

# HACKA EN EXOPLANET

## Bli en rymddetektiv

Ditt uppdrag är att analysera Cheops-data för exoplaneterna **KELT-3b** och **TOI-560c** och komplettera den information som saknas i deras akter.

Genom sina vetenskapliga uppdrag söker ESA svar på vår tids största frågor, t.ex. universums mysterier, förståelsen av vårt solsystem och sökandet efter beboeliga planeter eller liv utanför vår hemplanet.

I dessa utmaningar får du följa med forskarna i sökandet efter svaren och hjälpa dem att förstå dessa två mystiska utomjordiska världar.

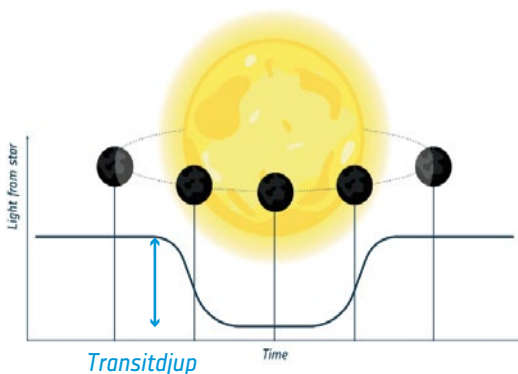


## Exoplaneter: grunderna



**Cheops** uppdrag är att observera kända exoplaneter och karakterisera dem genom att titta på den minskning av stjärnljuset som orsakas av planeternas transit (passage) framför sina värdstjärnor.

Cheops observerade de två mystiska exoplaneterna **KELT-3b** och **TOI-560c** i januari 2023.



Exoplaneter är svåra att upptäcka eftersom signalen från dem är liten i jämförelse med den mycket större signalen från deras större och ljusare värdstjärnor. En av metoderna för att upptäcka exoplaneter är **transitmetoden**.

Exoplaneten upptäcks genom att mäta att ljuset från stjärnan blir svagare när exoplaneten passerar mellan stjärnan och teleskopet, detta kallas för en **exoplanets transit**. En **ljuskurva** är en mätning av stjärnans ljus över en tidsperiod. Till vänster syns representationen av dippet i en ljuskurva för en stjärna under en exoplanets transit, även kallad transitdjup.



Astronomer använder särskilda programverktyg för att analysera data och anpassa matematiska modeller. Du får tillgång till ett av de verktyg som astronomerna använder för att analysera dessa exoplaneter: [hackanexoplanet.esa.int/allesfitter](https://hackanexoplanet.esa.int/allesfitter)



**KELT-3b**



**Snabba fakta:**

TYP

Het Jupiter

PLANETENS RADIE



PLANETENS MASSA

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

OMLOPPSTID



AVSTÅND TILL VÄRDSTJÄRNAN (BANAVSTÅND)



TÄTHET



UPPTÄCKT

2012 av KELT-undersökningen

EGENSKAPER

uppsväld och gasformig

SAMMANSÄTTNING



TEMPERATUR

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

**KELT-3b** är den tredje exoplaneten som hittats i KELT-undersökningen, och den här exoplaneten liknar ingenting som vi har sett i vårt solsystem.

Cheops observerade denna mystiska exoplanet den **22 januari 2023** klockan **23:20 CET**. Genom att analysera data har vi upptäckt att KELT-3b är...

---

---

---

---

---

---

---

---

I jämförelse med planeterna i solsystemet är KELT-3b...

---

---

---

---

---

---

---

---

**KELT-3** är en solliknande stjärna 690 ljusår från jorden i stjärnbilden Lejonet. KELT-3 är något större än vår sol.

Stjärnans massa =  $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Stjärnans radie =  $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c

**Snabba fakta:**

TYP

Mini-Neptunus

PLANETENS RADIE



PLANETENS MASSA

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

OMLOPPSTID



AVSTÅND TILL VÄRDSTJÄRNAN (BANAVSTÅND)



TÄTHET



UPPTÄCKT

2021 av TESS-undersökningen

EGENSKAPER

Tros likna Neptunus

SAMMANSÄTTNING



TEMPERATUR

225 ± 15 °C



Jämfört med KELT-3b är TOI-560c nästan tropisk, även om den fortfarande är hundratals grader Celsius varmare än jorden.

Cheops observerade denna mystiska exoplanet den **23 januari 2023** klockan **13:12 CET**. Genom att analysera dessa data har vi upptäckt att TOI 560c är...

---

---

---

---

---

---

---

---

I jämförelse med planeterna i solsystemet är TOI-560c...

---

---

---

---

---

---

---

---

**TOI-560**, även känd som HD 73583, är en liten orangeröd stjärna i stjärnbilden Hydra, cirka 103 ljusår från jorden. TOI-560 är mindre och kallare än vår sol. Förutom TOI-560c finns det en andra planet som kretsar kring stjärnan, TOI-560b.

Stjärnans massa = **0,73 ± 0,02  $M_{\text{Sun}}$**

Stjärnans radie = **0,65 ± 0,02  $R_{\text{Sun}}$**

**BÖRJA HÄR**



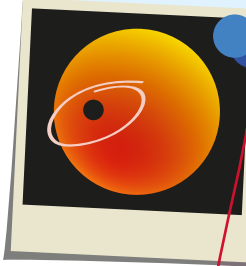
## HUR STUDERAS EXOPLANETER?

Exoplaneter är planeter utanför vårt eget solsystem som kretsar kring en annan stjärna än vår sol. Forskare använder teleskop för att upptäcka deras signaturer.

**DU ÄR REDO ATT PÅBÖRJA DIN UNDERSÖKNING!**

**ANVÄND VERKTYGET ALLESFITTER FÖR ATT FÅ TILLGÅNG TILL DATA SOM SAMLATS IN AV SATELLITEN CHEOPS OCH ANALYSERA TVÅ MYSTISKA EXOPLANETER: KELT-3B OCH TOI-560C.**

## EXOPLANETENS STORLEK



Djupet i exoplanetens transit är lika med förhållandet mellan planetens skivyta och stjärnans skivyta. Genom att mäta transitens djup och känna till stjärnans radie ( $R_s$ ) kan man bestämma exoplanetens radie ( $R_p$ ).

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

**HUR ÄR DIN UPPSKATTNING AV EXOPLANETENS STORLEK JÄMFÖRT MED ALLESFITTERS VÄRDE FÖR BÄSTA MODELLANPASSNING?**

## ORBITAL PERIOD

En planets omloppstid  $T$  är den tid det tar för planeten att fullfölja ett helt omlopp runt sin stjärna. Om flera omloppsbanor för samma exoplanet observeras är tidsintervallet mellan de upptäckta dykningarna i ljuskurvan ett direkt mått på planetens omloppsperiod.



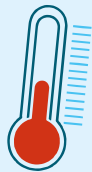
**NÄR SKER NÄSTA TRANSIT AV DIN EXOPLANET?**

## BANAVSTÅND.

Utifrån omloppstiden  $T$  kan vi med hjälp av **Keplers tredje lag** beräkna **avståndet**  $d$  mellan planeten och stjärnan. Där  $G$  är gravitationskonstanten och  $M_{star}$  är stjärnans massa.

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

**HUR ÄR DET BANAVSTÅND SOM BERÄKNATS MED HJÄLP AV KEPLERS TREDJE LAG JÄMFÖRT MED RESULTATET FRÅN DET BÄSTA MODELLANPASSNINGSVÄRDET?**



## TEMPERATUR

En planets temperatur bestäms främst av avståndet till värdstjärnan och av förekomsten av en atmosfär. Temperaturen är en viktig faktor som måste beaktas för att en planet ska vara beboelig. När en planet kretsar kring en stjärna på ett avstånd där flytande vatten kan finnas är planeten i den beboeliga zonen.

**TROR DU ATT DIN EXOPLANET BEFINNER SIG I VÄRDSTJÄRNANS BEBOELIGA ZON?**



## SAMMANSÄTTNING

En exoplanets massa,  $M$ , kan inte bestämmas med hjälp av transitmetoden, men andra metoder som radialhastighet kan göra det. När både en planets massa och radie är kända kan vi uppskatta exoplanetens densitet,  $\rho$ , och sammansättning.

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

Där  $V$  är exoplanetens volym. För att beräkna planetens volym antar vi att den är en perfekt sfär:

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

**VILKEN ÄR DENSITETEN PÅ DIN EXOPLANET? VAD TROR DU ATT DEN HAR FÖR SAMMANSÄTTNING?**

## JÄMFÖRELSE

I vårt solsystem är planeterna indelade i två kategorier: steniga och gasformiga. Exoplaneter kan dock skilja sig mycket från de grannplaneter som vi är vana vid.

**HUR STÅR DIN EXOPLANET I JÄMFÖRELSE MED JORDEN OCH DE ANDRA PLANETERNA I SOLSYSTEMET?**

# ORDLISTA

För att lösa utmaningarna behöver du lite information om astronomiska storheter och enheter. Inom astronomin presenteras storheter ofta med exotiska enheter. Många av dessa enheter avser storheter som kan mätas exakt, t.ex. storleken på vissa astronomiska objekt.

## Astronomisk enhet (au)

En astronomisk enhet är ungefär avståndet mellan jorden och solen.

1 au = 149 597 870,7 km. Ett ljusår (ly) är betydligt större än en astronomisk enhet. 1 ly = 63 241 au.

## Solradie ( $R_{\text{Sun}}$ )

En solradie motsvarar solens radie. Denna enhet är användbar när man jämför stjärnors storlek.

1  $R_{\text{Sun}}$  = 695 700 km.

## Jordradie ( $R_{\text{Earth}}$ )

Jordens radie är ungefär 11 gånger mindre än Jupiters radie. 1  $R_{\text{Earth}}$  = 6 378 km.

## Solmassa ( $M_{\text{Sun}}$ )

Solen är en medelstor stjärna med en massa som är 330 000 gånger större än jordens.

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

## Jordmassa ( $M_{\text{Earth}}$ )

Jorden är den största av de steniga planeterna i vårt solsystem.

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

## Gravitationskonstanten (G)

Är en konstant som används när man beräknar gravitationen mellan två objekt.

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

## Ljusets hastighet (c)

Ljusets hastighet är konstant. I vakuum är den  $c = 299\,792\,458$  m/s.

## År (y)

Det finns flera olika typer av år, men inom astronomin är *ett år* 365,25 dagar (31 557 600 sekunder).

## Ljusår (ly)

Ett ljusår är den sträcka som ljuset färdas under ett år. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

## → Informationsblad om solsystemets planeter

	Planet	Radius ( $R_{Jord}$ )	Massa ( $M_{Jord}$ )	Genomsnittligt banavstånd (au)	Omloppstid (dagar)	Densitet ( $g/cm^3$ )	Medeltemperatur ( $^{\circ}C$ )
Sten- planeter	<b>Merkurius</b>	0,383	0,055	0,39	88	5,43	167
	<b>Venus</b>	0,949	0,815	0,72	224,7	5,24	464
	<b>Jorden</b>	1	1	1	365,25	5,51	15
	<b>Mars</b>	0,532	0,107	1,5	687	3,93	-65
Gasjättar	<b>Jupiter</b>	11,21	317,8	5,2	4 331	1,33	-110
	<b>Saturnus</b>	9,45	95,2	9,6	10 747	0,69	-140
	<b>Uranus</b>	4,01	14,5	19,2	30 589	1,27	-195
	<b>Neptunus</b>	3,88	17,1	30,2	59 800	1,64	-200