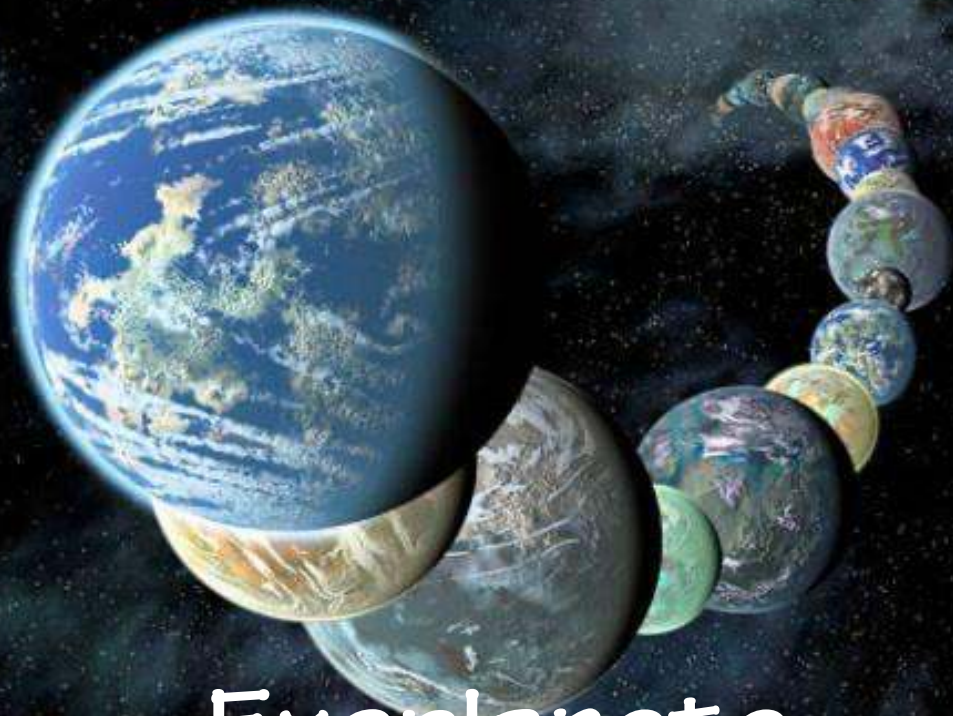


Universul în buzunarul meu



Exoplanete



Jean Schneider
Grażyna Stasińska

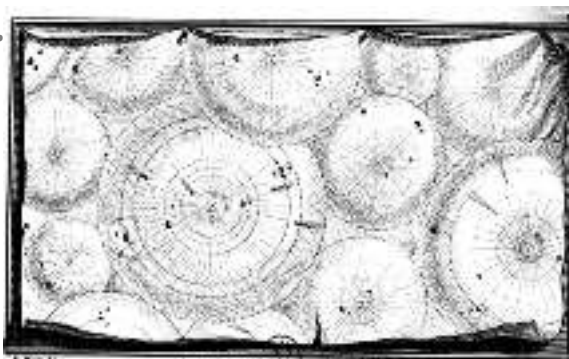
Paris Observatory

Ideea că "alte lumi" pot exista dincolo de sistemul nostru solar a fost sugerată pentru prima dată de filosoful grec Epicure, în urmă cu 2.300 de ani.

În 1584, filosoful Giordano Bruno a susținut că stelele sunt sori, la fel ca Soarele nostru.

În secolele al XVII-lea și al XVIII-lea, mulți oameni de știință și filosofi, precum Charles Huygens și Immanuel Kant, au dezvoltat în continuare conceptul de alte lumi.

Un desen ce reprezintă „pluralitatea lumilor”, așa cum a fost imaginat de scriitorul francez Fontenelle în 1686.



O versiune color a unei gravuri dintr-o carte publicată în 1888 de Camille Flammarion. Înfațișează un pelerin care descoperă o "altă lume".



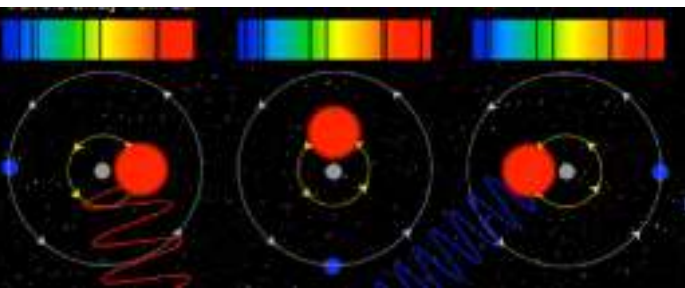
Primele încercări ale astronomilor de a detecta planete în jurul altor stele au avut loc la sfârșitul anilor 1930, dar până în 1989 au existat doar alarme false.

De ce să căutăm exoplanete?

Există aproximativ 100.000.000.000 de stele în Galaxia noastră, Calea Lactee. Câte exoplanete - planete în afara sistemului solar - ne așteptăm să existe? De ce unele stele sunt înconjurate de planete? Cât de diverse sunt sistemele planetare? Această diversitate ne spune ceva despre procesul de formare a planetelor? Acestea sunt câteva dintre numeroasele întrebări care motivează studiul exoplanetelor.

Unele exoplanete pot avea condițiile fizice necesare (cantitatea și calitatea luminii din stea, temperatura, compoziția atmosferică) pentru existența compușilor chimici organici complecși și poate pentru dezvoltarea Vieții (care poate fi destul de diferită de Viața de pe Pământ).

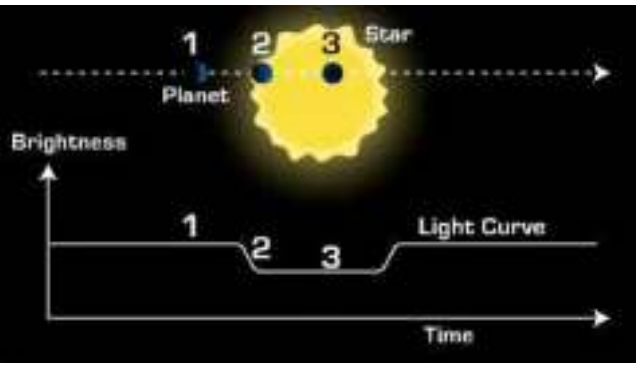
Metodele dinamice:



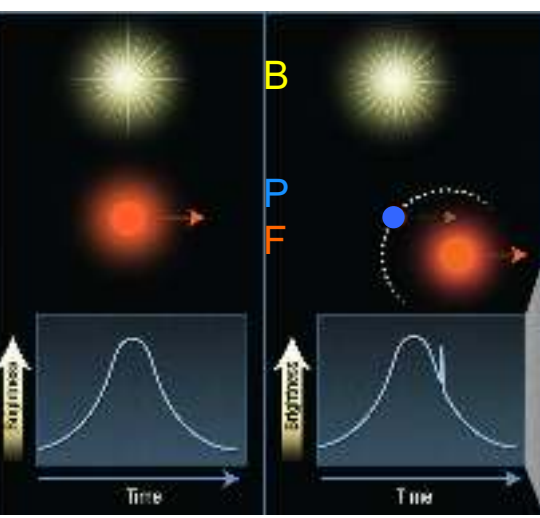
Planeta și steaua orbitează centrul lor comun de masă.

Mișcarea stelei în jurul centrului de masă este detectată de deplasarea liniilor din spectrul său (vezi TUIMP 2 și 10).

Tranzitele:
Dacă o planetă trece prin fața unei stele produce o mică eclipsă.



Lentile gravitaționale:

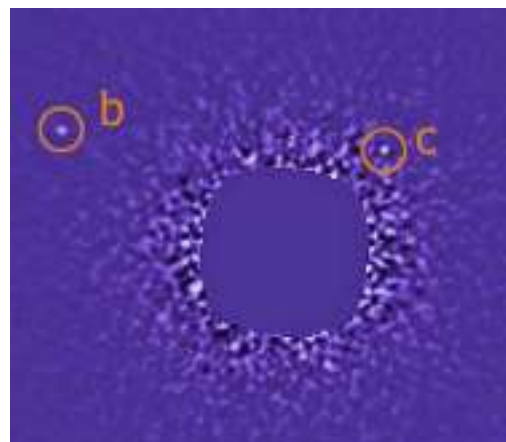


Atunci când o stea **F** trece în fața unei stele **B**, se creează o „lentilă gravitațională”, care intensifică lumina. Dacă o planetă **P** orbitează în jurul stelei **F**, și ea va amplifica steaua **B**, dar pentru un timp mai scurt

Metode indirecte de descoperire

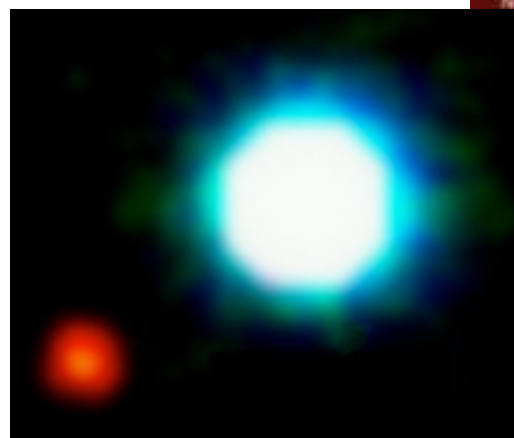
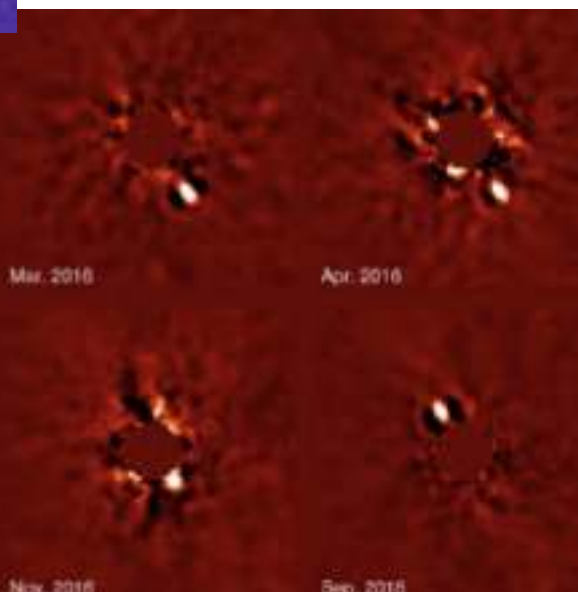
Primele detectări ale exoplanetelor au folosit efectele planetei asupra stelei sale (vezi pagina opusă), permițând obținerea multor proprietăți ale planetelor.

- Cu **metode dinamice**, prin studierea variațiilor **vitezei radiale** a stelei, obținem dimensiunea și excentricitatea orbitei, perioada de revoluție și o limită inferioară a masei planetare. Adevărata valoare a masei și orientarea orbitei sunt derivate din schimbarea poziției stelei față de stelele din apropiere (**astrometrie**).
- Cu **metode de tranzit**, obținem dimensiunea planetei de la adâncimea curbei de lumină în timpul eclipsei și perioada de revoluție din timpul dintre eclipse.
- Cu **lentile gravitaționale** obținem masa planetei și distanța acesteia de stea.



Două planete în jurul stelei HR 8799, descoperite în 2008 folosind coronografia în lumină infraroșie a telescopului Gemini North din Hawaii.

Secvență de imagini realizate la telescopul ESO din Chile. Arată mișcarea planetei Beta Pictoris b pe măsură ce orbitează steaua sa.



Prima imagine a unei exoplanete, făcută de telescopul ESO în 2004. Ea orbitează steaua 2M1207, o stea slabă, „pitică maro”, cu masă mică, prezentată aici în alb.

6 Credit: Chauvin și colab.

Metode directe de descoperire

Detectarea directă a unei exoplanete este dificilă, deoarece planetele sunt mici și slabe și se află foarte aproape de stelele lor, care sunt de cel puțin 10 milioane de ori mai strălucitoare. Astfel, trebuie să mascăm cu atenție steaua printr-o tehnică numită coronografie.

Detectarea directă, atunci când este posibilă, este foarte fructuoasă, deoarece cu mai multe imagini putem determina orbita completă.

Spectroscopia planetei relevă compoziția moleculară a atmosferei sale, precum și clima și vremea.

Monitorizarea fotometrică a planetei ne oferă informații despre perioada de rotație, adică lungimea zilei sale. Cu toate acestea, dimensiunea și masa planetei pot fi obținute numai prin metode indirecte.



Satelitul CoRoT a descoperit 36 de exoplanete. 600 de candidați sunt încă în curs de examinare.

Misiunea Kepler a observat 530.000 de stele, găsind până acum 2500 de exoplanete. Alți 2500 de candidați sunt în curs de analiză.

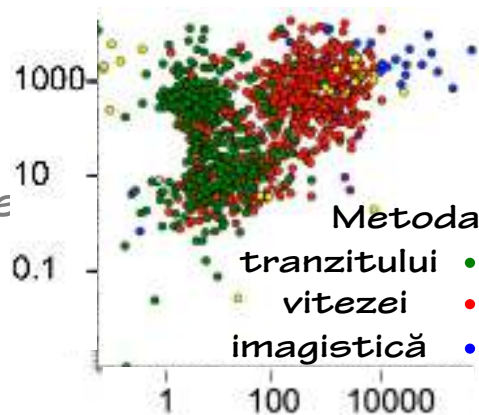


Satelitul european Gaia, lansat în 2013, va funcționa până în 2022. Va studia poziția și mișcarea a peste un miliard de stele cu o precizie deosebită.



Masele (comparativ cu Pământul) față de lungimea anului (în zile terestre) pentru toate exoplanetele cunoscute până în februarie 2019 (date de la exoplanet.eu).

8



O scurtă istorie a descoperirilor

Primele descoperiri ale exoplanetelor au fost făcute de la sol folosind **metoda vitezei radiale** utilizând spectrografe de înaltă precizie. HD 114762 b a fost prima planetă descoperită, în 1989. În 1992, 3 planete au fost găsite în jurul unui pulsar. Apoi, numărul de detecții a crescut. Începând din 2019, peste 800 de planete și 600 de sisteme multi-planetare au fost găsite folosind această metodă. În 2006 a fost lansat satelitul francez-ESA CoRoT, urmat în 2009 de telescopul spațial NASA Kepler. Ambii au folosit metoda tranzitului. CoRoT a fost primul care a detectat o planetă stâncoasă. Kepler a descoperit mil de planete. 90 de planete au fost găsite prin utilizarea **lentilelor gravitaționale**, iar 100 de planete au fost găsite prin **observare directă** de pe Pământ. Satelitul Gaia va efectua măsurări de **astrometrie** și **mișcările adecvate** a peste 1 miliard de stele. Ar trebui să detecteze mii de planete noi.

9

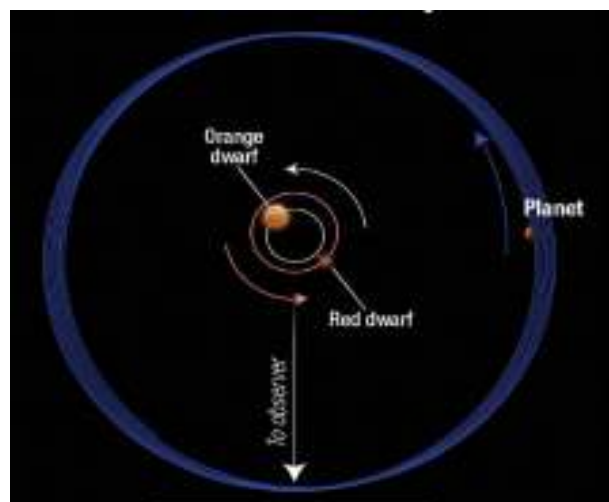


O viziune imaginară (nu la scară) a foarte fierbintelui Super-Pământ CoRoT-7 b

O reprezentare artistică de către G. Thimm a planetei Kepler-432b, cu orbita sa extrem de excentrică, care produce anotimpuri extreme.



Planeta Kepler-413b se învârtă în jurul a două stele: una portocalie și una roșie



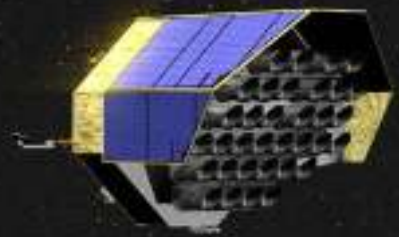
Diversitatea lumilor

În 2019, peste 4000 planete au fost confirmate, în timp ce peste 3000 așteaptă confirmarea.

Au fost descoperite multe planete ciudate care nu există în Sistemul Solar:

- Planete cu temperaturi mai mari de 1000°C care orbitează steaua lor în doar câteva zile (comparativ cu un an pentru Pământ)
- Planete care se evaporă
- Planete de două ori mai mari decât Pământul, numite Super-Pământ, cu anotimpuri extreme (-100°C iarna, $+100^{\circ}\text{C}$ vara).
- Planete cu două stele
- Sisteme de planete foarte strânse în jurul soarelui lor.

Platon, viitorul vânător european de exoplanete, urmează să fie lansat în 2026. Acesta va observa sute de mii de stele, căutând planete



folosind metoda tranzitului.

Impresia unui artist despre viitorul Telescop European Extrem de Mare, care va începe să funcționeze în Chile în 2025. Acesta va aduna de 13 ori mai multă lumină decât cele mai mari telescoape existente și va produce imagini de 16 ori mai clare decât cele ale telescopului spațial Hubble.



Proiectul hipertelescopului de A. Labeyrie. Un viitor interferometru foarte mare în spațiu, pentru cartografierea exoplanetelor cu o rezoluție de 100 m.

Viitorul

În următorii 10 ani, telescoapele terestre cu diametrul de 30 până la 40 m vor funcționa pentru a detecta exoplanetele prin metoda optică și variațiile de viteză ale stelelor.

Telescoape spațiale, incluzând Cheops, JWST, Platon și Ariel, vor fi lansate pentru a detecta planetele prin metoda tranzitului. JWST va face, de asemenea, imagistică directă.

Telescoape spațiale mari cu diametrul de 8 până la 18 m (LUVOIR, Habex) sunt proiectate de NASA pentru a detecta semnele vieții pe exoplanete până în 2050.

În viitorul îndepărtat, interferometrele spațiale uriașe vor face hărți detaliate ale planetelor. Și, probabil, sondele interstelare vor fi lansate către cele mai apropiate exoplanete pentru a realiza imagini din apropierea lor.

Inginerii lucrează deja la tehnici de propulsie pentru a atinge ținte atât de îndepărtate.

Întrebare de control



O reprezentare artistică asupra lui 51 Pegasi b, o planetă uriașă cu un „an” de numai 4 zile.



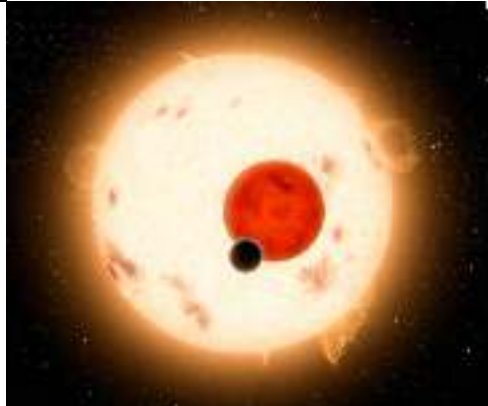
Viziunea artistică asupra lui HD 114762 b, prima exoplanetă descoperită, în 1989.



Care dintre aceste imagini reprezintă o planetă a Sistemului Solar?

O imagine a lui Jupiter făcută de orbitatorul Juno și prelucrată de omul de știință voluntar David Marriott.
NASA / JPL-Caltech / SwRI / MSSS / Marriott

Soluția pe verso



O reprezentare artistică asupra lui Kepler-16b, o planetă care orbitează două stele.

Universul în buzunarul meu No. 8

Această cărticică a fost scrisă în 2019 de Jean Schneider și Grażyna Stasińska de la Observatorul Astronomic din Paris (Franța).

Coperta frontală: Această imagine ilustrează ideea că lumile stâncoase pot fi atât abundente, cât și extrem de diverse în Univers (credit JPL). Toate imaginile exoplanetelor și ale sateliților din această broșură sunt reprezentări artistice. Credit: NASA, ESA și ESO.



Pentru a afla mai multe despre această serie și despre subiectele prezentate în această broșură, vă rugăm să vizitați

<http://www.tuimp.org>

Traducere: Tofanica B.M.,
AstroClubul Iași

TUIMP Creative Commons

