

KRAMP NA EKSOPLANETU

Kako postati vesoljski detektiv

Vaša naloga je analizirati podatke Cheopsa o eksoplanetih **KELT-3b** in **TOI-560c** ter dopolniti manjkajoče informacije v svojih spisih.

ESA s svojimi znanstvenimi misijami išče odgovore na največja vprašanja našega časa, kot so skrivnosti našega vesolja, razumevanje našega osončja in iskanje naseljivih planetov ali življenja zunaj našega domačega planeta.

V teh izzivih se boste pridružili znanstvenikom pri iskanju odgovorov in jim pomagali razumeti ta dva skrivnostna tuja svetova.

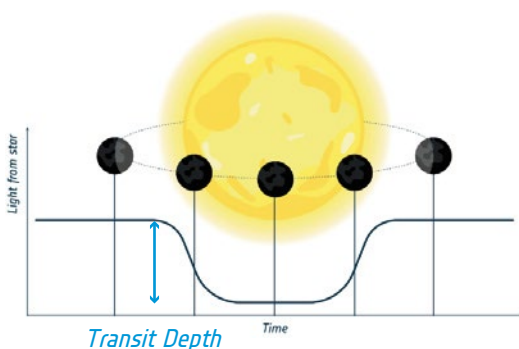


Eksoplanete: osnove



Cheopsova naloga je opazovanje znanih eksoplanetov in njihova karakterizacija z opazovanjem popačenja zvezdne svetlobe, ki ga povzroči prehod planetov skozi gostiteljske zvezde.

Cheops je januarja 2023 opazoval skrivnostna eksoplaneta **KELT-3b** in **TOI-560c**.



Eksoplanete je težko odkriti, saj je njihov signal majhen v primerjavi z veliko večjim signalom, ki ga oddajajo njihove večje in svetlejšje gostiteljske zvezde. Ena od metod za odkrivanje eksoplanetov je **tranzitna fotometrija**.

Eksoplanet odkrijemo tako, da izmerimo zatemnitev svetlobe zvezde, ko eksoplanet preide med zvezdo in teleskopom, kar imenujemo **tranzit eksoplaneta**. **Svetlobna krivulja** je meritev svetlobe zvezde v določenem časovnem obdobju. Na levi strani si oglejte prikaz padca svetlobne krivulje zvezde med tranzitom eksoplaneta, ki se imenuje tudi globina tranzita.



Astronomi uporabljajo posebna programska orodja za analizo podatkov in prilagajanje matematičnih modelov. Dostopate lahko do enega od orodij, ki ga astronomi uporabljajo za analizo teh eksoplanetov: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter



KELT-3b

Hitra dejstva:

TIP

Vroči Jupiter

POLMER PLANETA



MASA PLANETA

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

OBDOBJE ŽIVLJENJA



RAZDALJA DO GOSTITELJSKE ZVEZDE



GOSTOTA



ODKRITI

2012 z raziskavo KELT

ZNAČILNOSTI

puhasto in plinasto

SESTAVA



TEMPERATURA

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

Ta eksoplanet, znan kot **KELT-3b**, je tretji eksoplanet, ki ga je našla raziskava KELT, in ni podoben ničemur, kar smo doslej videli v našem Osončju.

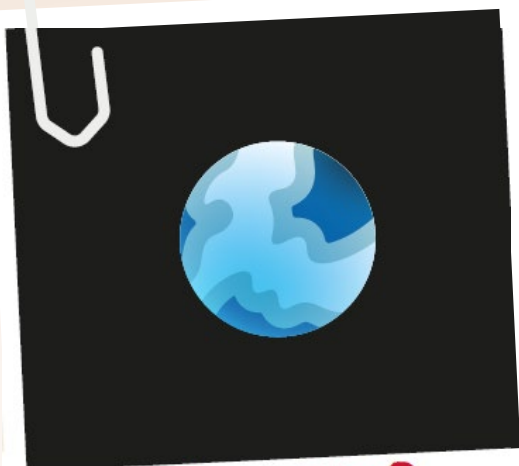
Cheops je ta skrivnostni eksoplanet opazoval **22. januarja 2023 ob 23:20 po srednjeevropskem času**. Z analizo podatkov smo ugotovili, da je KELT-3b...

V primerjavi s planeti v Osončju je KELT-3b...

KELT-3 je soncu podobna zvezda v ozvezdju Leva, ki je od Zemlje oddaljena 690 svetlobnih let. **KELT-3** je nekoliko večja od našega Sonca.

Masa zvezde = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Polmer zvezde = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



Hitra dejstva:

TIP

Mini Neptun

POLMER PLANETA



MASA PLANETA

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

OBDOBJE ŽIVLJENJA



RAZDALJA DO GOSTITELJSKE ZVEZDE



GOSTOTA



ODKRITI

2021 z raziskavo TESS

ZNAČILNOSTI

naj bi bil podoben Neptunu

SESTAVA



TEMPERATURA

225 ± 15 °C

V primerjavi s KELT-3b je TOI-560c skoraj tropski, čeprav je še vedno za več sto stopinj Celzija toplejši od Zemlje.

Cheops je ta skrivnostni eksoplanet opazil **23. januarja 2023 ob 13:12 po srednjeevropskem času**. Z analizo teh podatkov smo ugotovili, da je TOI 560c...

V primerjavi s planeti v Osončju je TOI-560c...

TOI-560, znana tudi kot HD 73583, je majhna oranžno-rdeča zvezda v ozvezdju Hydra, ki je od Zemlje oddaljena približno 103 svetlobna leta. TOI-560 je manjša in hladnejša od našega Sonca. Poleg planeta TOI-560c okoli te zvezde kroži še drugi planet, TOI-560b.

Masa zvezde = $0,73 \pm 0,02 M_{\text{Sun}}$

Polmer zvezde = $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sun}}$

ZAČNI TUKAJ



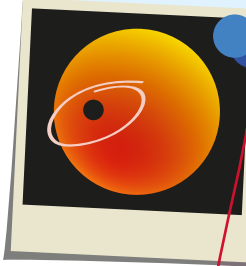
KAKO PREUČUJEMO EKSOPLANETE?

Eksoplaneti so planeti zunaj našega osončja, ki krožijo okoli drugih zvezd. Znanstveniki s teleskopi odkrivajo njihove podpise.

PRIPRAVLJENI STE ZA ZAČETEK RAZISKOVANJA!

UPORABITE ORODJE ALLESFITTER ZA DOSTOP DO PODATKOV, KI JIH JE ZBRAL SATELIT CHEOPS IN ANALIZIRAJTE DVA SKRIVNOSTNA EKSOPLANETA: KELT-3B IN TOI-560C.

VELIKOST EKSOPLANETA



Globina prehoda eksoplaneta je enaka razmerju med površino diska planeta in površino diska zvezde. Z merjenjem globine prehoda in poznavanjem polmera zvezde (R_z) lahko določite polmer eksoplaneta (R_p).

$$\text{Transit depth (\%)} = \frac{\pi R_p^2}{\pi R_z^2} \times 100$$

KAKŠNA JE VAŠA OCENA VELIKOSTI EKSOPLANETA V PRIMERJAVI Z VREDNOSTJO NAJBOLJŠEGA UJEMANJA MODELA ALLESFITTER?

ORBITALNA PERIODA

Orbitalna perioda planeta T je čas, ki ga planet potrebuje za en poln obhod okoli svoje zvezde. Če opazujemo več obhodov istega eksoplaneta, je časovni interval med zaznamimi padci v svetlobni krivulji neposredno merilo za orbitalno periodo planeta.

KDAJ BO NASLEDNJI PREHOD VAŠEGA EKSOPLANETA?

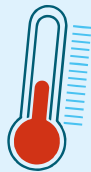


ORBITALNA RAZDALJA

Na podlagi orbitalne periode, T , lahko z uporabo Keplerjevega tretjega zakona izračunamo razdaljo, d , med planetom in zvezdo. G je gravitacijska konstanta, M_{zvezde} pa je masa zvezde.

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

KAKŠNA JE ORBITALNA RAZDALJA, IZRAČUNANA Z UPORABO KEPLERJEVEGA TRETJEGA ZAKONA, V PRIMERJAVI Z REZULTATOM IZ VREDNOSTI NAJBOLJŠEGA UJEMANJA Z MODELOM?



TEMPERATURA

Temperaturo planeta določata predvsem njegova oddaljenost od gostiteljske zvezde in prisotnost atmosfere. Temperatura je pomemben dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri naseljenosti. Kadar planet kroži okoli zvezde na razdalji, na kateri je lahko prisotna tekoča voda, je planet v naseljivem območju.

ALI MENITE, DA JE VAŠ EKSOPLANET V NASELJIVEM OBMOČJU SVOJE GOSTITELJSKE ZVEZDE?



SESTAVA

Z metodo prehoda ni mogoče določiti mase M eksoplaneta, z drugimi metodami, kot je radialna hitrost, pa lahko. Ko sta znana masa in polmer planeta, lahko ocenimo gostoto, ρ in sestavo eksoplaneta.

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

V je prostornina eksoplaneta. Za izračun prostornine planeta predpostavimo, da je planet popolna krogla:

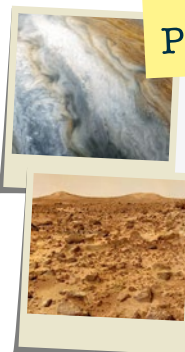
$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

KAKŠNA JE GOSTOTA VAŠEGA EKSOPLANETA? KAKŠNA JE PO VAŠEM MNENJU NJEGOVA SESTAVA?

PRIMERJAVA

V našem osončju so planeti razdeljeni v dve kategoriji: kamniti in plinasti. Vendar se eksoplaneti lahko zelo razlikujejo od sosednjih planetov, ki jih poznamo.

KAKO SE VAŠ EKSOPLANET RAZLIKUJE OD ZEMLJE IN DRUGIH PLANETOV V OSOŃČJU?



GLOSARIJ

Za reševanje izzivov boste potrebovali nekaj informacij o astronomskih količinah in enotah.

V astronomiji so meritve pogosto predstavljene v eksotičnih enotah. Mnoge od teh enot se nanašajo na količine, ki jih je mogoče natančno izmeriti, kot so na primer velikosti nekaterih astronomskih objektov.

Astronomska enota (au)

Ena astronomska enota je približno razdalja med Zemljo in Soncem.

1 au = 149 597 870,7 km. Svetlobno leto je bistveno večje od astronomske enote. 1 ly = 63 241 au.

Sončni polmeri (R_{Sun})

En sončni polmer je enak polmeru Sonca; ta enota je uporabna za primerjavo velikosti zvezd.

1 R_{Sun} = 695 700 km.

Zemeljski polmeri (R_{Earth})

Zemljin polmer je približno 11-krat manjši od polmera Jupitra. 1 R_{Earth} = 6 378 km.

Masa Sonca (M_{Sun})

Sonce je srednje velika zvezda z maso, ki je 330 000-krat večja od mase Zemlje.

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

Masa Zemlje (M_{Earth})

Zemlja je največji od kamnitih planetov v našem osončju.

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

Gravitacijska konstanta (G)

Je konstanta, ki se uporablja pri izračunu gravitacijske privlačnosti med dvema telesoma. $G = 6,6743 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$

Hitrost svetlobe (c)

Hitrost svetlobe je konstantna, če je v vakuumu $c = 299\,792\,458$ m/s.

Leto (y)

Čeprav obstaja več različnih vrst let, se v astronomiji *leto* nanaša na 365,25 dneva (31 557 600 sekund).

Svetlobno leto (ly)

Eno svetlobno leto je razdalja, ki jo svetloba prepotuje v enem letu. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Informativni list o planetih Osončja

	Planet	Radij (R_{Earth})	Masa (M_{Earth})	Srednja orbitalna razdalja (au)	Orbitalno obdobje (dnevi)	Gostota (g/cm^3)	Povprečna temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
Rocky	Merkur	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Venera	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Zemlja	1	1	1	365,25	5,51	15
	Mars	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Plinski velikan	Jupiter	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	Saturn	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	Uran	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	Neptun	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200