

ĮSILAUŽKITE Į EGZOPLANETĄ

Kaip tapti kosmoso detektyvu

Jūsų užduotis - išanalizuoti Cheopso duomenis apie egzoplanetas **KELT-3b** ir **TOI-560c** ir užpildyti trūkstamą informaciją savo bylose.

Vykdydama mokslines misijas EKA ieško atsakymų į didžiausius šių laikų klausimus, tokius kaip mūsų Visatos paslaptys, mūsų Saulės sistemos supratimas ir gyvenamų planetų ar gyvybės už mūsų gimtosios planetos ribų paieška.

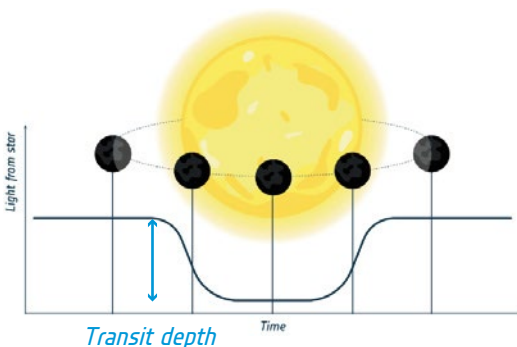
Šiuose iššūkiuose kartu su mokslininkais ieškosite atsakymų ir padėsite jiems suprasti šiuos du paslaptingos svetimus pasaulius.



Egzoplanetos: pagrindai



"Cheops" misija - stebėti žinomas egzoplanetas ir jas apibūdinti stebint žvaigždžių šviesos kritimą, kurį sukelia planetų tranzitas pro jas priimančias žvaigždes. 2023 m. sausį "Cheops" stebėjo dvi paslaptingos egzoplanetas - **KELT-3b** ir **TOI-560c**.



Egzoplanetas sunku aptikti, nes iš jų gaunamas signalas yra mažas, palyginti su daug didesniu signalu, gaunamu iš didesnių ir ryškesnių žvaigždžių šeimininkių. Vienas iš egzoplanetų aptikimo metodų yra **tranzitinė fotometrija**.

Egzoplaneta aptinkama matuojant žvaigždės šviesos silpnėjimą, kai egzoplaneta praskrieja tarp žvaigždės ir teleskopo; tai vadinama **egzoplanetos tranzitu**. **Šviesos kreivė** - tai žvaigždės šviesos matavimas per tam tikrą laikotarpį. Kairėje pusėje parodytas žvaigždės šviesos kreivės kritimas egzoplanetos tranzito metu, dar vadinamas tranzito gyliu.



Duomenims analizuoti ir matematiniais modeliams pritaikyti astronomai naudoja specialias programines įrangos priemones. Vieną iš įrankių, kurį astronomai naudoja egzoplanetoms analizuoti, galite rasti čia: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter



KELT-3b

Greiti faktai:

TIPAS

Karštas Jupiteris

PLANETOS SPINDULYS



PLANETOS MASĖ

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

ORBITALINIS PERIODAS



ATSTUMAS IKI PRIIMANČIOSIOS ŽVAIGŽDĖS



DENSITETAS



IŠVADOS

2012 m. pagal KELT

CHARAKTERISTIKOS

pūkuotas ir dujinis

SUDĖTIS



TEMPERATŪRA

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

KELT-3 yra į saulę panaši žvaigždė, esanti už 690 šviesmečių nuo Žemės, Liūto žvaigždynė. KELT-3 yra šiek tiek didesnė už mūsų Saulę.



Ši egzoplaneta, žinoma kaip **KELT-3b**, yra trečioji egzoplaneta, rasta atliekant KELT tyrimą, ir nepanaši į jokią kitą Saulės sistemoje matytą egzoplanetą.

Cheopsas šią paslaptinę egzoplanetą pastebėjo **2023 m. sausio 22 d. 23:20 val.** Išanalizavę duomenis nustatėme, kad KELT-3b yra...

Palyginti su Saulės sistemos planetomis, KELT-3b...

Žvaigždės masė = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Žvaigždės spindulys = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c

Greiti faktai:

TIPAS

Mini Neptūnas

PLANETOS SPINDULYS



PLANETOS MASĖ

$9.70^{+1.80}_{-1.70} M_{\text{EARTH}}$

ORBITALINIS PERIODAS

ATSTUMAS IKI PRIIMANČIOSIOS ŽVAIGŽDĖS

DENSITETAS

IŠVADOS

2021 pagal TESS tyrimą

CHARAKTERISTIKOS

manoma, kad jis panašus į Neptūną

SUDĖTIS



TEMPERATŪRA

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



Palyginti su KELT-3b, TOI-560c yra beveik tropinis, nors vis dar šimtais laipsnių Celsijaus šiltesnis už Žemę.

Cheopsas šią paslaptinę egzoplanetą pastebėjo **2023 m. sausio 23 d. 13:12 val.** Išanalizavę šiuos duomenis nustatėme, kad TOI 560c yra...

Palyginti su Saulės sistemos planetomis, TOI-560c...

TOI-560, dar žinoma kaip HD 73583, yra maža oranžinės ir raudonos spalvos žvaigždė Hidros žvaigždynė, nuo Žemės nutolusi apie 103 šviesmečius.

TOI-560 yra mažesnė ir vėsesnė už mūsų Saulę.

Be TOI-560c, aplink šią žvaigždę skrieja dar viena planeta - TOI-560b.

Žvaigždės masė = $0,73 \pm 0,02 M_{\text{Sun}}$

Žvaigždės spindulys = $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sun}}$

PRADĖKITE ČIA



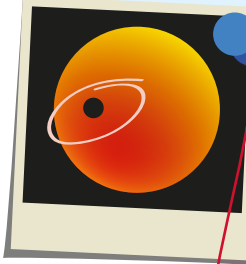
KAIP TIRIAMOS EGZOPLANETOS?

Egzoplanetos - tai planetos, esančios už mūsų Saulės sistemos ribų ir skriejančios aplink kitą žvaigždę nei mūsų Saulė. Mokslininkai naudoja teleskopus jų požymiams aptikti.

GALITE PRADĖTI TYRIMĄ!

NAUDODAMIESI ALLESFITTER ĮRANKIU PASIEKITE CHEOPSO PALYDOVO SURINKTUS DUOMENIS IR IŠANALIZUOKITE DVI PASLAPTINGAS EGZOPLANETAS: KELT-3B IR TOI-560C.

EGZOPLANETOS DYDIS



Egzoplanetos tranzito gylis yra lygus planetos disko ploto ir žvaigždės disko ploto santykiui. Išmatavus tranzito gylį ir žinant žvaigždės spindulį (R_s), galima nustatyti egzoplanetos spindulį (R_p).

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

KAIP JŪSŲ APSKAIČIUOTAS EGZOPLANETOS DYDIS LYGINAMAS SU ALLESFITTER GERIAUSIO MODELIO ATITIKIMO VERTE?

ORBITALINIS PERIODAS

Planetos orbitos periodas T - tai laikas, per kurį planeta apskrieja vieną pilną ratą aplink savo žvaigždę. Jei stebimos kelios tos pačios egzoplanetos orbitos, tai laiko tarpas tarp aptiktų šviesos kreivės kritimų yra tiesioginis planetos orbitos periodo matas.

KADA ĮVYKS KITAS JŪSŲ EGZOPLANETOS TRANZITAS?

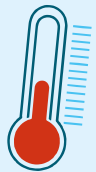


ORBITINIS ATSTUMAS

Remdamiesi orbitos periodu T , remdamiesi Keplerio trečiuoju dėsniumi, galime nustatyti atstumą d tarp planetos ir žvaigždės. Kur G yra gravitacinė konstanta, o M_{star} - žvaigždės masė.

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

KAIP ORBITINIS ATSTUMAS, APSKAIČIUOTAS PAGAL TREČIĄJĮ KEPLERIO DĖSNĮ, LYGINAMAS SU GERIAUSIAI ATITINKANČIO MODELIO REZULTATU?



TEMPERATŪRA

Planetos temperatūrą dažniausiai lemia jos atstumas iki priimančiosios žvaigždės ir atmosferos buvimas. Svarbus veiksnys, į kurį reikia atsižvelgti, kad planetą būtų galima apgyvendinti, yra temperatūra. Kai planeta skrieja aplink žvaigždę tokiu atstumu, kad joje gali būti skysto vandens, planeta yra gyvenamojoje zonoje.

AR MANOTE, KAD JŪSŲ EGZOPLANETA YRA JĄ PRIIMANČIOS ŽVAIGŽDĖS GYVENAMOJOJE ZONOJE?



SUDĖTIS

Egzoplanetos masės (M) negalima nustatyti taikant tranzito metodą, tačiau kitais metodais, pvz., radialinio greičio metodu, tai galima padaryti. Kai žinome planetos masę ir spindulį, galime įvertinti egzoplanetos tankį, ρ ir sudėtį.

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

Kur V - egzoplanetos tūris. Norėdami apskaičiuoti planetos tūrį, laikykite, kad ji yra tobulas rutulys:

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

KOKS JŪSŲ EGZOPLANETOS TANKIS? KAIP MANOTE, KOKIA JOS SUDĖTIS?

LYGINIMAS

Mūsų Saulės sistemoje planetos skirstomos į dvi kategorijas: uolines ir dujines. Tačiau egzoplanetos gali labai skirtis nuo mūsų įprastų kaimyninių planetų.

KAIP JŪSŲ EGZOPLANETA SKIRIASI NUO ŽEMĖS IR KITŲ SAULĖS SISTEMOS PLANETŲ?

ŽODYNĖLIS

Kad išspręstumėte uždavinius, jums reikės šiek tiek informacijos apie astronominius dydžius ir vienetus. Astronomijoje matavimai dažnai pateikiami egzotiškais vienetais. Daugelis šių vienetų yra susiję su dydžiais, kuriuos galima tiksliai išmatuoti, pavyzdžiui, kai kurių astronominių objektų dydžiai.

Astronominis vienetas (au)

Vienas astronominis vienetas yra apytiksliai atstumas tarp Žemės ir Saulės.

1 au = 149 597 870,7 km. Šviesos metai yra gerokai didesni už astronominį vieneta. 1 ly = 63 241 au.

Saulės spinduliai (R_{Sun})

Vienas Saulės spindulys atitinka Saulės spindulį; šis vienetas naudingas lyginant žvaigždžių dydžius.

1 R_{Sun} = 695 700 km.

Žemės spinduliai (R_{Earth})

Žemės spindulys maždaug 11 kartų mažesnis už Jupiterio spindulį. 1 R_{Earth} = 6 378 km.

Saulės masė (M_{Sun})

Saulė yra vidutinio dydžio žvaigždė, kurios masė 330 000 kartų didesnė už Žemės masę. 1 M_{Sun} = $1,9884 \times 10^{30}$ kg.

Žemės masė (M_{Earth})

Žemė yra didžiausia iš mūsų Saulės sistemos uolinių planetų.

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

Gravitacijos konstanta (G)

Tai konstanta, naudojama apskaičiuojant dviejų objektų gravitacinę trauką. $G = 6,6743 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Šviesos greitis (c)

Šviesos greitis yra pastovus, jei vakuume $c = 299\,792\,458$ m/s.

Metai (y)

Nors yra kelios skirtingos metų rūšys, astronomijoje *metai* - tai 365,25 dienos (31 557 600 sekundžių).

Šviesos metai (ly)

Vieni šviesmečiai - tai atstumas, kurį šviesa nukeliauja per metus. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Saulės sistemos planetų informacinis lapas

	Planeta	Spindulys (R_{Earth})	Masė (M_{Earth})	Vidutinis orbitinis atstumas (au)	Orbitos periodas (dienos)	Tankis (g/cm^3)	Vidutinė temperatūra ($^{\circ}\text{C}$)
Rocky	Gyvsidabris	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Venera	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Žemė	1	1	1	365,25	5,51	15
	Marsas	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Dujų milžinas	Jupiteris	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	Saturnas	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	Uranas	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	Neptūnas	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200