Subscribe to DeepL Pro to translate larger documents.
Visit www.DeepL.com/pro for more information.

Punë praktike
Përdorimi i bazës së të dhënave të ekzoplanetëve për të vizualizuar dhe analizuar vetitë e tyre

(kohëzgjatja: 1 orë e 30 minuta)

Eksploroni faqen *www.exoplanet.eu*:

1. Hyni në skedën "plots" në faqen exoplanet.eu dhe përdorni mjetin përkatës për të krijuar një histogram të numrit të zbulimeve të ekzoplanetëve me kalimin e kohës.

2. Shpjegoni ndryshimet e vëzhguara. Nëse është e nevojshme, mund të përdorni internetin për të gjetur datat e nisjes së disa misioneve ose instrumenteve shkencore.

1995: Zbulimi i 51 Pegasi b, ekzoplaneti i parë i konfirmuar që rrotullohet rreth një ylli të ngjashëm me Diellin.
2009–2018: Misioni Kepler i NASA-s revolucionarizoi kërkimin për ekzoplanetë. Kepler ka zbuluar mbi 2,600 ekzoplanetë, kryesisht midis viteve 2014 dhe 2016.
Që prej vitit 2018: Nisja e satelitit TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) ka vazhduar të rrisë numrin e zbulimeve, duke u përqendruar tek yjet më të afërta me Tokën.

3. Përdorni histogramin që tregon shpërndarjen hapësinore të yjeve që strehojnë ekzoplanetë. Çfarë përfundimi nxirrni nga kjo?

Duke shfaqur koordinatat "declination" dhe më pas "RA", mund të vërejmë se shpërndarja është izotrope. Ekzoplanetët ndodhen kudo!

4. Eksploroni histogramin e masës. Komentoni kufijtë minimalë dhe maksimalë. Shpërndarja e masës tregon një numër në rritje planetësh ndërsa masa zvogëlohet. A është kjo e vërtetë? Aktivizoni shkallën logaritmike për të "zmadhuar vlerat e vogla" dhe ndryshoni njësinë e masës në masa të Tokës. Komentoni çfarë ndodh rreth vlerës 30 masa tokësore.

- Kufiri i sipërm i histogramit lidhet me përcaktimin që katalogu i bën masës së një planeti. Kështu, në katalog përfshihen objektet me masë më të vogël se 60 masa të Jupiterit (M_J), ose të paktën ato objekte për të cilat kufiri i poshtëm i gabimit në matjen e masës është më pak se 60 M_J (p.sh. 70 ± 20 M_J).
- Objektet më masive janë xhuxhë të errët dhe yje. Popullata e objekteve me masë ndërmjet 13 dhe 73 M_J ka më shumë gjasa të jetë një përzierje e xhuxhëve të errët dhe planetëve.]
- Kufiri i poshtëm i histogramit, pra planeti me masën më të vogël, përcaktohet nga ndjeshmëria e instrumenteve. Ky kufi do të ulet me zhvillimin e instrumenteve gjithnjë e më të fuqishme, të cilat do të jenë në gjendje të zbulojnë planetë më të lehtë.
- Shpërndarja e masës tregon një rritje të numrit të planetëve ndërsa masa zvogëlohet. Ky është një trend i vërtetë (nuk rrjedh nga njëanshmëria e metodave), përderisa të gjitha metodat e zbulimit kanë tendencë të zbulojnë më lehtë planetët masivë. Në të vërtetë, ka shumë më tepër planetë me masë të vogël sesa planetë masivë.

- Duke aktivizuar shkallën logaritmike dhe njësitë në masa tokësore, histogrami tregon një 'gropë' në rreth 0.1 masa të Jupiterit (30 masa tokësore). Kjo 'gropë' nuk është njëanshmëri e të dhënave, pasi vazhdon të jetë e pranishme edhe kur kufizohemi në një metodë të vetme zbulimi, si tranziti apo shpejtësia radiale. Kjo mund të përfaqësojë kufirin ndarës midis planetëve tokësorë dhe atyre gaztë.

5. Eksploroni histogramin e gjysmëboshtit të madh. Ku janë zbuluar ekzoplanetët më të largët? Vendoseni këtë në perspektivë në krahasim me distancat në Sistemin Diellor. Ku janë zbuluar shumica e planetëve? Justifikoni këtë vlerë me një llogaritje të shpejtë.

Histogrami shtrihet deri në mbi 100,000 njësi astronomike (AU). Për krahasim, planeti më i largët nga Dielli është rreth 30 AU, dhe sondat hapësinore më të largëta kanë kaluar së fundmi vetëm kufirin prej 165 AU. Ekzoplanetët që ndodhen përtej 100 AU nga ylli i tyre janë zbuluar të gjithë përmes marrjes së imazhit në mënyrë direkte. Duhet theksuar se në këto raste është e vështirë të jemi të sigurtë që planeti i zbuluar është i lidhur gravitacionalisht me yllin.
Shumica e planetëve ndodhen më pak se 10 AU larg nga ylli i tyre. Nëse i hedhim një sy metodave të zbulimit, vërejmë se ky resultat lidhet me planetët e zbuluar përmes metodës së transitit ose të shpejtësisë radiale. Këto metoda indirekte kërkojnë ndjekjen e lëvizjes së yllit për të paktën një periodë orbitale të planetit. Meqenëse kërkimi për ekzoplanetë ka filluar rreth 30 vite më parë, metodat indirekte kanë qenë në gjendje të zbulojnë vetëm planetë me perioda më të shkurtra se 30 vjet. Ligji i tretë i Keplerit mund të përdoret për të llogaritur se kjo periodë korrespondon me një gjysmëbosht të madh prej $30^{2/3} = 10$ AU.

6. Eksploroni histogramin e jashtëqendërsisë. Ndonjë koment?

- Disa ekzoplanetë kanë jashtëqendërsi të barabartë me zero. Këta janë planetët për të cilët nuk kemi informacion mbi formën e orbitës, ndaj ajo supozohet të jetë rrethore (e = 0).
- Ne gjithashtu vërejmë se shpërndarja e jashtëqendërsisë është në rënie, por ende ka shumë planetë me orbita shumë ekscentrike. Me një jashtëqendërsi prej 0.2, planeti ndodhet një herë e gjysmë më larg nga ylli i tij në pikën më të largët të orbitës (apoqendër) sesa në pikën më të afërt (periqendër).
- Nëse i krahasojmë me planetët e Sistemit Diellor, vërejmë se shumë ekzoplanetë kanë orbita më ekscentrike se planetët që rrotullohen rreth Diellit:

Merkuri: 0.2 – Afërdita: 0.007 – Toka: 0.02 – Marsi: 0.09 – Jupiteri: 0.05 – Saturni: 0.05 – Urani: 0.05 – Neptuni: 0.004

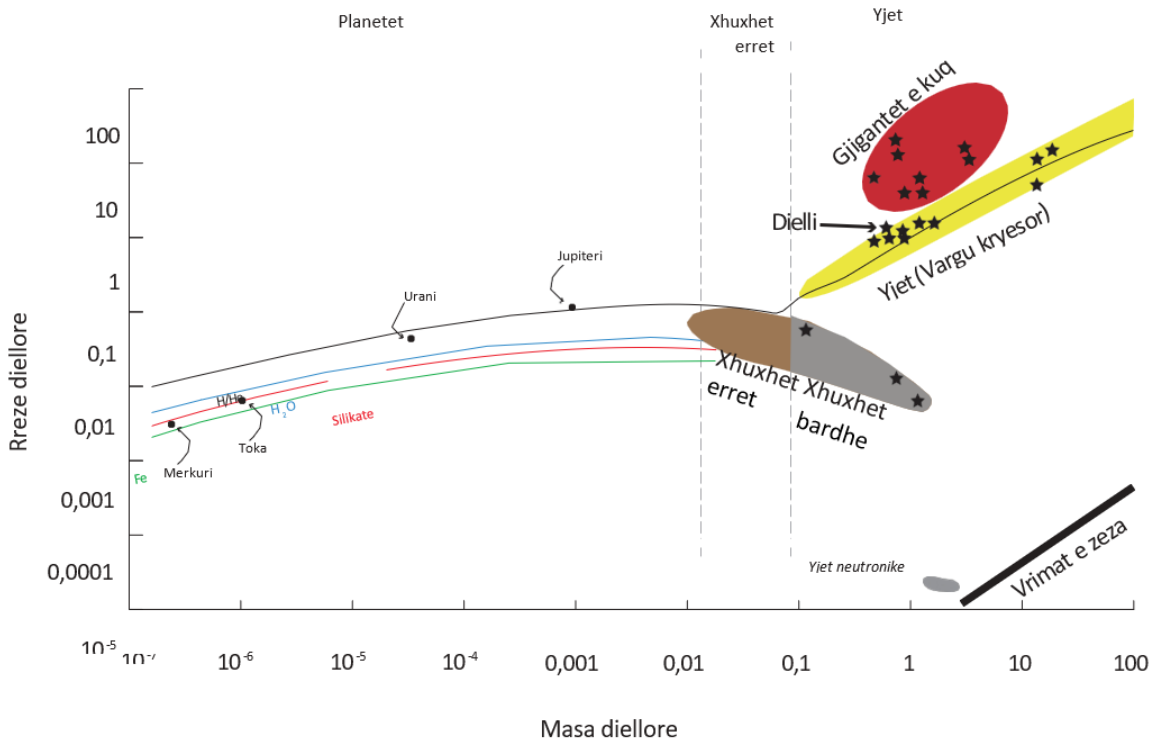
7. Përdorni një tjetër mjet nga faqja *www.exoplanet.eu* për të krijuar një figurë që tregon të gjithë ekzoplanetët e njohur deri më sot, të klasifikuar sipas gjysmëboshtit të madh (x), masës (y) dhe jashtëqendërsisë (si madhësi e ndryshueshme).

- Identifikoni planetët e Sistemit Diellor në këtë figurë, si dhe 51 Peg b (a=0.05AU; m=0.47 M_J) dhe Kepler 10 b (a=0.017AU; m=3.24 M_T).
- Gjeni familjet e ndryshme të ekzoplanetëve të prezantuara në kurs.

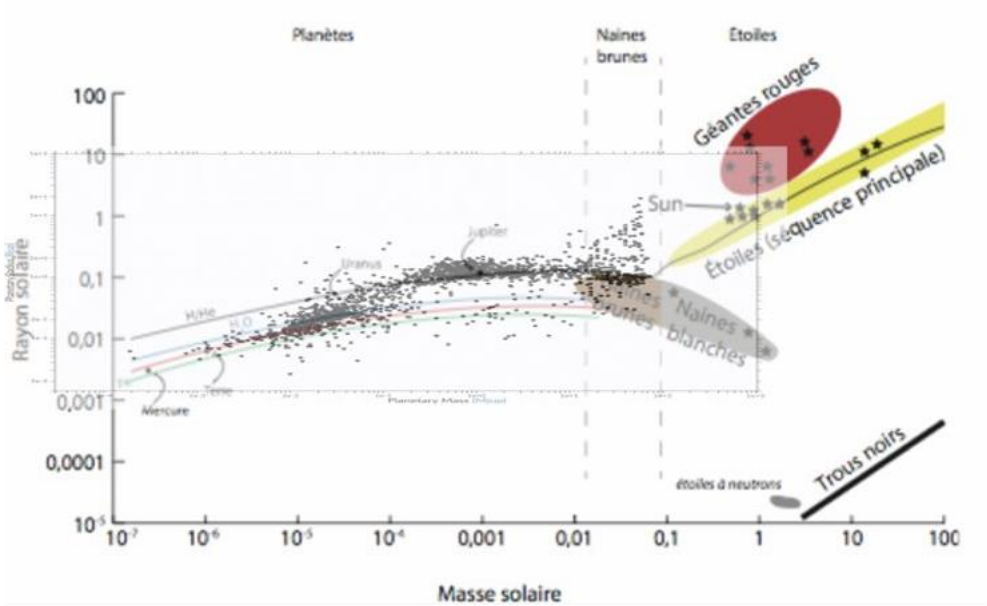
Zmadhoni pamjen për të parë më qartë dy planetët dhe përdorni mausin për të shfaqur rrjetën e koordinatave, në mënyrë që objektet të duken më qartë!
Familjet e ndryshme të ekzoplanetëve: Jupiter i nxehtë; super-Tokë; Jupiter i ngrohtë; ...

8. Eksploroni diagramin Masë – Rreze, në koordinata log-log dhe në njësi të Tokës. Si janë të shpërndarë planetët me rreze të ngjashme me Tokën? Diagrami i mëposhtëm tregon të gjitha objektet qiellore dhe i krahason ato me dendësitë e materialeve. Mund të shohim që Toka dhe Merkuri janë të përputhshëm me objektet shkëmbore. Ndonjë koment?

Mos harroni se metoda e shpejtësisë radiale jep informacion mbi masën, por jo mbi rrezen, ndërsa metoda e tranzitit jep vlerën e rrezes, por jo të masës. Për të pasur të dy parametrat, duhet të përdoren të dyja metodat.
Megjithëse në përgjithësi vërejmë se masa e planetëve rritet me rritjen e rrezes, dispersion është i madh. Planetët me rreze sa Toka janë të shpërndarë në një interval që shkon nga 0.7 deri në 30 masa tokësore. Nëse konsiderojmë intervalet e gabimit, na bëhet e qartë se një pjesë e këtij dispersioni vjen nga pasaktësitë në matje, por një pjesë tjetër është reale dhe tregon për objekte me dendësi jashtëzakonisht të ndryshme. Për shembull, planetët e Sistemit Diellor (pikat e zeza më poshtë) kanë shpërndarje me dispersion më të vogël.



Diagrami i mësipërm është mbivendosur mbi të dhënat. Për ta realizuar këtë, supozohet se një rreze diellore vlen sa 10 rreze të Jupiterit dhe një masë diellore vlen sa 1000 masa të Jupiterit. Xhuxhët e errët kanë masa që variojnë nga 13 deri në 60 M_J. Objektet më të dendura ndodhen në cepin e poshtëm djathtas të diagramit (p.sh. vrimat e zeza).



9. Shfaqni diagramin Perioda–Gjysmëboshti i madh, në koordinata log-log. Çfarë tregon ai? Shpjegoni shpërndarjen e pikave.

Diagrami tregon një lidhje proporcionale midis logaritmit të gjysmëboshtit të madh të orbitës, a, dhe logaritmit të periodës orbitale, P. Ky është ligji i tretë i Keplerit:

P^2/a^3=c-te e shprehur si: $2\cdot\log(P)= 3\cdot \log(a) +C$

Ky ligj përdoret për të llogaritur vlerën e gjysmëboshtit të madh të orbitës së një ekzoplaneti, duke u bazuar në matjen e periodës së rrotullimit dhe në njohjen e masës së yllit. Shpërndarja e pikave në grafik vjen si pasojë e varësisë së konstantes nga masa e yllit.

Autor: Alain Doressoundiram, Verë 2025