

# ZHAKOWAĆ EGZOPLANETĘ

## Zostanie kosmicznym detektywem

Waszą misją jest analiza danych Cheops z egzoplanet **KELT-3b** i **TOI-560c** oraz uzupełnić brakujące informacje w ich aktach sprawy.

Poprzez swoje misje naukowe ESA szuka odpowiedzi na największe pytania naszych czasów, takie jak tajemnice naszego Wszechświata, zrozumienie naszego Układu Słonecznego i poszukiwanie planet nadających się do zamieszkania lub życia poza naszą rodzimą planetą.

W tych wyzwaniach dołączysz do naukowców w poszukiwaniu tych odpowiedzi i pomożesz im zrozumieć te dwa tajemnicze obce światy.

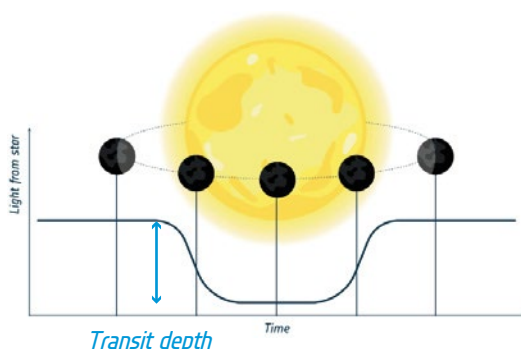


## Egzoplanety: podstawy



Misja **Cheopsa** polega na obserwowaniu znanych egzoplanet i charakteryzowaniu ich poprzez przyglądanie się zanurzeniu światła gwiazdowego spowodowanego tranzytem planet przez ich gwiazdy-gospodarzy.

Cheops obserwował dwie tajemnicze egzoplanety, **KELT-3b** i **TOI-560c** w styczniu 2023 roku.



Egzoplanety są trudne do wykrycia, gdyż odbierany od nich sygnał jest niewielki w porównaniu z dużo większym sygnałem pochodzącym od ich większych, jaśniejszych gwiazd gospodarzy. Jedną z metod wykrywania egzoplanet jest **fotometria tranzytowa**.

Egzoplaneta jest wykrywana poprzez pomiar przyciemnienia światła pochodzącego od gwiazdy, gdy egzoplaneta przechodzi pomiędzy gwiazdą a teleskopem, nazywa się to **tranzytem egzoplanety**. **Krzywa światła** to pomiar światła gwiazdy w pewnym okresie czasu. Zobacz po lewej stronie przedstawienie zanurzenia w krzywej blasku gwiazdy podczas tranzytu egzoplanety, zwanego również głębokością tranzytu.



Astronomowie używają specjalnego oprogramowania do analizy danych i dopasowania modeli matematycznych. Możesz uzyskać dostęp do jednego z narzędzi używanych przez astronomów do analizy **egzoplanet**: [hackanexoplanet.esa.int/allesfitter](https://hackanexoplanet.esa.int/allesfitter)



**KELT-3b**



**Szybkie fakty:**

TYP

Gorący Jowisz

PROMIEN PLANETY



MASA PLANETY

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

OKRES ORBITALNY



ODLEGŁOŚĆ DO GWIAZDY GOSPODARZA



GĘSTOŚĆ



ODKRYTE

2012 przez badanie KELT

CHARAKTERYSTYKA

puszysty i gazowy

SKŁAD



TEMPERATURA

$1543^{+37}_{-59} \text{ } ^\circ\text{C}$

Znana jako **KELT-3b**, trzecia egzoplaneta znaleziona przez sondę KELT, jest niepodobna do niczego, co widzieliśmy w naszym Układzie Słonecznym.

Cheops obserwował tę tajemniczą egzoplanetę **22 stycznia 2023** roku o godzinie **23:20 CET**. Dzięki analizie danych odkryliśmy, że KELT-3b jest...

---

---

---

---

---

---

---

---

W porównaniu z planetami w Układzie Słonecznym, KELT-3b...

---

---

---

---

---

---

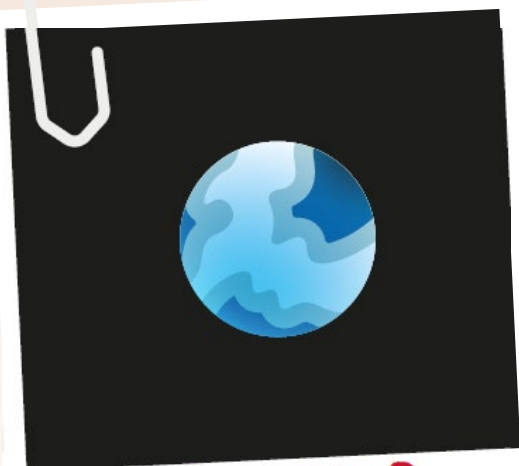
---

---

**KELT-3** to gwiazda podobna do Słońca oddalona od Ziemi o 690 lat świetlnych w konstelacji Lwa. KELT-3 jest nieco większa od naszego Słońca.

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

Promień gwiazdy =  $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



**Fast Facts:**

TYP

Mini-Neptun

PROMIĘŃ PLANETY



MASA PLANETY

$9,70^{+1.80}_{-1.70} M_{\text{EARTH}}$

OKRES ORBITALNY

ODLEGŁOŚĆ DO GWIAZDY GOSPODARZA

GĘSTOŚĆ

ODKRYTE

2021 przez badanie TESS

CHARAKTERYSTYKA

uważany za podobny do Neptuna

SKŁAD



TEMPERATURA

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

W porównaniu z KELT-3b, TOI-560c jest niemal tropikalny, choć wciąż jest o setki stopni Celsjusza cieplejszy od Ziemi.

Cheops obserwował tę tajemniczą egzoplanetę **23 stycznia 2023** roku o **13:12 CET**. Dzięki analizie tych danych odkryliśmy, że TOI 560c jest...

---

---

---

---

---

---

---

---

W porównaniu z planetami w Układzie Słonecznym, TOI-560c...

---

---

---

---

---

---

---

---

**TOI-560**, znana również jako HD 73583, to mała pomarańczowo-czerwona gwiazda w konstelacji Hydry, oddalona od Ziemi o około 103 lata świetlne.

TOI-560 jest mniejszy i chłodniejszy od naszego Słońca.

Oprócz TOI-560c, na orbicie tej gwiazdy znajduje się druga planeta - TOI-560b.

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

Promień gwiazdy =  $0,65 \pm 0,02 R_{\text{Sun}}$

STARTUJ TUTAJ



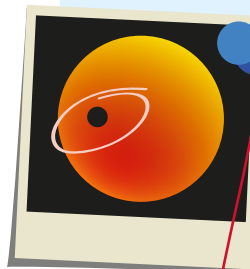
## JAK BADA SIĘ EGZOPLANETY?

Egzoplanety to planety poza naszym własnym Układem Słonecznym, krążące wokół gwiazdy innej niż nasze Słońce. Naukowcy używają teleskopów do wykrywania ich sygnałów.

JESTEŚCIE GOTOWI DO ROZPOCZĘCIA ŚLEDZTWA!

UŻYJ NARZĘDZIA ALLESFITTER, ABY UZYSKAĆ DOSTĘP DO DANYCH ZEBRANYCH PRZEZ SATELITĘ CHEOPS I PRZEANALIZOWAĆ DWIE TAJEMNICZE EGZOPLANETY: KELT-3B I TOI-560C.

## WIELKOŚĆ EGZOPLANETY



Głębokość transytu egzoplanety jest równa stosunkowi powierzchni tarczy planety do powierzchni tarczy gwiazdy. Mierząc głębokość transytu i znając promień gwiazdy ( $R_s$ ) można wyznaczyć promień egzoplanety ( $R_p$ ).

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

JAK TWOJE OSZACOWANIE WIELKOŚCI EGZOPLANETY MA SIĘ DO WARTOŚCI NAJLEPSZEGO DOPASOWANIA MODELU PRZEZ ALLESFITTERA?

## OKRES ORBITALNY

Okres orbitalny,  $T$ , planety to czas potrzebny planecie na wykonanie jednej pełnej orbity wokół swojej gwiazdy. Jeśli obserwowane są wielokrotne orbity tej samej egzoplanety, to odstęp czasu pomiędzy wykrytymi spadkami w krzywej blasku jest bezpośrednią miarą okresu orbitalnego planety.

KIEDY BĘDZIE NASTĘPNY TRANZYT TWOJEJ EGZOPLANETY?

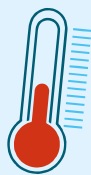


## ODLEGŁOŚĆ ORBITALNA

Na podstawie okresu orbitalnego,  $T$ , możemy wyznaczyć **odległość**,  $d$ , między planetą a gwiazdą, korzystając z **trzeciego prawa Keplera**. Gdzie  $G$  to stała grawitacyjna, a  $M_{star}$  to masa gwiazdy.

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

JAK ODLEGŁOŚĆ ORBITALNA OBLICZONA Z WYKORZYSTANIEM TRZECIEGO PRAWA KEPLERA MA SIĘ DO WYNIKU Z WARTOŚCI NAJLEPSZEGO DOPASOWANIA MODELU?



## TEMPERATURA

Temperatura planety jest najczęściej określana przez jej odległość od gwiazdy-gospodarza oraz przez obecność atmosfery. Ważnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę w przypadku możliwości zamieszkania jest temperatura. Kiedy planeta krąży wokół gwiazdy w odległości, w której może występować woda w stanie ciekłym, planeta znajduje się w strefie zamieszkiwalnej.

CZY UWAŻASZ, ŻE TWOJA EGZOPLANETA ZNAJDUJE SIĘ W STREFIE ZAMIESZKANIA SWOJEJ GWIAZDY-GOSPODARZA?



## SKŁAD

Masa,  $M$ , egzoplanety nie może być określona na podstawie metody transytu, ale inne metody, takie jak prędkość radialna, mogą. Kiedy znana jest zarówno masa jak i promień planety, możemy oszacować gęstość,  $\rho$  i skład egzoplanety.

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

Gdzie  $V$  jest objętością egzoplanety. Aby obliczyć objętość planety, założmy, że jest ona idealną kulą:

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

JAKA JEST GĘSTOŚĆ TWOJEJ EGZOPLANETY? JAK MYŚLISZ, JAKI JEST JEJ SKŁAD?

## PORÓWNANIE

W naszym Układzie Słonecznym planety dzielą się na dwie kategorie: skaliste i gazowe. Jednak egzoplanety mogą bardzo różnić się od sąsiednich planet, do których jesteśmy przyzwyczajeni.

JAK TWOJA EGZOPLANETA MA SIĘ DO ZIEMI I INNYCH PLANET W UKŁADZIE SŁONECZNYM?

# GLOSARIUSZ

Do rozwiązania zadań potrzebne będą informacje o wielkościach i jednostkach astronomicznych. W astronomii pomiary są często przedstawiane w jednostkach egzotycznych. Wiele z tych jednostek odnosi się do wielkości, które można dokładnie zmierzyć, jak na przykład rozmiary niektórych obiektów astronomicznych.

## Jednostka astronomiczna (au)

Jedna jednostka astronomiczna to w przybliżeniu odległość między Ziemią a Słońcem.

1 au = 149 597 870,7 km. Rok świetlny jest znacznie większy od jednostki astronomicznej. 1 ly = 63 241 au.

## Promień słoneczny ( $R_{\text{Sun}}$ )

Jeden promień słoneczny odpowiada promieniowi Słońca; jednostka ta jest przydatna przy porównywaniu rozmiarów gwiazd. 1  $R_{\text{Sun}}$  = 695 700 km.

## Promień Ziemi ( $R_{\text{Earth}}$ )

Promień Ziemi jest około 11 razy mniejszy od promienia Jowisza. 1  $R_{\text{Earth}}$  = 6 378 km.

## Masa Słońca ( $M_{\text{Sun}}$ )

Słońce jest gwiazdą średniej wielkości o masie 330 000 razy większej od masy Ziemi.

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

## Masa Ziemi ( $M_{\text{Earth}}$ )

Ziemia jest najlżejszą ze skalistych planet w naszym Układzie

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

## Stała grawitacyjna (G)

Jest stałą używaną przy obliczaniu przyciągania grawitacyjnego między dwoma obiektami.

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

## Prędkość światła (c)

Prędkość światła jest stałą, jeśli w próżni,  $c = 299\,792\,458$  m/s.

## Rok (y)

Chociaż istnieje kilka różnych rodzajów roku, w astronomii rok odnosi się do 365,25 dni (31 557 600 sekund).

## Rok świetlny (ly)

Jeden rok świetlny to odległość, jaką światło pokonuje w ciągu roku. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

## → Arkusz informacyjny o planetach Układu Słonecznego

	Planeta	Promień ( $R_{\text{Earth}}$ )	Masa ( $M_{\text{Earth}}$ )	Średnia odległość orbitalna (au)	Okres orbitalny (dni)	Gęstość ( $\text{g/cm}^3$ )	Średnia temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
Rocky	Merkury	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	Wenus	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	Ziemia	1	1	1	365,25	5,51	15
	Mars	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Gazowy gigant	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