	167
	Venus	0.949	0.815	0.72	224.7	5.24	464
	Jorden	1	1	1	365.25	5.51	15
	Mars	0.532	0.107	1.5	687	3.93	-65
Gasskjemper	Jupiter	11.21	317.8	5.2	4331	1.33	-110
	Saturn	9.45	95.2	9.6	10747	0.69	-140
	Uranus	4.01	14.5	19.2	30589	1.27	-195
	Neptun	3.88	17.1	30.2	59800	1.64	-200