

HÄKKIDA EKSOPLANEETI

Kosmosedeteksiiviks saamine

Teie ülesanne on analüüsida Cheopsi andmeid eksoplaneedi **KELT-3b** kohta ja **TOI-560c** ning täiendada puuduvat teavet oma toimikutes.

Oma teadusmissioonide kaudu otsib ESA vastust meie aja suurimatele küsimustele, nagu meie Universumi mõistatused, meie Päikesesüsteemi mõistmine ja elamiskõlblike planeetide või elu otsimine väljaspool meie koduplaneeti.

Nendes ülesannetes liitute teadlastega nende vastuste otsimisel ja aitate neil mõista neid kahte salapärast tulnukat maailma.

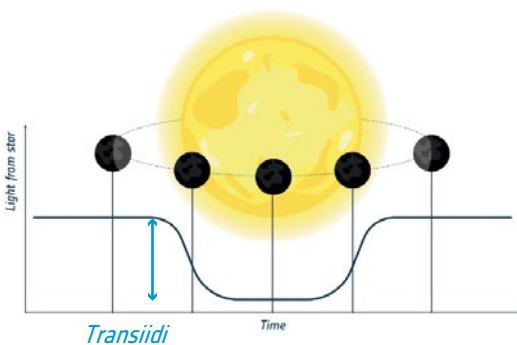


Eksoplaneetid: põhitõed



Cheopsi missiooniks on jälgida teadaolevaid eksoplaneete ja iseloomustada neid, vaadeldes tähtede valguse langust, mis on põhjustatud planeetide transiidist nende peremeestaevas.

Cheops täheldas jaanuaris 2023 kaht salapärast eksoplaneeti, **KELT-3b** ja **TOI-560c**.



Eksoplaneete on raske avastada, kuna neilt saadav signaal on väike võrreldes nende suuremate ja heledamate peremeestaevade palju suurema signaaliga. Üheks meetodiks eksoplaneetide avastamiseks on **transiitfotomeetria**.

Eksoplaneet avastatakse, mõõtes tähelt tuleva valguse tuhmumist, kui eksoplaneet möödub tähe ja teleskoobi vahel; seda nimetatakse **eksoplaneetide transiidiks**. **Valgusköver** on tähe valguse mõõtmise teatud aja jooksul. Vaata vasakul kujutist tähe valguskövera langusest eksoplaneedi transiidi ajal, mida nimetatakse ka transiidisügavuseks.



Astronoomid kasutavad andmete analüüsimiseks ja matemaatiliste mudelite kohandamiseks spetsiaalseid tarkvaravahendeid. Saate juurdepääsu ühele neist tööriistadest, mida astronoomid kasutavad nende eksoplaneetide analüüsimiseks: **hackanexoplanet.esa.int/** **allesfitter**.



KELT-3b

Kiirfaktid:

TÜÜP

Kuum Jupiter

PLANEEDI RAADIUS



PLANEEDI MASS

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

ORBITAALNE PERIOODI



KAUGUS VASTUVÖTVAST TÄHEST



TIHEDUS



AVASTATUD

2012. aasta KELT-uuring

OMADUSED

pundunud ja gaasjas

KOOSTIS



TEMPERatuur

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



KELT-3b on kolmas KELTi uuringuga leitud eksoplaneet, mis ei ole sarnane millegi muuga, mida me oleme meie Päikesesüsteemis näinud.

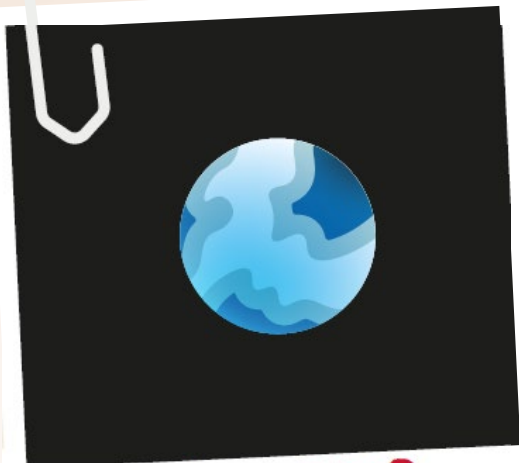
Cheops täheldas seda salapärast eksoplaneeti **22. jaanuaril 2023 kell 23:20 Kesk-Euroopa aja järgi**. Andmeid analüüsid oleme avastanud, et KELT-3b on...

Võrreldes Päikesesüsteemi planeetidega on KELT-3b...

KELT-3 on Maast 690 valgusaasta kaugusel asuv päikesesarnane täht tähtkuju Lõvi tähtkujus. KELT-3 on veidi suurem kui meie Päike.

Tähe mass = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Tähe raadius = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



Kiirfaktid:

TÜÜP

Mini-Neptuun

PLANEEDI RAADIUS



PLANEEDI MASS

$9,70^{+1,80}_{-1,70} M_{\text{EARTH}}$

ORBITAALNE PERIOODI



KAUGUS VASTUVÖTVAST TÄHEST



TIHEDUS



AVASTATUD

2021 TESSi uuringuga

OMADUSED

arvatakse, et sarnaneb Neptuuni

KOOSTIS



TEMPERatuur

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

Võrreldes KELT-3b-ga on TOI-560c peaaegu troopiline, kuigi see on siiski sadu kraade soojem kui Maa.

Cheops täheldas seda salapärast eksoplaneeti **23. jaanuaril 2023** kell **13:12 Kesk-Euroopa aja** järgi. Neid andmeid analüüsid avastasime, et TOI 560c on...

Võrreldes Päikesesüsteemi planeetidega on TOI-560c...

TOI-560, tuntud ka kui HD 73583, on väike oranžikaspunane täht Hüdra tähtkujus, umbes 103 valgusaasta kaugusel Maast. TOI-560 on väiksem ja jahedam kui meie Päike. Lisaks TOI-560c on selle tähe ümber teine planeet, TOI-560b.

Tähe mass = $0,73 \pm 0,02 M_{\text{Sun}}$

Tähe raadius = $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sun}}$

ALUSTA SIIN



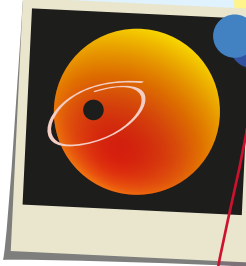
KUIDAS UURITAKSE EKSOPLANEETE?

Eksoplaneedid on planeedid väljaspool meie Päikesesüsteemi, mis tiirlevad ümber mõne muu tähe kui meie Päike. Teadlased kasutavad teleskoobe, et tuvastada nende signaale.

OLETE VALMIS
ALUSTAMA UURIMIST!

KASUTAGE ALLERFITTERI TÕÕRIISTA, ET PÄASEDA LIGI CHEOPSI SATELLIIDI KOGUTUD ANDMETELE JA ANALÜÜSIDA KAHTA SALAPÄRAST EKSOPLANEETI: KELT-3B JA TOI-560C.

EKSOPLANEEDI SUURUS



Eksoplaneedi transiidi sügavus on võrdne planeedi ketta pindala ja tähe ketta pindala suhtega. Mõõtes transiidi sügavust ja teades tähe raadiust (R_s), saab määrata eksoplaneedi raadiuse (R_p).

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

KUIDAS ON TEIE HINNANGULINE EKSOPLANEEDI SUURUS VÕRRELDAV ALLESFITTERI PARIMA MUDELI SOBIVUSE VÄÄRTUSEGA?

ORBITAALNE PERIOODI

Planeedi tiirlemisperiood T on aeg, mis kulub planeedil ühe täispöörde läbimiseks ümber oma tähe. Kui ühe ja sama eksoplaneedi mitu tiirlemist on täheldatud, siis on täheldatud valguskõvera languste vaheline ajavahemik planeedi tiirlemisperioodi otsene mõõtühik.

MILLAL TOIMUB TEIE EKSOPLANEEDI JÄRGMINE TRANSIIT?

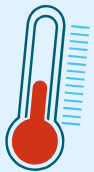


ORBITAALKAUGUS

Orbitaalperioodi T põhjal saame tuletada planeedi ja tähe vahelise kauguse d , kasutades Kepleri kolmandat seadust. Kus G on gravitatsioonikonstant ja M_{star} on tähe mass.

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

KUIDAS ON KEPLERI KOLMANDA SEADUSE ALUSEL ARVUTATUD ORBITAALKAUGUS VÕRRELDAV PARIMA MUDELI SOBITAMISE VÄÄRTUSE TULEMUSEGA?



TEMPERatuur

Planeedi temperatuuri määrab enamasti selle kaugus peremeestähest ja atmosfääri olemasolu. Oluline tegur, mida tuleb arvestada elamiskõlblikkuse puhul, on temperatuur. Kui planeet tiirleb tähe ümber sellisel kaugusel, kus võib esineda vedelat vett, on planeet elamiskõlblikus tsoonis.

KAS TE ARVATE, ET TEIE EKSOPLANEET ON SELLE PEREMEESTÄEVA ELAMISKÕLBLIKUS TSOONIS?



KOOSTIS

Eksoplaneedi massi M ei saa määrata transiidimeetodiga, kuid teiste meetoditega, näiteks radiaalkiiruse abil, küll. Kui on teada nii planeedi mass kui ka raadius, saame hinnata eksoplaneedi tihedust, ρ , ja koostist.

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

Kus V on eksoplaneedi ruumala. Planeedi ruumala arvutamiseks oletame, et see on täiuslik kera:

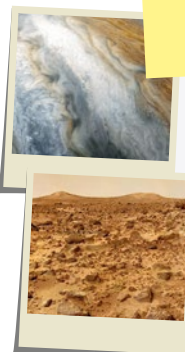
$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

MILLINE ON TEIE EKSOPLANEEDI TIHEDUS? MIS TE ARVATE, MILLINE ON SELLE KOOSTIS?

VÕRDLUS

Meie Päikesesüsteemis jagunevad planeedid kahte kategooriasse: kivised ja gaasilised. Kuid eksoplaneedid võivad olla väga erinevad meile tuttavatest naaberplaneetidest.

KUIDAS ON TEIE EKSOPLANEET VÕRRELDAV MAA JA TEISTE PÄIKESESÜSTEEMI PLANEETIDEGA?



GLOSSARIUM

Ülesannete lahendamiseks vajate teavet astronoomiliste suuruste ja mõõtühikute kohta. Astronoomias esitatakse mõõtmised sageli eksootilistes ühikutes. Paljud neist ühikutest on seotud suurustega, mida saab täpselt mõõta, nagu näiteks mõnede astronoomiliste objektide suurused.

Astronoomiline ühik (au)

Üks astronoomiline ühik on ligikaudu Maa ja Päikese vaheline kaugus.

1 au = 149 597 870,7 km. Valgusaasta on oluliselt suurem kui astronoomiline ühik. 1 ly = 63 241 au.

Päikese raadiused (R_{Sun})

Üks Päikese raadius on võrdne Päikese raadiusega; see mõõtühik on kasulik tähtede suuruse võrdlemisel. 1 R_{Sun} = 695 700 km.

Maa raadiused (R_{Earth})

Maa raadius on umbes 11 korda väiksem kui Jupiteri raadius. 1 R_{Earth} = 6 378 km.

Päikese mass (M_{Sun})

Päike on keskmise suurusega täht, mille mass on 330 000 korda suurem kui Maa oma.

1 M_{Sun} = $1,9884 \times 10^{30}$ kg.

Maa mass (M_{Earth})

Maa on meie Päikesesüsteemi suurim kiviplaneedist.

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

Gravitatsioonikonstant (G)

On konstant, mida kasutatakse kahe objekti vahelise gravitatsioonilise tõmbejõu arvutamisel.

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

Valguse kiirus (c)

Valguse kiirus on konstantne, kui vaakumis on $c = 299\,792\,458$ m/s.

Aasta (y)

Kuigi on olemas mitu erinevat liiki aastat, tähendab *aasta* astronoomias 365,25 päeva (31 557 600 sekundit).

Valgusaasta (ly)

Üks valgusaasta on vahemaa, mille valgus läbib aasta jooksul. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Päikesesüsteemi planeetide infoleht

	Planeet	Radius (R_{Earth})	Mass (M_{Earth})	Keskmine orbitaalkaugus (au)	Orbitaalperiood (päeva)	Tihedus (g/cm^3)	Keskmine temperatuur ($^{\circ}\text{C}$)
Rocky	Merkuur	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Veenus	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Maa	1	1	1	365,25	5,51	15
	Marss	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Gaasihiiglane	Jupiter	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	Saturn	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	Uraan	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	Neptuun	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200