

HACKNITE EXOPLANÉTU

Stať sa vesmírnym detektívom

Vašou úlohou je analyzovať údaje Cheopsu o exoplanétach **KELT-3b** a **TOI-560c** a doplniť chýbajúce informácie do svojich spisov.

Prostredníctvom svojich vedeckých misií hľadá ESA odpovede na najväčšie otázky našej doby, ako sú záhady nášho vesmíru, pochopenie našej slnečnej sústavy a hľadanie obývateľných planét alebo života mimo našej domovskej planéty.

V týchto úlohách sa pripojíte k vedcom pri hľadaní týchto odpovedí a pomôžete im pochopiť tieto dva záhadné cudzie svety.

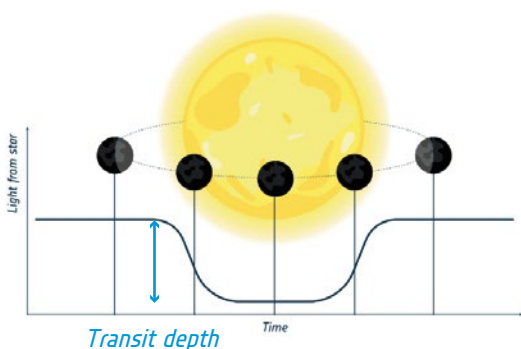


Exoplanéty: základy



Úlohou **sondy Cheops** je pozorovať známe exoplanéty a charakterizovať ich pomocou pozorovania poklesu hviezdneho svetla spôsobeného prechodom planét cez ich hostiteľské hviezdy.

Cheops pozoroval dve záhadné exoplanéty **KELT-3b** a **TOI-560c** v januári 2023.



Exoplanéty je ťažké odhaliť, pretože signál, ktorý z nich prichádza, je malý v porovnaní s oveľa väčším signálom, ktorý prichádza z ich väčších a jasnejších hostiteľských hviezd. Jednou z metód detekcie exoplanét je **tranzitná fotometria**.

Exoplanéta sa zistí meraním zoslabenia svetla prichádzajúceho z hviezdy, keď exoplanéta prechádza medzi hviezdou a teleskopom, čo sa nazýva **tranzit exoplanéty**. **Svetelná krivka** je meranie svetla hviezdy za určité časové obdobie. Vľavo si pozrite znázornenie poklesu svetelnej krivky hviezdy počas tranzitu exoplanéty, ktorý sa nazýva aj hĺbka tranzitu.



Astronómovia používajú špecifické softvérové nástroje na analýzu údajov a prispôsobenie matematických modelov. Jeden z nástrojov, ktorý astronómovia používajú na analýzu týchto exoplanét, je k dispozícii na adrese: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter



KELT-3b

Rýchle fakty:

TYP

Horúci Jupiter

POLOMER PLANÉTY



HMOTNOSŤ PLANÉTY

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

ORBITÁLNE OBDOBIE



VZDIALENOSŤ OD HOSTITELSKÉJ HVIEZDY



HUSTOTA



DISCOVERED

2012 podľa prieskumu KELT

CHARAKTERISTIKA

nadýchané a plynné

ZLOŽENIE



TEPLOTA

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

Táto exoplanéta, známa ako **KELT-3b**, je treťou exoplanétou objavenou v rámci prieskumu KELT a nepodobá sa ničomu, čo sme doteraz videli v našej slnečnej sústave.

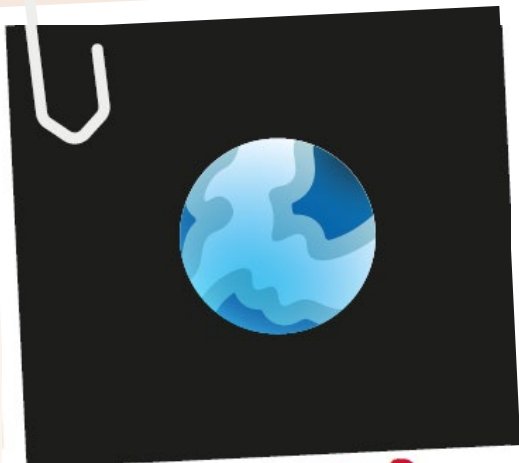
Cheops pozoroval túto záhadnú exoplanétu **22. januára 2023 o 23:20 SEČ**. Analýzou údajov sme zistili, že KELT-3b je...

V porovnaní s planétami slnečnej sústavy je KELT-3b...

KELT-3 je hviezda podobná Slnku vzdialená od Zeme 690 svetelných rokov v súhvezdí Leva. KELT-3 je o niečo väčšia ako naše Slnko.

Hmotnosť hviezdy = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Polomer hviezdy = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



Rýchle fakty:

TYP

Mini-Neptune

POLOMER PLANÉTY



HMOTNOSŤ PLANÉTY

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

ORBITÁLNE OBDOBIE



VZDIALENOSŤ OD HOSTITELSKÉJ HVIEZDY



HUSTOTA



DISCOVERED

2021 podľa prieskumu TESS

CHARAKTERISTIKA

považovaný za podobný Neptúnovi

ZLOŽENIE



TEPLOTA

225 ± 15 °C

V porovnaní s KELT-3b je TOI-560c takmer tropická, hoci je stále o stovky stupňov Celzia teplejšia ako Zem.

Cheops pozoroval túto záhadnú exoplanétu **23. januára 2023 o 13:12 SEČ**. Analýzou týchto údajov sme zistili, že TOI 560c je...

V porovnaní s planétami slnečnej sústavy je TOI-560c...

TOI-560, známa aj ako HD 73583, je malá oranžovo-červená hviezda v súhvezdí Hydra, vzdialená od Zeme približne 103 svetelných rokov. TOI-560 je menšia a chladnejšia ako naše Slnko. Okrem TOI-560c obieha okolo tejto hviezdy aj druhá planéta, TOI-560b.

Hmotnosť hviezdy = $0,73 \pm 0,02 M_{\text{Sun}}$

Polomer hviezdy = $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sun}}$

ZAČNITE TU



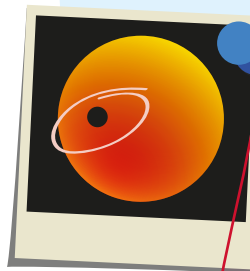
AKO SA ŠTUDUJÚ EXOPLANÉTY?

Exoplanéty sú planéty mimo našej slnečnej sústavy, ktoré obiehajú okolo inej hviezdy, než je naše Slnko. Vedci používajú teleskopy na detekciu ich signatúr.

STE PRIPRAVENÍ ZAČAŤ VYŠETROVANIE!

POMOCOU NÁSTROJA ALLESFITTER ZÍSKAJTE PRÍSTUP K ÚDAJOM ZOZBIERANÝM DRUŽICOU CHEOPS A ANALYZUJTE DVE ZÁHADNÉ EXOPLANÉTY: KELT-3B A TOI-560C.

VELKOSŤ EXOPLANÉTY



Hĺbka prechodu exoplanéty sa rovná pomeru plochy disku planéty a plochy disku hviezdy. Zmeraním hĺbky tranzitu a poznaním polomeru hviezdy (R_s) možno určiť polomer exoplanéty (R_p).

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

AKO VYZERÁ VÁŠ ODHAD VEKOSTI EXOPLANÉTY V POROVNANÍ S HODNOTOU NAJLEPŠIEHO MODELU ALLESFITTER?

ORBITÁLNE OBDOBIE

Obehová perióda planéty T je čas, za ktorý planéta obehne okolo svojej hviezdy jeden celý obežný cyklus. Ak sa pozoruje viacero obbehov tej istej exoplanéty, potom je časový interval medzi zistenými poklesmi svetelnej krivky priamou mierou obežnej doby planéty.



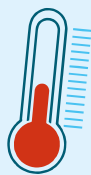
KEDY BUDE ĎALŠÍ TRANZIT VAŠEJ EXOPLANÉTY?

ORBITÁLNA VZDIALENOSŤ

Na základe obežnej doby T môžeme pomocou tretieho Keplerovho zákona určiť vzdialenosť d medzi planétou a hviezdou. Kde G je gravitačná konštanta a M_{star} je hmotnosť hviezdy.

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

AKO VYZERÁ VZDIALENOSŤ OBEŽNEJ DRÁHY VYPOČÍTANÁ POMOCOU TRETIEHO KEPLEROVHO ZÁKONA V POROVNANÍ S VÝSLEDKOM Z HODNOTY NAJLEPŠIEHO PRISPŮSOBENIA MODELU?



TEPLOTA

Teplotu planéty určuje najmä jej vzdialenosť od hostiteľskej hviezdy a prítomnosť atmosféry. Dôležitým faktorom, ktorý je potrebné zohľadniť z hľadiska obyvateľnosti, je teplota. Ak planéta obieha okolo hviezdy vo vzdialenosti, v ktorej môže byť prítomná kvapalná voda, planéta sa nachádza v obývateľnej zóne.

MYSLÍTE SI, ŽE SA VAŠA EXOPLANÉTA NACHÁDZA V OBYVATELNEJ ZÓNE SVOJEJ HOSTITELSKEJ HVIEZDY?

ZLOŽENIE

Hmotnosť M exoplanéty sa nedá určiť tranzitnou metódou, ale inými metódami, ako je napríklad radiálna rýchlosť, áno. Keď poznáme hmotnosť aj polomer planéty, môžeme odhadnúť hustotu, ρ a zloženie exoplanéty.

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

Kde V je objem exoplanéty. Pri výpočte objemu planéty predpokladajte, že ide o dokonalú guľu:

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

AKÁ JE HUSTOTA VAŠEJ EXOPLANÉTY? AKÉ JE PODLA VÁS JEJ ZLOŽENIE?

POROVNANIE

V našej slnečnej sústave sa planéty delia na dve kategórie: skalnaté a plynné. Exoplanéty však môžu byť veľmi odlišné od susedných planét, na ktoré sme zvyknutí.

AKO VYZERÁ VAŠA EXOPLANÉTA V POROVNANÍ SO ZEMOU A OSTATNÝMI PLANÉTAMI SLNEČNEJ SÚSTAVY?

SLOVNÍČEK

Na riešenie úloh budete potrebovať určité informácie o astronomických veličinách a jednotkách. V astronómii sa merania často uvádzajú v exotických jednotkách. Mnohé z týchto jednotiek sa týkajú veličín, ktoré sa dajú presne merať, ako napríklad veľkosti niektorých astronomických objektov.

Astronomická jednotka (au)

Jedna astronomická jednotka je približne vzdialenosť medzi Zemou a Slnkom.

1 au = 149 597 870,7 km. Svetelný rok je podstatne väčší ako astronomická jednotka. 1 ly = 63 241 au.

Slnčné polomery (R_{Sun})

Jeden slnečný polomer sa rovná polomeru Slnka; táto jednotka je užitočná pri porovnávaní hviezdnych rozmerov. $1 R_{\text{Sun}} = 695\,700 \text{ km}$.

Polomery Zeme (R_{Earth})

Polomer Zeme je približne 11-krát menší ako polomer Jupitera. $1 R_{\text{Earth}} = 6\,378 \text{ km}$.

Hmotnosť Slnka (M_{Sun})

Slnko je stredne veľká hviezda s hmotnosťou 330 000-krát väčšou ako hmotnosť Zeme.

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

Hmotnosť Zeme (M_{Earth})

Zem je najväčšia zo skalnatých planét našej slnečnej sústavy.

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

Gravitačná konštanta (G)

Je konštanta používaná pri výpočte gravitačnej príťažlivosti medzi dvoma objektmi. $G = 6,6743 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$

Rýchlosť svetla (c)

Rýchlosť svetla je konštantná, ak je vo vákuu $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$.

Rok (y)

Hoci existuje niekoľko rôznych druhov rokov, v astronómii sa rok vzťahuje na 365,25 dňa (31 557 600 sekúnd).

Svetelný rok (ly)

Jeden svetelný rok je vzdialenosť, ktorú svetlo prejde za rok. $1 \text{ ly} = 9\,460\,730\,472\,580,8 \text{ km}$.

→ Informačný list o planétach slnečnej sústavy

	Planéta	Polomer (R_{Earth})	Hmotnosť (M_{Earth})	Stredná orbitálna vzdialenosť (au)	Doba obehu (dni)	Hustota (g/cm^3)	Priemerná teplota ($^{\circ}\text{C}$)
Rocky	Ortuť	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Venuša	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Zem	1	1	1	365,25	5,51	15
	Mars	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Plynový obor	Jupiter	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	Saturn	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	Urán	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	Neptún	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200