

ESNE BIDEA TOUR

Abenturazaleentzat bidaia

Exoplanetei buruzko informazio orokorra:

Exoplanetak eguzkia orbitatzen ez duten planetak dira, orokorrean beste izar bat orbitatzen dute, baina badaude “alderrai” izendatzen diren planetak ere, izarrik ez dutenak. Guztira, galaxian izar baino planeta gehiago daudela uste da. Orain 5.000 exoplanetatik gora ezagutzen dira.

Planetak orokorrean beraien izarrekin batera sortzen dira, izarrek inguruan izaten duen disko protoplanetarioan. Sistemak gazteak direnean nahiko kaotikoak izaten dira, eta planeten arteko interakzioen eraginez planeta batzuk batzutan sistematik alde egiten dute, eta espazioan zehar geratzen dira, planeta alderraiak bihurtuz.

Lehenengo exoplaneta 1988an aurkitu zen, Gamma Cephei izarren inguruan, planetak izarren mugimenduan izaten zuen eraginari esker, hala ere, izarra klasifikatuta zegoen mota horretakoek planeta bat diruditen seinaleak sortzen dituzten aldaketak izan ditzakete barnean, eta beraz ondorioztatu zuten seguruenik izarren aldaketengatik zela eta ez zegoela planetarik. Baina urte batzuk beranduago, 2003an, jada exoplaneta batzuk aurkituta zeudela, zientzialariek izarra berriz aztertzea erabaki zuten eta ikusi zuten alde batetik gaizki klasifikatuta zegoela eta bestalde mugimendu aldaketa erregularregia zela izarrengatik izateko. Beraz, aurkitutako lehen exoplaneta. Hala ere, argudiatu daiteke aurkitu ondoren planetarik ez zegoela esan zutenez ez duela kontatzen, beno, ba kasu horretan lehenengoa 1992an aurkitu zen, PSR B1257+12 izarren inguruan. Izeneko “PSR” hizkiek pulsar bat dela adierazten dute, supernoba moduan lehertu den izar batek utzitako arrastoa, eguzkiaren masa hiri baten neurriko esfera batean konprimatuta, materia egoera berri eta arraroetan duena, eta hainbat kilometrotara gauzak guztiz urtzeko bezain indartsua den eremu magnetiko bat duena. Hori gutxi balitz bezala, pulsarrek bi jet izaten dituzte, bat polo bakoitzean, eremu magnetikoak inguruko partikuletan izaten duen eraginagatik sortuta, eta biratzerakoan jet horiek agertu eta desagertu egiten dira gure begibistatik, itsasargi baten argiaren antzera. Pulsarrek biratzeko behar duten denbora oso erregularra izaten da, beti berdin berdina irauten dute, interferentziarik ez badago, eta planetek denbora hori eragin dezakete. PSR B1257+12, gainera, milisegundo-pulsar bat da, hau da, milisegundo batzuk besterik ez ditu behar bira oso bat emateko, kasu honetan 6,2. Biratzeko behar duen denboran aldaketa txiki batzuk ikusi ziren denboran zehar, eta azkenean hiru planeta aurkitu ziren bere inguruan. Hala ere, benetan historia guztia kontatzen hasi behar badugu, merezi du azaltzea lehenengo exoplaneten ebidentzia jada 1917an aurkitu zela, van Maanen-en izarrean. Garai hartan ez zuten interpretatzen jakin, noski, baina nano zuri (eguzkiaren antzerako izar bat hiltzean geratzen dena) baten espektroan (zerbaiten argia dituen kolore guztietan deskonposatu eta bakoitzaren kantitatea neurtzean) elementu astunen (hidrogenoa eta helioa ez den edozerren) markak aurkitu zituzten. Kontua da izar horiek neutroi izarrak (supernoben arrastoak) bezain dentsuak ez badira ere, beraien grabitatea oso indartsua dela, eta hidrogenoa eta helioa baino astunagoa den edozer barnealdean egon beharko zela, eta hidrogenoa eta helioa gainazalean, eta argiak gainazaletik irtetzen duenez gainazalean dagoen hidrogeno eta helioaren markak bakarrik izan beharko zituela. Izar honi gertatzen ari zaiona da sistema planetario bat zuela eta orain geratu diren asteroideak, hautsa eta gainontzekoak izarra erortzen ari direla planeten grabitatearen eraginez.

Dena dela, aurkitutako lehen exoplanetak izar arraroen inguruan zeuden, nano zuria, pulsarra, eta sub-erraldoi laranja. Ez dira bizia topatzea esperoko genukeen lehen lekuak. Eguzkiaren

antzerako izar baten inguruan aurkitutako lehen exoplaneta 51 Pegasi b izan zen, baina hau ere arraroa zen nolabait. Jupiterren antzerako gas erraldoi bat da, eta Eguzki sistemari begiratuta logikoa izango litzateke bere izarretik urrun dagoela pentsatzea, baina izatez Merkurio eguzkitik baino ia 10 aldiz gertuago dago. Ordundik gas erraldoi asko aurkitu dira beraien izarretik oso gertu, batzuk beraien izarra orbitatzeko ordu batzuk baino ez dituztela behar, eta “Jupiter beroak” bezala ezagutzen dira. Uste da seguruenik beste gas erraldoiak bezala sistemaren kanpoaldean sortzen direla, baina ondoren, inguruaren eraginez, sistemaren barnealdera emigratzen dutela, Jupiter beroak bihurtuz. Planeta hauek bereziki errazak dira aurkitzeko, handiak direlako eta beraien izarretik oso gertu daudelako. Hala ere, ez dira Urano edo Neptuno moduko planeta asko aurkitu beraien izarrek hiru egun edo gutxiagoan orbitatzen, eta ez dago oso argi zergatik.

Hainbat modu daude exoplanetak aurkitzeko, eta gero eta modu gehiago erabilia aurkitzen dira. Exoplaneta gehienak transitoaren metodoa erabilia aurkitu izan dira, hau da, izar bati begiratu denbora luzez eta periodikoki bere argitasuna gutxitzen ikustea, planeta bere aurretik pasatzean. Metodo hau hobea da planeta handiak aurkitzeko, izarren zati handiagoa estaltzen dutelako, eta beraz argitasunean aldaketa handiagoa delako. Transitoaren metodoa erabilia planeten erradioa jakin dezakegu, izarren argiaren zer zati estaltzen duen jakinda, izarren distantzia ezagutzen bada, eta erradioarekin planeta mota jakin dezakegu, 2 aldiz Lurraren erradioa arte planeta harritsuak dira, hortik 7 bat aldiz Lurraren erradiokoak Neptunianoak edo izotz erraldoiak izaten dira, eta hortik gora gas erraldoiak.

Transitoaren teknika oso erabilgarria da, eta batzuetan planetaren atmosfera zertaz eginda dagoen jakitea ere ahalbidetzen du, baina planeta guztiak ez dira beraien izarren aurretik pasatzen gure ikuspuntutik. Planetak handiak badira edo beraien izarretik gertu badaude (edo, are hobeto, biak), planetek izarren mugimenduan duten eragina igarri daiteke. Hau da planetek ere grabitatea dutelako (masa duen guztiak grabitatea duelako), eta horrek izarra planetarengana erakartzen du. Honi abiadura radialaren metodoa deritzo. Noski, izarra handia da eta planeta txikia, baina planetak izarra orbitatzerakoan honek aurrera eta atzera nola egiten duen ikus daiteke, bere espektroan Doppler efektuak izaten duen eraginagatik. Metodo honekin lotuta, badago beste bat planeten eraginez izarrek inguruko zeruarekiko duen mugimendua neurtuz planetak aurkitzeko, baina ez ditu, inondik inora ere, abiadura radialaren metodoak bezainbeste aurkitu.

Planetak aurkitzeko beste modu bat beste planetetan izaten duten eragina ikustea da, hau da, planeta bakar bat egongo balitz sistema batean, transitoak beti denbora berdinean izango lirateke, baina planeta gehiago badaude eragina izan dezakete, pulsarren errotazioan aldaketak igartzea bezala.

Lehen esan bezala, planetek grabitatea dute, eta badago, erlatibitatea dela eta, grabitateak argian izan dezakeen efektu bat, lente bezala jokatu ahal du. Metodo honi “mikrolente” deritzo eta planetaren grabitateak izaten duen lente efektu hori neurtzen du planeta aurkitzeko, eta noski, planeta handia izatea komenigarria da, grabitate gehiago duelako. Konplexua da, baina hainbat planeta aurkitu dira jada horrela.

Noski, kamera bat jarri eta exoplanetari argazkia ateratzen ere saiatu gaitzke. Izatez, dirudiena baino ideia hobea da, batez ere planeta handia bada, izarretik urrun badago eta gaztea bada. Gainera, teknika honekin hainbat planeta alderrai aurkitu dira, batez ere gazteak, oraindik sortu zireneko beroagatik infragorrian argitsuak direnak.

Bidairako segurtasun arauak:

1. Segurtasun arau guztiak irakurri
2. Segurtasun arau guztiak bete
3. Espazio-ontzitik irtetzeko ateak mekanikoki itxita geratzen dira bidaia hasten denean, segurtasun arrazoiengatik, eta ez dira irekitzen berriro Lurrera heldu arte, beraz ez saiatu irekitzen bidaian zehar
4. Izar sistema batetik bestera bidaiatzerakoan eserlekuan eserita eta behar bezala ziurtatuta egotea derrigorrezkoa da, behin geldiuera iritsitakoan jaiki ahal izango zarete
5. Espazio-ontzi barruan objektu zorrotzak, puntadunak edo bestelako objektu arriskutsuak botatzea edota modu desegokian erabiltzea guztiz debekatuta dago, batez ere ontzia hainbat pertsonen partekatzen dutelako
6. Espazio-ontzi barruan erre daiteken gauza askorik ez badago ere ezin da surik piztu
7. Ezin dira espazio-ontzira substantzia korrosibo, toxiko, lehergarri edo bestelako arriskuren bat suposatzen dutenak eraman
8. Espazio-ontziko kable eta zirkuitu elektroniko guztiak ongi ezkutatuta daude eta beraz utzi bilatzeari (EMP-etatik ere babestuta daude, baina saiakera ona)
9. Oraindik ez dugu espazio hutsetik ura lortzeko beharrezko teknologia asmatu, eta beraz eskertuko genizueke ura modu egokian erabiltzea bidaian zehar
10. Mesedez ez ekarri gizakiak ez diren animaliarik espazio-ontzira

*Norbaitek segurtasun arauak ez betetzearen ondorioz nolabaiteko istripu bat izanez gero, gu ez gara horren kargu egingo, ongi azalduta utzi dugulako zer ez den egin behar.

Geldialdiak:

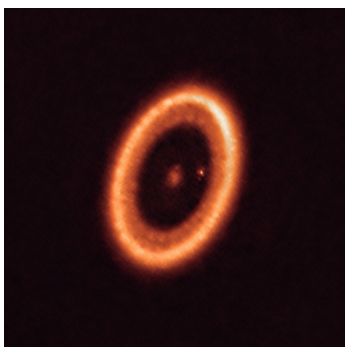
55 Cancri e

Planeta honetan ezin izango da lur hartu, gaseosoa izateko txikia bada ere, ez duelako ontzia urtuko ez lukeen gainazal solidorik. Alde beroena 2.500°C inguruan dago, eta alde "hotza" 1.500°C inguruan, bere izarra eguzkia bezalakoa bada ere, planeta honek 0,015 au-tara orbitatzen duelako, hau da, Merkuriok eguzkia planeta honek bere izarra baino hogeita bost aldiz urrunago orbitatzen du, eta Merkurio ez da hozkailu bat izateagatik ezaguna. Gainera, izarretik hain gertu egonda, beti alde berdina du izarrari begira. Hala ere, bere atmosferan nitrogenoa eta gure Lurreko atmosferako beste hainbat gas daude, zerbait ona bertatik pasatuko baikara, eta gaueko aldera iristean agian fenomeno ikusgarri bat ikusteko aukera izango dugu: laino disdiratsuak. Hauek silikatoak atmosferan kondentsatzen direnean eta azpiko labak argizatzen dituenean agertzen dira, fenomeno benetan ikusgarria.

HD 189733b

Planeta hau ez da aurrekoa baino aspergarriagoa. Honek ere ez du non lur hartu, gas erraldoi bat delako. Urdina eta polita da, gure etxe Lurraren antzerakoa ia, baina, badakizue, itxurak irizurriak izan daitezke, eta ez Lurrean bakarrik. Planeta hau Eguzkia baino txikiagoa den izar baten inguruan dago, baina horrek ez du esan nahi hotza egiten duenik bertan. 1000°C inguruko tenperatura du, baina nolabait ez da hori kezagarriena. Kolore urdin polit hori bere atmosferagatik da, kristalezko lainoak eta 7.000km/h -ko haizeak dituen atmosfera hori bera. Planeta honetan euria egiten du, Lurrean bezala, baina ez da guk ezagutzen eta maitatzen dugun ur euria, lainoetako kristal zatiak erortzen dira, alborantz, noski, haizeengatik.

PDS 70

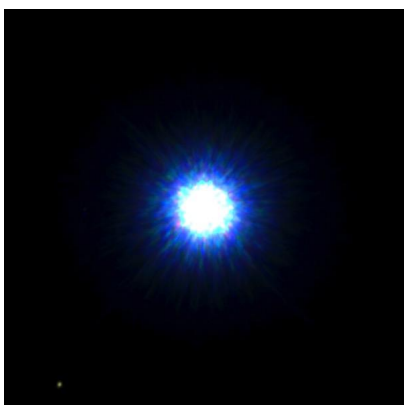


Sistema hau ez da edonolakoa, oso gaztea da, 5 milioi urterekin. Kontuan izanda eguzki sistemak 4,5 mila milioi urte dituela, oraintxe bertan sortzen ari da. Disko protoplanetarioa oraindik ez da guztiz desegin eta bertan bi planeta ezagutzen dira, PDS 70b eta PDS 70c, biak gas erraldoiak. Batek hiru eta besteak bi aldiz Jupiterren masa dituzte, eta beraz nahiko handiak dira. Gure eguzki sistema bera honen antzerako zerbait izan zen noizbait, duela eoiak, beraz sistema honetara begiratzea apur bat gu nondik gatozenera, iraganera begiratzea bezala da.

TrES-2b

Gas erraldoi hau oso polita izango litzateke, ikusi ahalko balitz. Hemen iluntasunaren planetara joango gara, izan ere planeta hau ezagutzen den ilunena da, iristen zaion argiaren %1a baino gutxiago islatzen baitu. Hala ere, hau ez da leku hotza, inondik inora ere, airea mila gradu inguruan dago, labaren tenperaturan.

HIP 78530b



Argazki horretan behe ezkerrealdeko izkinan ikusten den puntu hori HIP 78530b da, eta erdigunean ikusten den hori bere izarra, HIP 78530, eguzkiaren erradioa bi aldiz bezala neurtzen duena eta eguzkiaren masa bi eta erdi aldiz bezainbeste duena, eta beraz B motako erraldoi urdin bat da. Planeta izatez Jupiterren masa 24 bat aldiz duen objektu bat da, eta beraz nano marroi izendatzen direnetakoa. Hori planeta eta izar artean dagoen kategoria bat bezala da, eta ez dakigu asko beraiei buruz, bakarrik ikusgarriak direla, izar erraldoi eta urdinak bezalaxe. Eta, noski, beste modu batera izan ezin zen bezala, planeta hau milaka gradutara dago.

PH-1b

Sistema hau oso bitxia da, lau izar daude bertan, PH-1Aa, PH-1Ab, PH-1Ba eta PH-1Bb. PH-1b planetak lehenengo biak orbitatzen ditu, eta gutxi gorabehera Jupiterren diametroaren erdia neurtzen du, beraz gas erraldoi bat da. Benetan ikusgarria da halako planeta baten zerura begiratu eta bi eguzki ikustea, eta apur bat haratago beste bi eguzki gehiago.

HD 81817

Ondoren beste mota bateko izar erraldoi bat duen sistema batera joango gara, erraldoi gorri bat duenera. Eta benetan merezia du izar honek “erraldoi” izena, izan ere, eguzkiaren diametroa 80 eta 90 aldiz artean neurtzen du. Benetan erraldoia. Baina hala ere, eguzkiaren masa 4 eta 5 aldiz artean du, beraz dentsitatea oso baxua da, eta arrazoi on batengatik: izar hau lehen izar urdin arrunt bat zen (izar urdinak arruntak diren neurrian), baina une batean bere erregaia agortu zitzaion, izar handiei erregaia azkarrago agortzen zaielako, alde batetik grabitate handiagoa dutelako eta honen aurkako presioa mantentzeko erregai gehiago behar dutelako, eta bestalde nano gorriak bezalako izarrek beraien geruza guztietan duten hidrogeno guztia erabiltzen dutelako (eta bai ongi erabili ere, batzuk unibertsoaren oraingo adina hainbat aldiz beharko dute guztia agortzeko), baina izar handiek nukleoan duten hidrogenoa besterik ez dute erabiltzen. Hori dela eta, hidrogenoa azkar amaitu zitzaion izar honi. Baina hidrogenorik ez badago ere, izarrek zerbait erretzen jarraitu behar dute, bestela guztiz kolapsatuko direlako, eta beraz hidrogenoaren fusiotik sortutako helioa fusionatzen hasten dira, eta ondoren elementu astunagoak, aurrekoa amaitzen denean, burdinera heldu arte, burdina fusionatzeak energia eman beharrean hartu egiten duelako. Eta hidrogenoa amaitzen zaien fase horretan handitu egiten dira, hainbat eta hainbat aldiz beraien lehengo neurria, eta gorri kolorea hartzen dute totalean energia gehiago askatzen badute ere, beraien azalera horrenbeste hazi denez, azalera unitateko energia kopurua gutxitu egiten delako. Izar honen planeta ere handia da, 27 aldiz Jupiterren masa du, eta beraz hau ere nano marroi bat da.

PSR B1620-26b

Sistema hau apur bat urrun dago, ia bi mila parsec-tara, baina merezi du haraino joatea, izan ere, planeta hau kumulo globular batean dago, ehun mila izar baino gehiagoko multzo bat, guztiak esfera-antzeko forman pilatuta beraien grabitateagatik, eta izar dentsitatea Eguzki Sistemaren inguruan baino mila aldiz altuagoa dela. Hemen zerura begiratzea guztiz desberdina da. Gainera, planeta honetatik objektu astronomiko oso bitxi bat ikus daiteke gertutik: pulsar bat. Izenak dibertigarria badirudi ere, objektu hauek beldurgarriak dira: eguzkiaren masa berdina hiri handi baten neurriko esfera batean dute, kilometrotara gauzak guztiz urtu ditzakeen eremu magnetiko bat dute eta itsasargi-moduko argi izpiak botatzen dituzte poloetatik (itsasargien izpiak milioika gradutara egongo balira). Izatez, neutroi izar batez eta nano zuri batez osatutako sistema binario batean dago, beraz nano zuri bat gertutik ere ikusi ahalko da. Sistema hau oso arraroa da, izan ere, kumulo globular batean aurkitutako bakarra da, bertan horrenbeste izar egotean elkarren arteko grabitatearen eraginak planetak sistemetatik botatzen dituztelako. Pulsar baten inguruan planetak egotea ere arraroa da, izarrarekin batera sortu baziren horrek esan nahi duelako beraien izarraren supernoba biziraun dutela, baina uste da sistema honen kasuan jada izarrak neutroi izarra eta nano zuria zirela planeta alderrai bat harrapatu zutela.

TRAPPIST-1

41 argi urtetara baino ez dagoen sistema harrigarri honetan zazpi planeta daude, guztiak harritsuak eta gehienak Lurraren neurrikoak. Nano gorriek planeta harritsuak izateko joera dute, eta kasu batzuetan asko izatekoak, nahiz eta gas erraldoiak dituzten nano gorri pare bat ere ezagutzen diren. TRAPPIST-1en planetetatik hiru ur likidoa izateko tenperatura egokia dagoen gunean daude, (batez ere TRAPPIST-1 e, gure geltokia), nahiz eta guztiak beraien izarretik Merkurio Eguzkitik baino askoz gertuago egon, izan ere, TRAPPIST-1 izarra nano gorri bat da, hain ahula, planeta horietako batzuk izoztuta daudela. Lurretik asko aztertutako sistema bat da hau, batez ere bere zazpi planeta lurtarreatatik.

BIBLIOGRAFIA:

Exoplaneten informazio orokorra:

This research has made use of the NASA Exoplanet Archive, which is operated by the California Institute of Technology, under contract with the National Aeronautics and Space Administration under the Exoplanet Exploration Program.

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Earth and Super-Earth - Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/resources/15/earth-and-super-earth/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Exoplanet discovery: Seven Earth-sized planets around a single star*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/trappist1/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Gas giant | Planet Types – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/planet-types/super-earth/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Lava or not, exoplanet 55 Cancri e likely has an atmosphere*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/news/1471/lava-or-not-exoplanet-55-cancri-e-likely-has-an-atmosphere/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Neptune-like | Planet Types – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/planet-types/neptune-like/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Super-Earth | Planet Types – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/planet-types/super-earth/>

Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. *Terrestrial | Planet Types – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System*. [online] Link: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/planet-types/terrestrial/>

Keppler, M., et al. 2018. *Discovery of a planetary-mass companion within the gap of the transition disk around PDS 70*. A&A 617, A44. DOI: 10.1051/0004-6361/201832957

NASA Exoplanet Archive. DOI: 10.26133/NEA12 [online] Link: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>

NASA Exoplanet Archive. *55 Cnc e Overview*. [online] Link: https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/55%20Cnc%20e#planet_55-Cnc-e/

NASA Exoplanet Archive. *HD 189733 b Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/HD%20189733b>

NASA Exoplanet Archive. *HD 81817 Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/HD%2081817>

NASA Exoplanet Archive. *HIP 78530*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/Hip%2078530>

NASA Exoplanet Archive. *Kepler-64 Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/Kepler-64>

NASA Exoplanet Archive. *PDS 70 Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/PDS%2070>

NASA Exoplanet Archive. *PSR B1620-26 Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/Psr%201620-26>

NASA Exoplanet Archive. *TRAPPIST 1*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/Trappist%201>

NASA Exoplanet Archive. *TrES 2b Overview*. [online] Link:
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/Tres%202b>

NASA Eyes on exoplanets. *Exo Pioneer | 55 Cnc e*. [online] Link:
https://eyes.nasa.gov/apps/exo/#/planet/55_Cnc_e/

NASA Eyes on exoplanets. *Exo Pioneer | HD 189733 b*. [online] Link:
https://eyes.nasa.gov/apps/exo/#/planet/HD_189733_b/

NASA Goddard. *Messier 4*. [online] Link:
<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/messier-4/>

Open Exoplanet Catalogue. *Open Exoplanet Catalogue*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/>

Open Exoplanet Catalogue. *55 Cancri e*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/55%20Cancr%20e/>

Open Exoplanet Catalogue. *HD 189733 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/HD%20189733%20A%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *HD 81817 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/HD%2081817%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *HIP 78530 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/HIP%2078530%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *PDS 70 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/PDS%2070%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *PH-1 A(ab)b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/PH-1%20A%28ab%29%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *PSR B1620-26 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/PSR%20B1620-26%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *TRAPPIST-1 b*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/TRAPPIST-1%20b/>

Open Exoplanet Catalogue. *TrES-2*. [online] Link:
<http://www.openexoplanetcatalogue.com/planet/TrES-2/>

Trappist one. *TRAPPIST-1* [online] Link: <http://www.trappist.one/>