

HAKKEROIDA EKSOPLANEETTA

Avaruusetsiväksi ryhtyminen

Tehtävänäsi on analysoida **KELT-3b:n** eksoplaneetoista saatuja Cheops-tietoja ja **TOI-560c** ja täydentävät puuttuvat tiedot tapaustiedoissaan.

ESA etsii tieteellisillä tehtävillään vastauksia aikamme suurimpiin kysymyksiin, kuten maailmankaikkeutemme mystereihin, aurinkokuntamme ymmärtämiseen ja asumiskelpoisten planeettojen tai elämän etsimiseen kotiplaneettamme ulkopuolelta.

Näissä haasteissa voit liittyä tiedemiesten seuraan etsimään vastauksia ja auttaa heitä ymmärtämään näitä kahta salaperäistä muukalaismaailmaa.

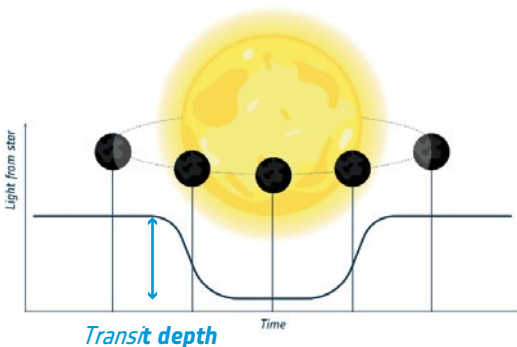


Eksoplaneetat: perusteet



Cheopsin tehtävänä on tarkkailla tunnettuja eksoplaneettoja ja luonnehtia niitä tarkastelemalla tähden valon painumista, joka johtuu planeettojen kulkemisesta isäntätähtensä ohi.

Cheops havaitsi kaksi salaperäistä eksoplaneettaa, **KELT-3b** ja **TOI-560c**, tammikuussa 2023.



Eksoplaneettoja on vaikea havaita, koska niiden vastaanottama signaali on pieni verrattuna niiden isompien ja kirkkaampien isäntätähtien paljon suurempaan signaaliin. Yksi eksoplaneettojen havaitsemismenetelmistä on **läpikulkufotometria**.

Eksoplaneetta havaitaan mittaamalla tähdestä tulevan valon himmeneminen, kun eksoplaneetta kulkee tähden ja teleskoopin välissä; tätä kutsutaan **eksoplaneetan läpikuluksi**. **Valokäyrä** on mittaus tähden valosta tietyn ajanjakson aikana. Katso vasemmalla olevaa kuvaa tähden valokäyrän notkahduksesta eksoplaneetan läpikulun aikana, jota kutsutaan myös läpikulun syvyydeksi.



Tähtitieteilijät käyttävät erityisiä ohjelmistotyökaluja analysoidakseen tietoja ja sovittaakseen matemaattisia malleja. Voit käyttää yhtä niistä työkaluista, joita tähtitieteilijät käyttävät näiden eksoplaneettojen analysointiin: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter.



KELT-3b

KELT-3b
CASE FILE

Pikatietoja:

TYYPPI

Kuuma Jupiter

PLANEETAN SÄDE



PLANEETAN MASSA

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

ORBITAALINEN AJANKOHTA



ETÄISYYS ISÄNTÄTÄHTEEN



TIHEYS



HAVAINNOITU

2012 KELT-tutkimus

OMINAISUUDET

pöhöttynyt ja kaasumainen

KOOSTUMUS



LÄMPÖTILA

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

KELT-3b on kolmas KELT-tutkimuksen löytämä eksoplaneetta, ja se on erilainen kuin mikään muu, mitä olemme nähneet Aurinkokunnassamme.

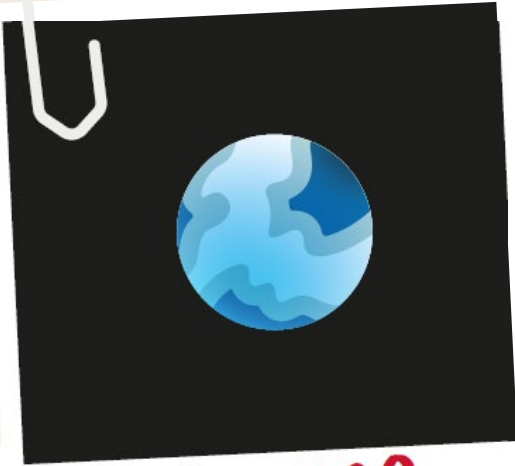
Cheops havaitsi tämän salaperäisen eksoplaneetan **22. tammikuuta 2023** klo **23:20 CET**. Analysoimalla tietoja olemme havainneet, että KELT-3b on...

Aurinkokunnan planeettoihin verrattuna KELT-3b on...

KELT-3 on auringon kaltainen tähti 690 valovuoden päässä Maasta Leijonan tähdistössä. KELT-3 on hieman Aurinkoa suurempi.

Tähden massa = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$.

Tähden säde = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$.



TOI - 560c

Nopeat faktat:

TYYPPI

Mini-Neptunus

PLANEETAN SÄDE



PLANEETAN MASSA

9,70 ^{+1.80} -1.70 M_{EARTH}

ORBITAALINEN AJANJAKSO



ETÄISYYS ISÄNTÄTÄHTEEN



TIHEYS



HAVAINNOITU

2021 TESS-tutkimus

OMINAISUUDET

uskotaan olevan samanlainen kuin Neptunus

KOOSTUMUS



LÄMPÖTILA

225 ± 15 °C

KELT-3b:hen verrattuna TOI-560c on lähes trooppinen, vaikka se onkin edelleen satoja asteita Maata lämpimämpi.

Cheops havaitsi tämän salaperäisen eksoplaneetan **23. tammikuuta 2023 klo 13:12 CET**. Analysoimalla näitä tietoja olemme havainneet, että TOI 560c on...

Aurinkokunnan planeettoihin verrattuna TOI-560c...

TOI-560, joka tunnetaan myös nimellä HD 73583, on pieni oranssinpunainen tähti Hydran tähdistössä, noin 103 valovuoden päässä Maasta.

TOI-560 on pienempi ja viileämpi kuin aurinkomme.

TOI-560c:n lisäksi tätä tähteä kiertää toinenkin planeetta, TOI-560b.

Tähden massa = **0,73 ± 0,02** M_{Sun}.

Tähden säde = **0,65 ± 0,02** R_{Sun}.

ALOITA TÄSTÄ



MITEN EKSOPLANEETTOJA TUTKITAAN?

Eksoplaneetat ovat oman aurinkokuntamme ulkopuolella olevia planeettoja, jotka kiertävät muuta tähteä kuin Aurinkoamme. Tutkijat käyttävät teleskooppeja havaitakseen niiden merkit.

OLET VALMIS ALOITTAMAAN TUTKIMUKSEN!

KÄYTÄ ALLESFITTER-TYÖKALUA CHEOPS-SATELLITIN KERÄÄMIIN TIETOIHIN JA ANALYSOI KAHTA SALAPERÄISTÄ EKSOPLANEETTA: KELT-3B JA TOI-560C.

EKSOPLANEETAN KOKO



Eksoplaneetan läpikulun syvyys vastaa planeetan kiekon pinta-alan ja tähden kiekon pinta-alan suhdetta. Mittaamalla transitin syvyys ja tietämällä tähden säde (R_s) voidaan määrittää eksoplaneetan säde (R_p).

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

MITEN ARVIOSI EKSOPLANEETAN KOOSTA VERTAUTUU ALLESFITTERIN PARHAAN MALLIN SOVITUSARVOON?

ORBITAALINEN AJANKOHTA

Planeetan kiertoaika T on aika, jonka planeetta tarvitsee kiertääkseen yhden täyden kiertoradan tähtensä ympäri. Jos saman eksoplaneetan useita kiertoratoja havaitaan, valokäyrässä havaittujen notkahdusten välinen aikaväli on suora mittari planeetan kiertoradan kestolle.



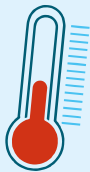
KIERTORATAETÄISYYS

Kiertoaikajakson T perusteella voimme päätellä planeetan ja tähden välisen **etäisyyden d** **Keplerin kolmannen lain avulla**. Jossa G on gravitaatiovakio ja M_{star} on tähden massa.

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

MILLOIN EKSOPLANEETTASI SEURAAVA KAUTTAKULKU TAPAHTUU?

MITEN KEPLERIN KOLMANNEN LAIN AVULLA LASKETTU KIERTORADAN ETÄISYYS VERTAUTUU PARHAAN MALLIN SOVITUSARVON TULOKSEEN?



LÄMPÖTILA

Planeetan lämpötila määräytyy useimmiten sen etäisyyden ja isäntätähden välisen etäisyyden sekä ilmakehän perusteella. Lämpötila on tärkeä tekijä, joka on otettava huomioon asuttavuuden kannalta. Kun planeetta kiertää tähteä sellaisella etäisyydellä, että siinä voi olla nestemäistä vettä, planeetta on elinkelpoisella vyöhykkeellä.

LUULETKO, ETTÄ EKSOPLANEETTASI ON ISÄNTÄTÄHTENSÄ ELINKELPOISELLA VYÖHYKKEELLÄ?

KOOSTUMUS

Eksoplaneetan massaa, M , ei voida määrittää kauttakulumenetelmällä, mutta muilla menetelmillä, kuten radiaalinopeudella, voidaan. Kun tiedetään sekä planeetan massa että säde, voidaan arvioida eksoplaneetan tiheys, ρ , ja koostumus.

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

V on eksoplaneetan tilavuus. Planeetan tilavuuden laskemiseksi oletetaan, että se on täydellinen pallo:

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

MIKÄ ON EKSOPLANEETTANNE TIHEYS? MINKÄLAINEN SEN KOOSTUMUS ON MIELESTÄSI?

VERTAILU

Aurinkokunnassamme planeetat jaetaan kahteen luokkaan: kivipitoisiin ja kaasumaisiin. Eksoplaneetat voivat kuitenkin olla hyvin erilaisia kuin meille tutut naapuriplaneetat.

MITEN EKSOPLANEETTASI VERTAUTUU MAAHAN JA MUIHIN AURINKOKUNNAN PLANEETTOIHIN?

GLOSSAARI

Haasteiden ratkaisemiseksi tarvitaan tietoa tähtitieteellisistä suureista ja yksiköistä.

Tähtitieteessä mittaukset esitetään usein eksoottisissa yksiköissä. Monet näistä yksiköistä liittyvät suureisiin, jotka voidaan mitata tarkasti, kuten esimerkiksi joidenkin tähtitieteellisten kohteiden koot.

Tähtitieteellinen yksikkö (au)

Yksi tähtitieteellinen yksikkö on suunnilleen Maan ja Auringon välinen etäisyys.

1 au = 149 597 870,7 km. Valovuosi on huomattavasti suurempi kuin tähtitieteellinen yksikkö. 1 ly = 63 241 au.

Auringon säteet (R_{Sun})

Yksi Auringon säde vastaa Auringon sädettä; tämä yksikkö on käyttökelpoinen, kun verrataan tähtien kokoa. $1 R_{\text{Sun}} = 695\,700$ km.

Maan säteet (R_{Earth})

Maan säde on noin 11 kertaa pienempi kuin Jupiterin säde. $1 R_{\text{Earth}} = 6\,378$ km.

Auringon massa (M_{Sun})

Aurinko on keskikokoinen tähti, jonka massa on 330 000 kertaa suurempi kuin maapallon massa. $1 M_{\text{Sun}} = 1,9884 \times 10^{30}$ kg.

Maan massa (M_{Earth})

Maa on aurinkokuntamme kiviplaneetoista suurin.

$1 M_{\text{Earth}} = 5,9722 \times 10^{24}$ kg.

Gravitaatiovakio (G)

On vakio, jota käytetään laskettaessa kahden kappaleen välistä vetovoimaa. $G = 6,6743 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

Valon nopeus (c)

Valon nopeus on vakio, jos tyhjiössä $c = 299\,792\,458$ m/s.

Vuosi (v)

Vaikka vuosilukuja on useita erilaisia, tähtitieteessä *vuosi* tarkoittaa 365,25 päivää (31 557 600 sekuntia).

Valovuosi (ly)

Yksi valovuosi on matka, jonka valo kulkee vuodessa. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Aurinkokunnan planeetat - tietolehti

	Planeetta	Säde (R_{Earth})	Massa (M_{Earth})	Keskimääräinen kiertorataetäisyys (au)	Kiertoaika (päivää)	Tiheys (g/cm^3)	Keskilämpötila ($^{\circ}\text{C}$)
Rocky	Elohopea	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Venus	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Maa	1	1	1	365,25	5,51	15
	Mars	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Kaasujätti	Jupiter	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	Saturnus	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	Uranus	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	Neptunus	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200