Елементи на аАстробиология

Rosa M. Ros, Beatriz García, Alexandre Costa, Florian Seitz, Ana Villaescusa, Madelaine Rojas

International Astronomical Union, Technical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Escola Secundária de Faro, Portugal, Heidelberg Astronomy House, Germany, Diverciencia, Algeciras, Spain, SENACYT, Panama

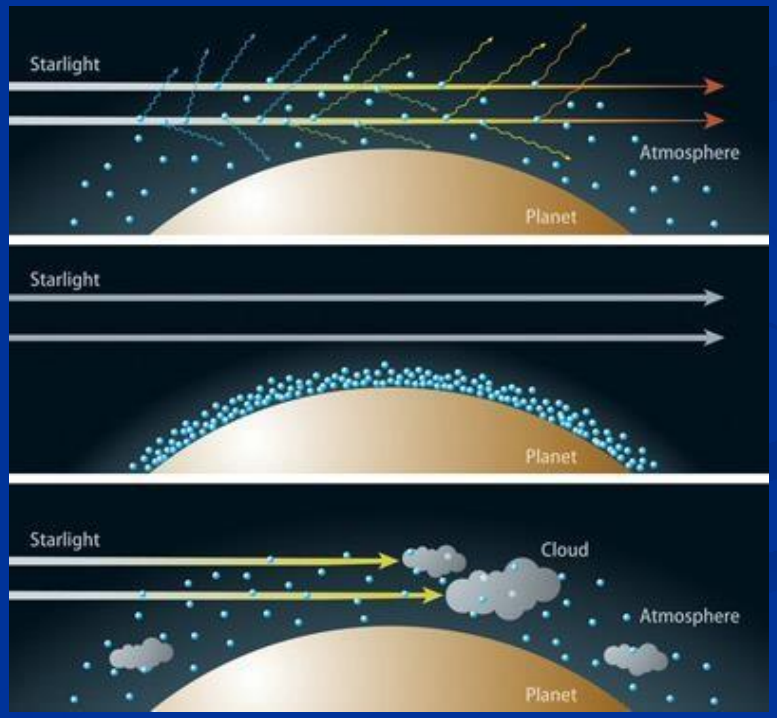
Цели:

- Разберете къде възникват различните елементи на периодичната таблица.
- Разберете условията за обитаване, необходими за развитието на живота.
- Управлявате минималните насоки за живот извън Земята.

Образуване на планетни системи

По време на формирането на звезда нейната планетарна система също е съставена от останки от материал, близо до звездата.

Спектроскопията се използва за изучаване на състава на звездата и също така се използва за изучаване на атмосферата на екзопланетите.



Дейност 1: Образуване на планетарната система от газ и прах

Групата е разделена на две: момичета (газ) и момчета (прах) напр. (Ако има съществена разлика в броя на участниците от една и друга група, се препоръчва групата, представляваща газа, да бъде най-голямата, тъй като в планетарна система в процес на формиране масата на газа е 100 пъти по-голяма от масата от праха).

Докато участниците слушат историята, те извършват динамични действия на това, което чуват, например:

Дейност 1: Образуване на планетарната система от газ и прах

Текст на историята:	Изпълнение на участниците:
Имало едно време облак от много газ и малко по-малко прах.	Всички са смесени в облак. Имаповече участници, представляващи газ. В облака всички участници се държат за ръцепроизволно, образувайки се като мрежа.
Тогава газът започна да се събира в центъра на облака и около него прах.	Те започват да се разделят. Участниците, представляващи газа се струпват в центъра, а тези, представляващи праха държайки се за ръце около центъра.

Дейност 1: Образуване на планетарната система от газ и прах

Текст на историята :	Изпълнение на участниците :
Имаше много движение, газови частици привлечен газ и прахови частици привлечен прах.	Те започват да се въртят, движат, блъскат, вибрират,подскачат. Някои се «изстрелват» в резултат на толкова много движение, а други "спасяват", хващат, прегръщат тези частици чрез идентифициране (газ с гази прах с прах).
In the center a dense opaque core formed surrounded by a disk of dust and gas.	Тези в центъра (газовете) се натрупват и около тях участниците, които представляват прах в нещо като кръг, се хващат за ръка.Пояснение: не целият газ е в центъра, има разсеян газ извън кръга.

Дейност 1:
Образуване на планетарна система от газ и прах

Дейност 1: Образуване на планетарната система от газ и прах

Текст на историята :	Изпълнение на участниците :
Това ядро е еднотокоето най-накрая ще доведе до Слънцето или родителската звезда наизвънслънчева система.	Слънцето или родителската звезда започват да светят така, че лъчите му трябва да излизат навън във всички посоки.Уточнение: В момента, когато слънцето или родителската звезда започва да свети, «разсеяният" газ започва да се отдалечава.
Някои малки планети бяхаобразувани от обединението на все по-големи и по-големи прахови зърна, след това скали и така нататък, докато се появят планетите от земен тип	Участниците, представляващи праха, който формира планетите от земната група групирайте заедно.Пояснение: не целият прах остава за земни планети, трябва да има малко прах в най-отдалечените региони.

Дейност 1: Образуване на планетарната система от газ и прах

Текст на историята :	Изпълнение на участниците :
Гигантските планети, образувани далеч от топлината на Слънцето или централната звезда, където газът може да се събере безпрепятствено.	Останалите, гигантските планети, започват да идватзаедно: много газ и малко прах. Пояснение: Намаляването на температурата поради по-голямото разстояние от Слънцето или звездата-майка е причината за основните разлики между вътрешните скалистипланетите и външните гиганти.

Дейност 1:
Образуване на планетарна система от газ и прах

Дейност 2: Емисионен спектър

Спектроскопията ни позволява да получим информация за химичния състав на екзопланетите и техните атмосфери. Можем да визуализираме спектъра на електрическа крушка с помощта на DVD (виждаме линиите на газовете, които се съдържат в нея)

Химически аспекти на еволюцията на звездите

- Elements which were produced in the first minutes after the Big Bang
- Elements which were forged in the interior of stars
- Elements appearing in supernova explosions
- Man-made elements in the laboratory

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Cb	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fi	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Дейност 3: Класификация на периодичната система

Поставете във всяка клетка (синя, жълта и червена)

Пръстен: Злато Au	**Свредел с покритие: Titanium Ti**	**Газ в детски балон: Helium He**	**Тел за чистене: Nickel Ni**
Смартфон батерия: Lithium Li	**Автомобилни свещи: Platinum Pt**	**Ел.меден проводник: Copper Cu**	**Йодна тинктура: Iodine I**
Бутилка за вода H_2O: Hydrogen H	**Стар тиган за готвене: Aluminum Al**	**Черен молив: Graphite C**	**Сяра за селското стопанство: Sulfur S**
Кен от безалк.напитка: Aluminum Al	**Ръчен часовник TitaniumTi**	**Медал: Silver Ag**	**Тръба: Lead Pb**
Острилка за моливи: Zinc Zn	**Ръждив стар пирон: Iron Fe**	**Термометър: Gallium Ga**	**Кибритени клечки: Phosphorus P**

Елементи, генерирани в първите минути след Големия взрив (синьо)

Елементи, изковани вътре в звездите (жълто)

Елементи, които се появяват при експлозии на свръхнова (червено)

Дейност 3: Класификация на периодичната система

Пръстен: Злато Au	Свредел с покритие: Titanium Ti	Газ в детски балон: Helium He	Тел за чистене: Nickel Ni
Смартфон батерия: Lithium Li	Автомобилни свещи: Platinum Pt	Ел.меден проводник: Copper Cu	Йодна тинктура: Iodine I
Бутилка за вода H_2O: Hydrogen H	Стар тиган за готвене: Aluminum Al	Черен молив: Graphite C	Сяра за селското стопанство: Sulfur S
Кен от безалк.напитка: Aluminum Al	Ръчен часовник TitaniumTi	Медал: Silver Ag	Тръба: Lead Pb
Острилка за моливи: Zinc Zn	Ръждив стар пирон: Iron Fe	Термометър: Gallium Ga	Кибритени клечки: Phosphorus P

Елементи от Големият взрив (синьо)

Елементи в звездите (жълто)

Елементи в свръхновите (червено)

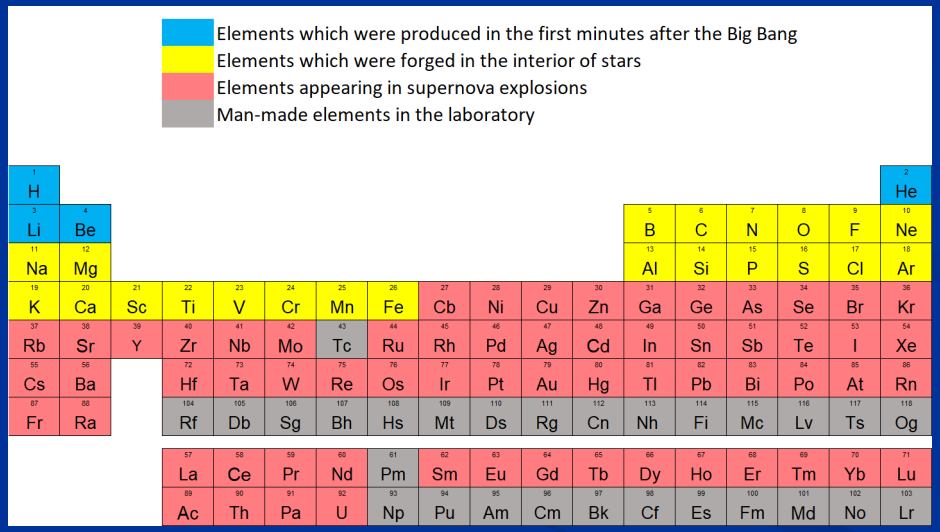
Дейност 4: Деца на звездите

Състав на човешкото тяло:

Богати елементи: кислород, въглерод, водород, азот, калций, фосфор, калий, сяра, желязо, натрий, хлор и магнезий.

Микроелементи: Флуор, Цинк, Мед, Силиции, Ванадий, Магнезии, Йод, Никел, Молибден, Хром и Кобалт

Essential elements: lithium, cadmium, arsenic and tin.

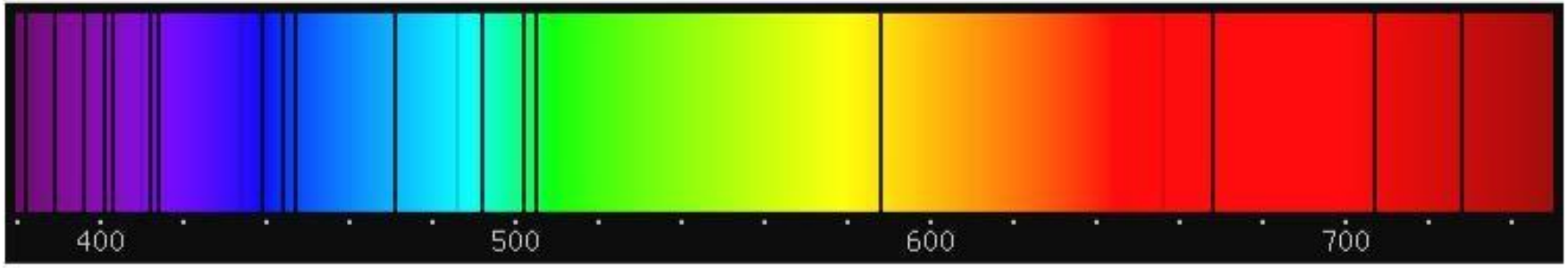


Всички изобилни елементи (с изключение на H) са произведени в звездите.

Ние сме деца на звездите!!!!

Слънцето не е звезда от първо поколение

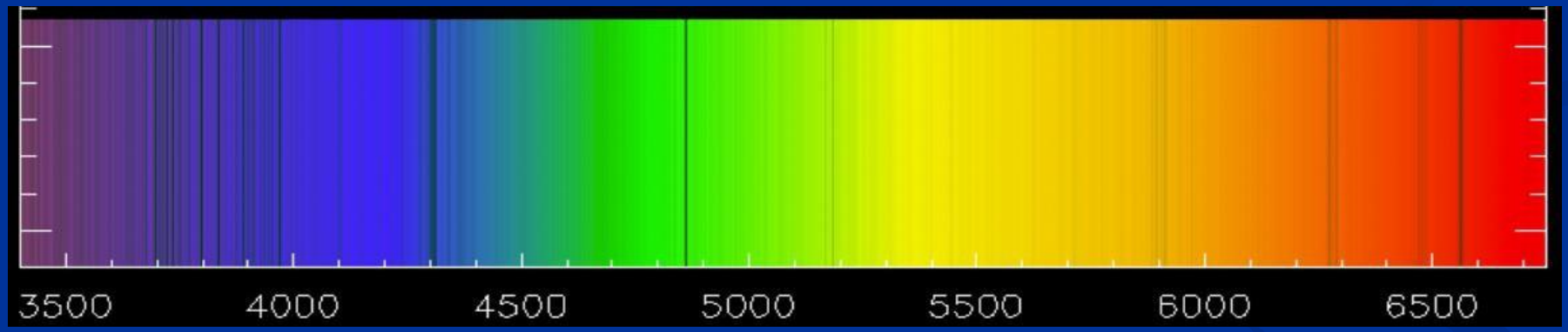
Звездите от първото поколение живеели бързо, умирали млади и не са оцелели до днес. Само при водород, хелий и може би литий се виждат линии.



Спектър от първо поколение
(впечатление на художника).

Слънцето не е звезда от първо поколение

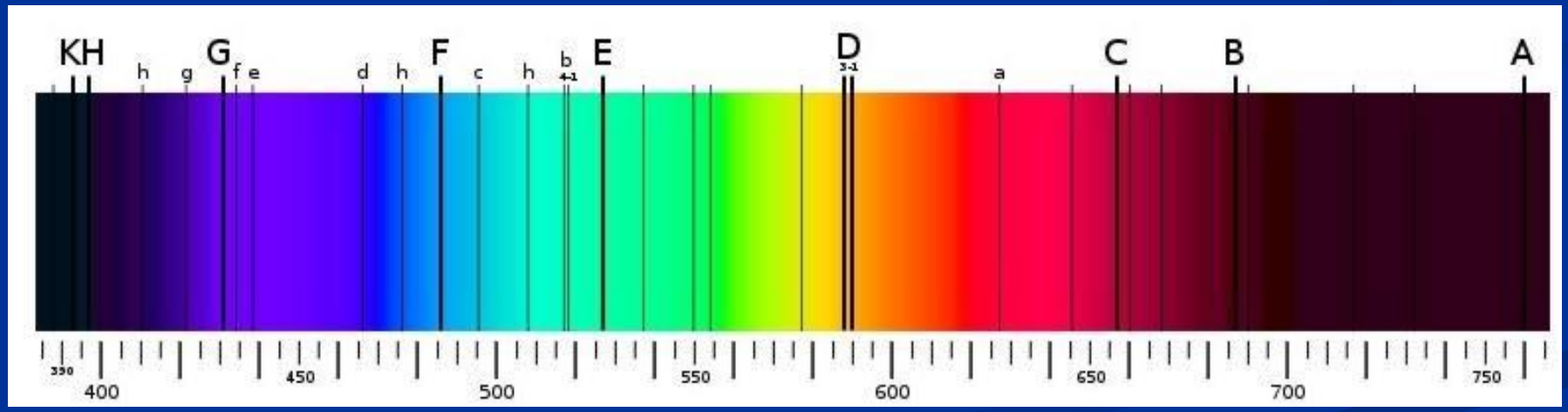
Звездите с по-сложни елементи означават, че първоначалният им облак е започнал от останките от експлозия на свръхнова.



Спектър от второ поколение.SMSS J031300.36-670839.3 с линии за водород и въглерод

Слънцето не е звезда от първо поколение

В Слънчевата система са открити много елементи, които възникват след експлозия на свръхнова. Следователно Слънцето вероятно е образувано от първоначален облак, който съответства на останките от най-малко две експлозии на свръхнови, тоест това е звезда от трето поколение.

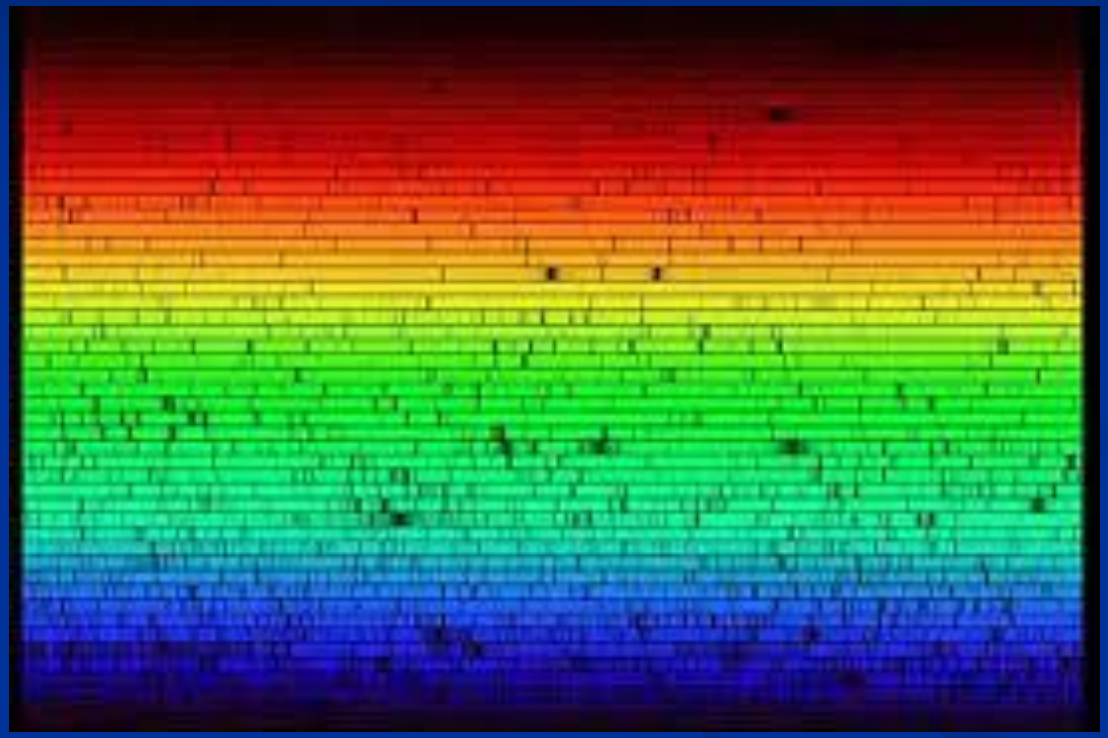


Спектър на Слънцето с различни спектрални линии

Дейност 5: Линиите на Фраунхофер на Слънцето

Спектърът на Слънцето е непрекъснат, с тъмни линии, наречени линии на Фраунхофер, които съответстват на химичните елементи, съдържащи се в атмосферата му.

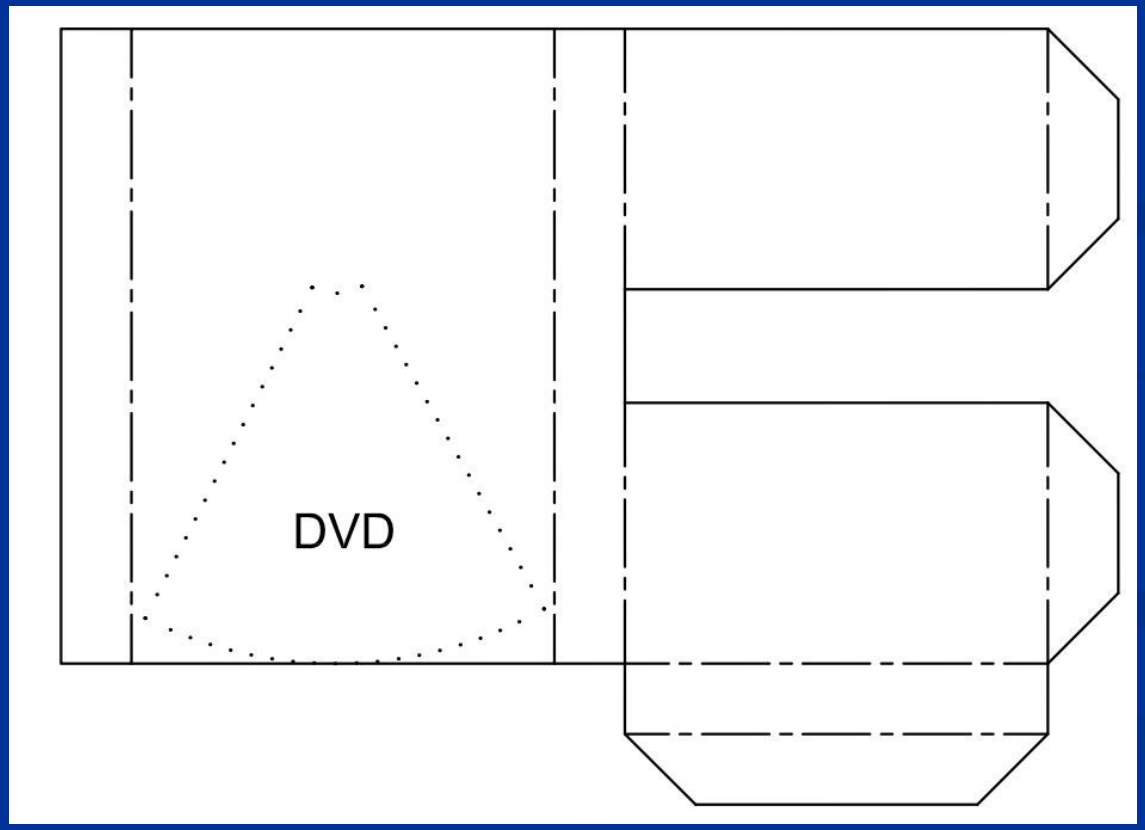
Те могат да се видят с невъоръжено око в отражението на слънчевата светлина върху DVD. Наблюдават се много линии на Fe, триплетът на Mg (в зелено), дублетът на Na (в жълто)

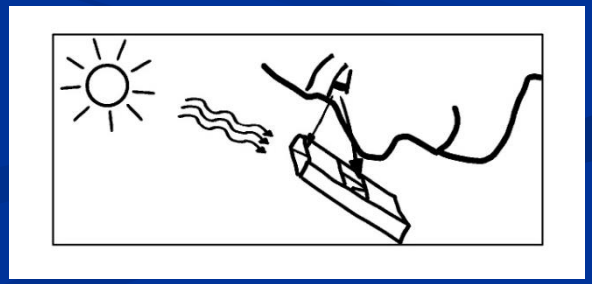


(Crédito: NOAO)

Дейност 5: Линиите на Фраунхофер на Слънцето

Изрежете шаблона, залепете 1/8 от DVD и сглобете кутията с DVD вътре, като прегънете по пунктираните линии.

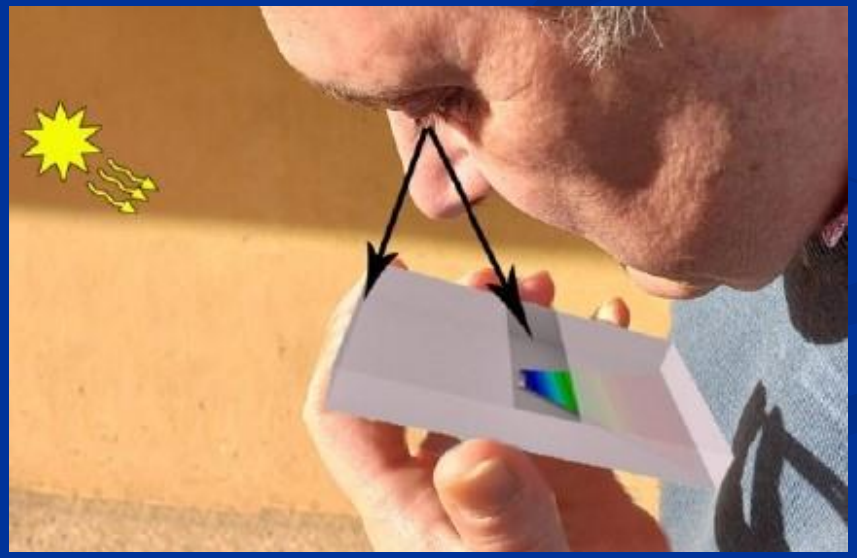




Дейност 5: Линиите на Фраунхофер на Слънцето

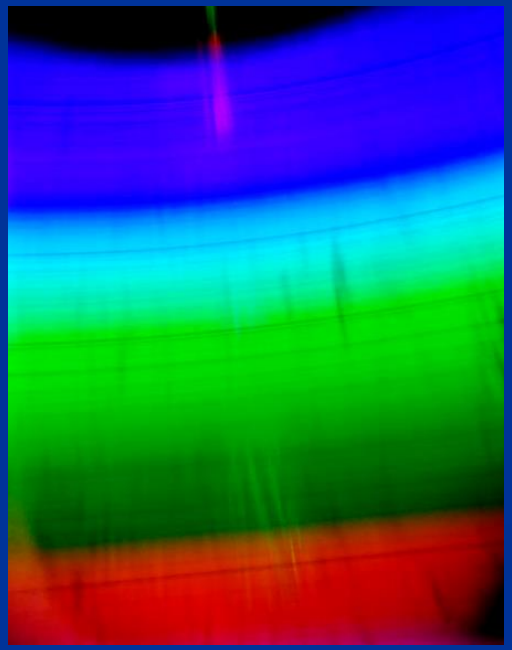
Излезте навън в слънчев ден и се изправете срещу слънцето.

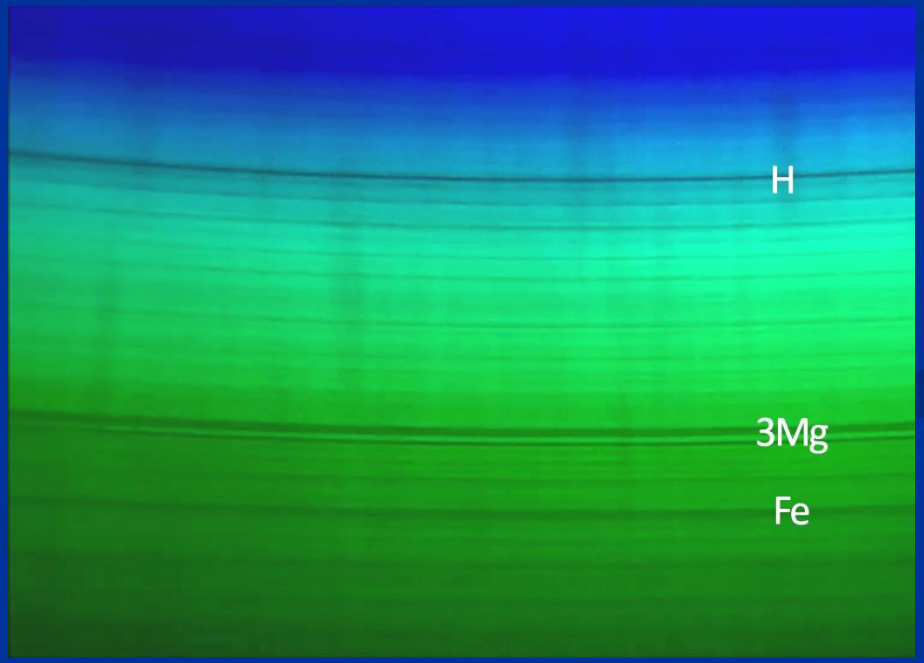
Поставете кутията пред лицето си, като горният ръб е на нивото на очите, както се вижда на снимката. Гледайки DVD-то вътре, движете се бавно, докато видите яркото, многоцветно радиално отражение на Слънцето върху DVD-то.



Дейност 5: Линиите на Фраунхофер на Слънцето

Приближете лицето си до кутията, като винаги гледате към отражението, което ще изглежда по-широко. Когато окото ви почти докосне прозореца, ще видите тънки, остри черни линии в цветната област. Те са спектралните линии на химичните елементи, които са в Слънцето.





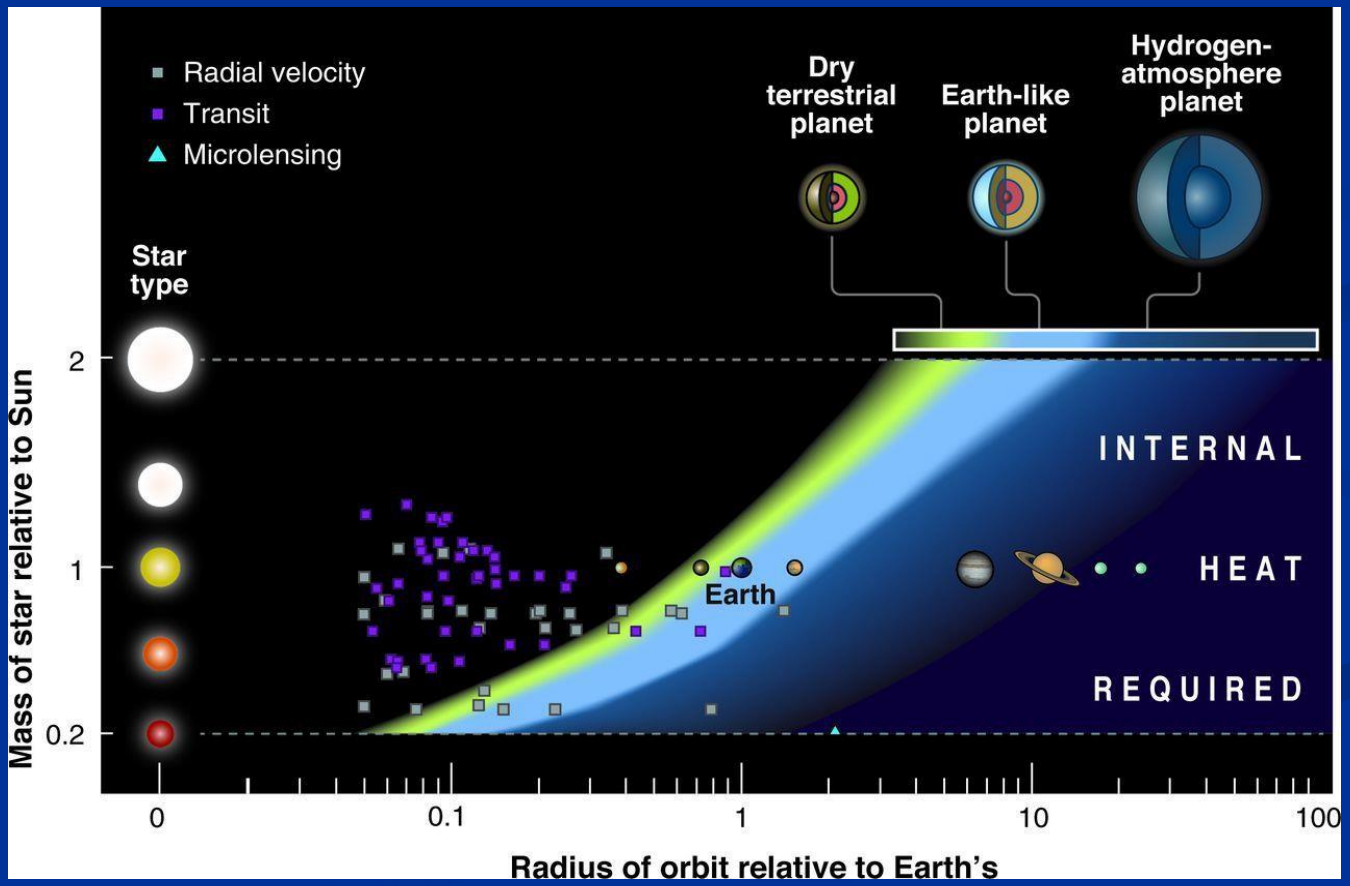
Зона на обитаемост

Зоната на обитаемост е областта около звезда, в която потокът от радиация върху повърхността на скалиста планета би позволил наличието на течна вода (наличието на течна вода предполага живот, базиран на въглерод).

Обикновено се среща в тела с маса между 0,5 и 10 Me и атмосферно налягане, по-голямо от 6,1 mbar, съответстващо на тройната точка на водата при температура от273,16 K (когато водата съществува едновременно под формата на лед, течност и пара).

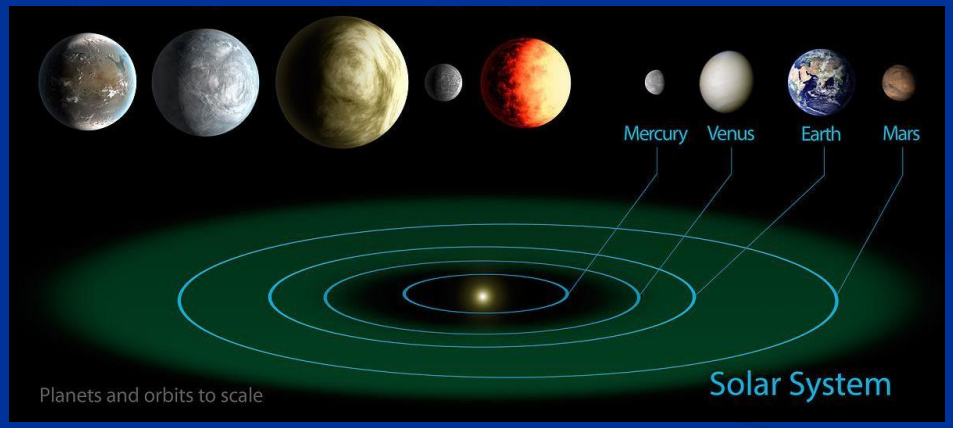
Зона на обитаемост

Зоната на обитаемост зависи от масата на звездата. Ако масата е по-голяма, тогава нейната температура и яркост се увеличават и следователно зоната на обитаемост е все по-отдалечена.



Други условия за обитаемост

Орбиталното разстояние на планетата, което я поставя в зоната на обитаемост, е необходимо условие, но не достатъчно, за да може една планета да приеме живот.Пример: Венера и Марс.



Масата на планетата трябва да е достатъчно голяма, за да може нейната гравитация да задържи атмосферата.
Това е основната причина Марс да не е обитаем в момента, тъй като е загубил по-голямата част от негоатмосферата и цялата повърхностна вода, която е имала през първите си милиарди години.

Дейност 6: Течна вода на Марс?

На Марс атмосферното налягане е слабо (0,7% от земното). Въпреки това ниско налягане, водата образува облаци на полюсите на планетата. Но защо Марс няма течна вода на повърхността си?

Слагаме вътре в спринцовката гореща вода, близка до кипене

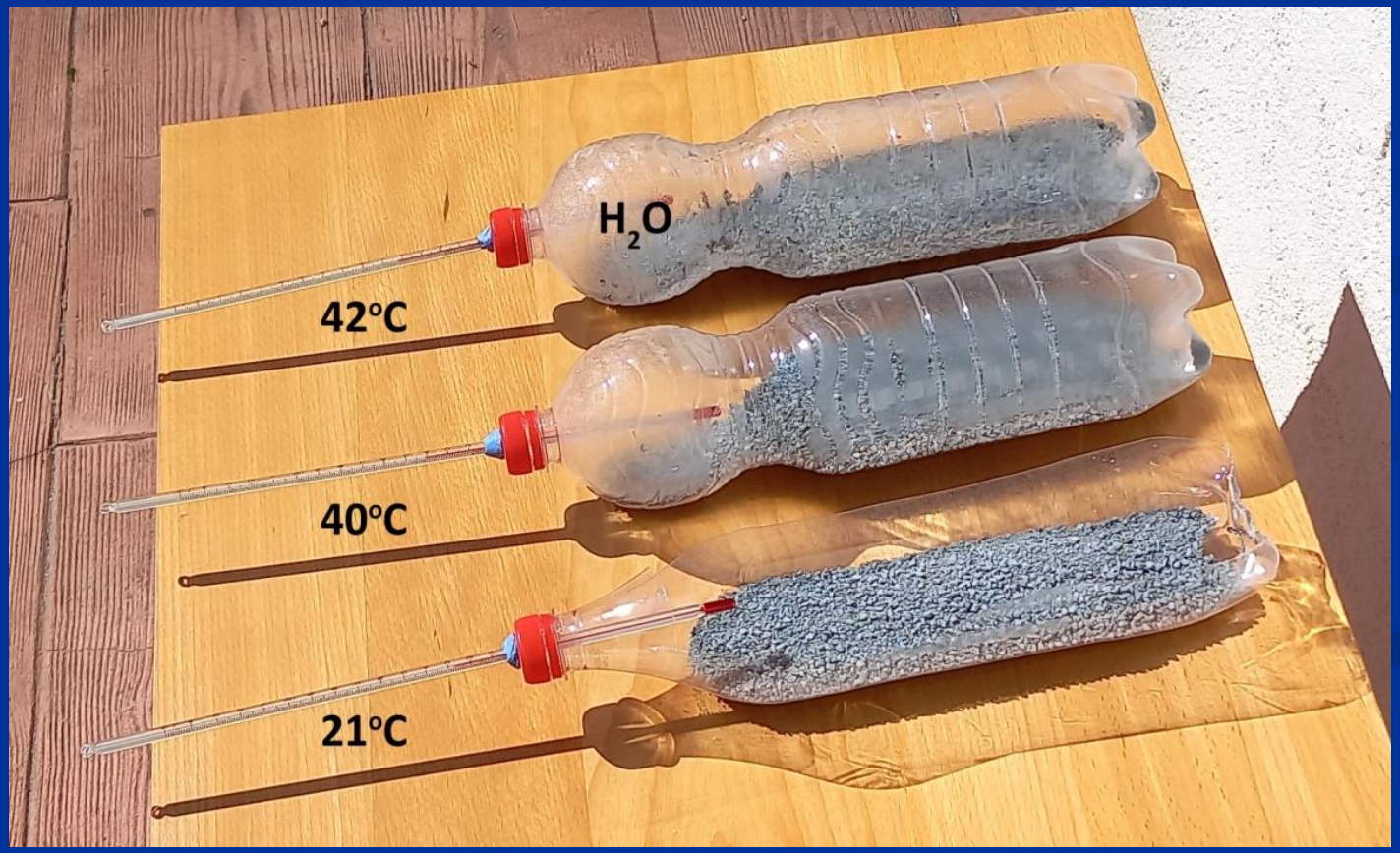
Ако дръпнем буталото, вътрешното налягане спада и водата започва да кипи, превръща се в пара и постепенно изчезва. За да симулираме марсианското налягане, трябва да имаме много дълга спринцовка и да издърпаме буталото до 9 m.

Дейност 7: Парников ефект

Поставихме тъмна пръст в 2 празни пластмасови бутилки и в трета, разрязана надлъжно на две. Поставихме термометър в тапата на всяка бутилка. Разрязаната бутилка симулира планета без облаци, първата цяла бутилка симулира планета с облаци, а в последната поставихме няколко капки вода, за да симулираме атмосфера с водни пари.

Дейност 7: Парников ефект

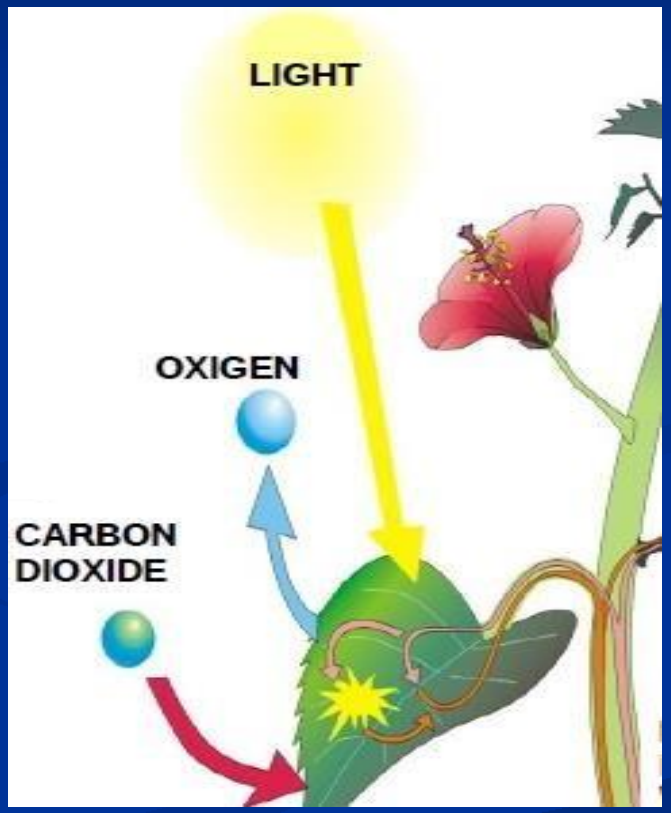
Поставяме бутилките на слънце и измерваме температурата в тях на всеки 5 минути. Записваме измерванията, за да определим как влияе парниковият ефект.



Фотосинтеза: Производство на кислород

Фотосинтезата е процесът, при който растенията и някои бактерии използват слънчевата светлина, за да произвеждат глюкоза, въглехидрати и кислород от въглероден диоксид и вода.

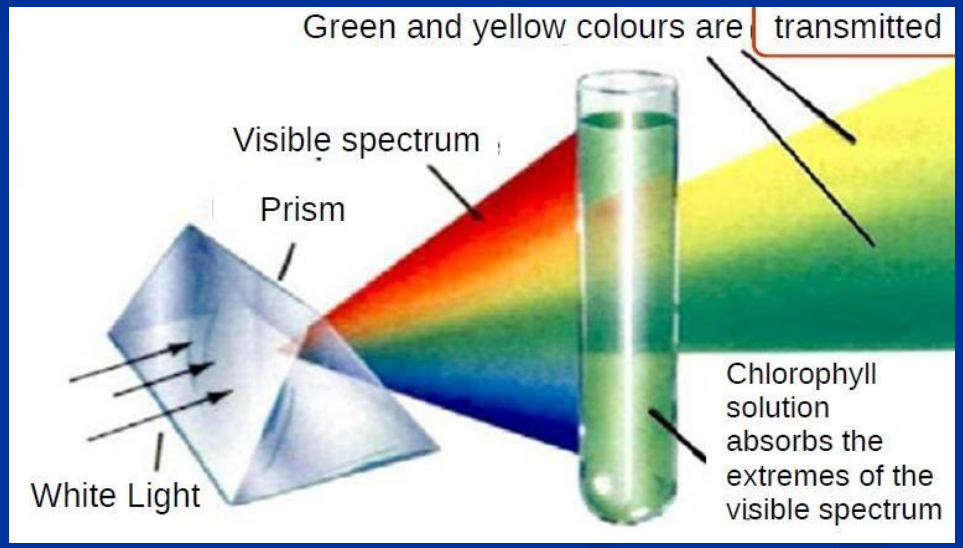
Молекулите, наречени фотосинтезиращи пигменти, преобразуват светлинната енергия в химическа енергия.



Фотосинтеза: защо листата са зелени?

Погълнатата светлина може да се използва от растението в различни химични реакции, докато отразените дължини на вълната на светлината определят цвета на пигмента, който ще се появи на окото.

Една от групите фотосинтезиращи пигменти са хлорофилите, които обикновено имат два вида абсорбция във видимия спектър, един в синята област (400-500 nm) и друг в червената зона (600-700 nm).



Те обаче отразяват средната част на спектъра, която съответства на зеления цвят (500-600 nm).

Фотосинтеза: Производство на кислород

Пигментите се осветяват и прехвърлят своите електрони, които се възбуждат от светлината. Водата е донор на електрони, които прескачат от една молекула в друга и крайният резултат е производството на кислород, когато водните молекули се разпадат. Това е светлинната фаза на фотосинтезата.

В тъмната фаза се произвеждат въглехидрати или захари. Светлината не е необходима за тази част на процеса.

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Използвайте два прозрачни стъклени буркана и поставете син и червен целофан в края на буркана.

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

С помощта на перфоратор нарежете шайби от еднакви листове (например спанак, като избягвате жилките). Поставете 10 диска във всеки буркан.

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Пригответе разтвор на натриев бикарбонат от 25 g / 1 литър вода. Поставете 20 ml от него във всяка бутилка.Импрегнирайте листните дискове с бикарбонатният разтвор. Поставете дисковете в спринцовка за еднократна употреба от 10 ml и изтеглете бикарбонатния разтвор, докато дисковете се суспендират.

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Отстранете колкото е възможно повече въздуха, който е влязъл, оставяйки само дискове, суспендирани в бикарбонат.

Запечатайте края на спринцовката с пръст и изсмучете плътно, опитвайки се да направите вакуум, така че във вътрешните пространства на растителната тъкан въздухът да се замени с разтвор на бикарбонат, който ще бъде достъпен източник на въглерод, близо до фотосинтетичните структури на листата .

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Поставете дисковете с листа във всеки буркан. Покрийте всеки от бурканите с червена и синя целофанена хартия.

Поставете отделна електрическа крушка (не по-малко от 70 W) върху всеки буркан (с хартията, която я покрива). И двете светлини на еднакво разстояние.

По-добри светодиоди, защото другите излъчват енергия като топлина.

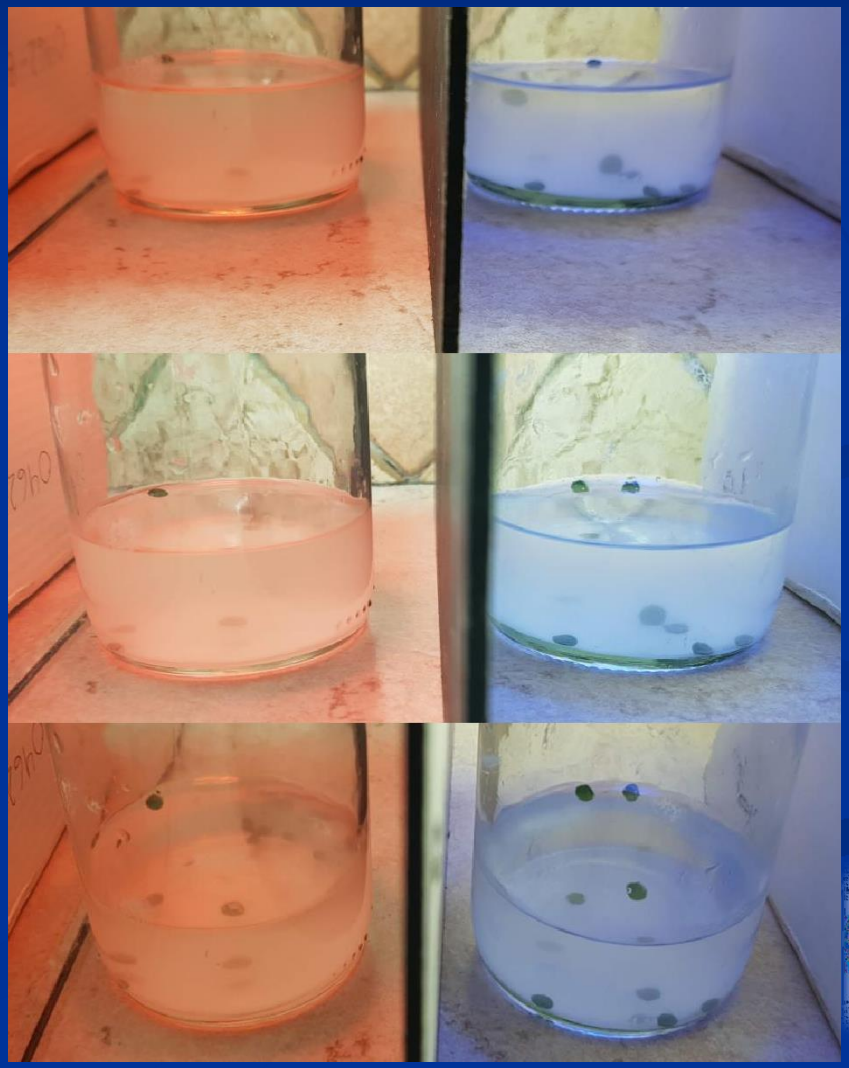
Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

При включване на лампата и започва записване на времето за изплуване на дисковете.

Това е косвена мярка за скоростта на фотосинтезата.

Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Изчакайте около 5 минути и дисковете започват да се издигат (в зависимост от интензитета на светлината и разстоянието им).



Дейност 8: Производство на кислород чрез фотосинтеза

Дисковете започват да плават, тъй като освобождават кислород под формата на мехурчета, които помагат при плаването.

Времената са различни в зависимост от цвета на светлината: по-бързо е за синята светлина (това е високоенергийният компонент на електромагнитното излъчване, той е най-ефективен в процеса)

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Дрождите (гъбичките) трансформират захарта (глюкозата) в етилов алкохол или етанол и въглероден диоксид.

Ферментацията е процес с ниска енергийна ефективност, докато дишането е много по-рентабилен и по-скорошен от еволюционна гледна точка.

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Ако се наблюдава наличието на въглероден диоксид, ще знаем, че е имало ферментация и следователно възможността за живот е била тествана.

Във всички случаи на нашия експеримент започваме от култура, в която има вода.

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Ще използваме:
- 1 супена лъжица мая (за приготвяне на хляб). Това е жив микроорганизъм, който лесно се получава,
- 1 чаша топла вода (малко над половин чаша между 22º и 27º C),
- 1 супена лъжица захар, която микроорганизмите могат да консумират.

Същата процедура в контролния експеримент и другите експерименти, разработени при екстремни условия.

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Контролен експеримент:

В чаша разтворете маята и захарта в топла вода. Получената смес бързо се поставя в херметична найлонова торбичка, като се отстранява целият въздух вътре и се затваря.

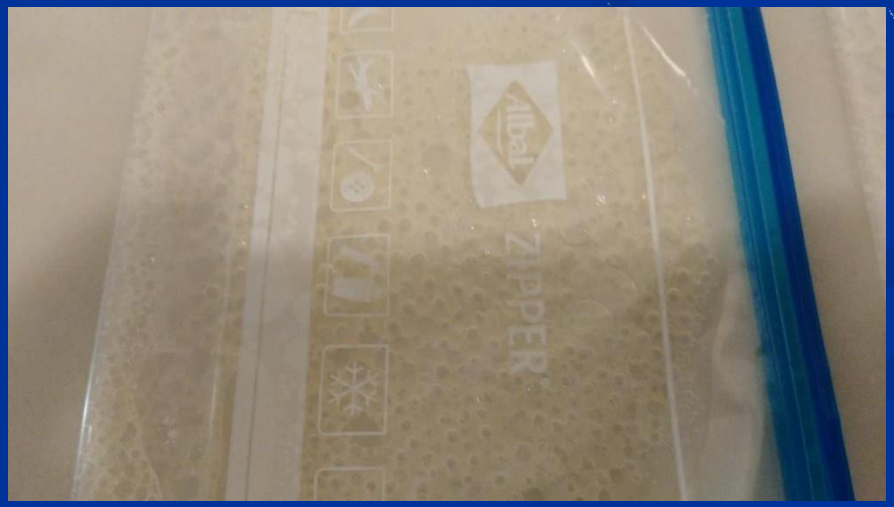
Важно е да не остава въздух вътре в найлоновата торбичка.

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Контролен опит

След 15-20 минути виждате мехурчетата въглероден диоксид в подутата торба

Наличието на мехурчета въглероден диоксид показва, че микроорганизмите са живи.



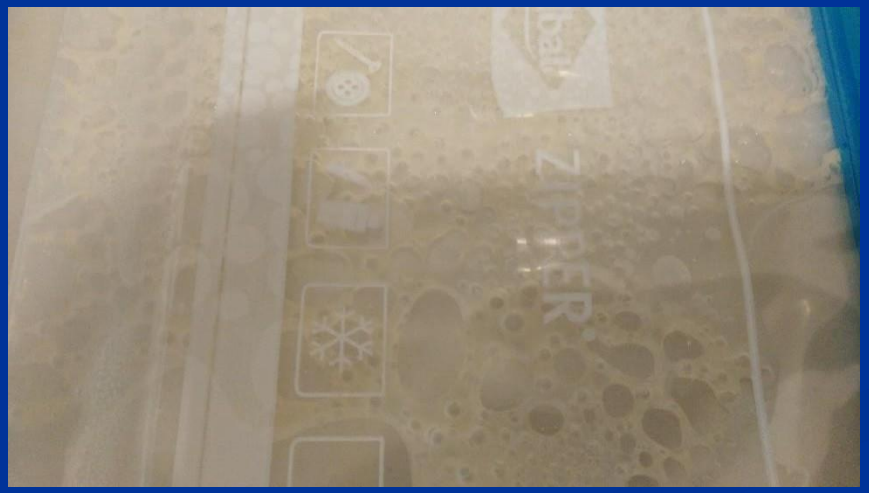
Дейност 9: Живот в екстремни условия

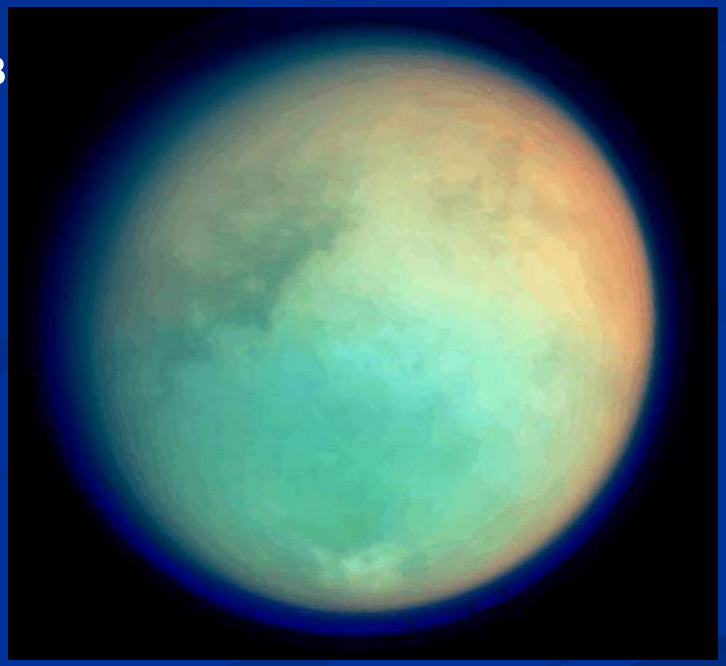
Процедура на „алкална планета“ (напр. Нептун или Титан и двете с амоняк): Повторете експеримента с натриев бикарбонат или амоняк

Ph алкални скали:

Натриев бикарбонат или сода за хляб: Ph 8,4

Домашен амоняк: Ph 11





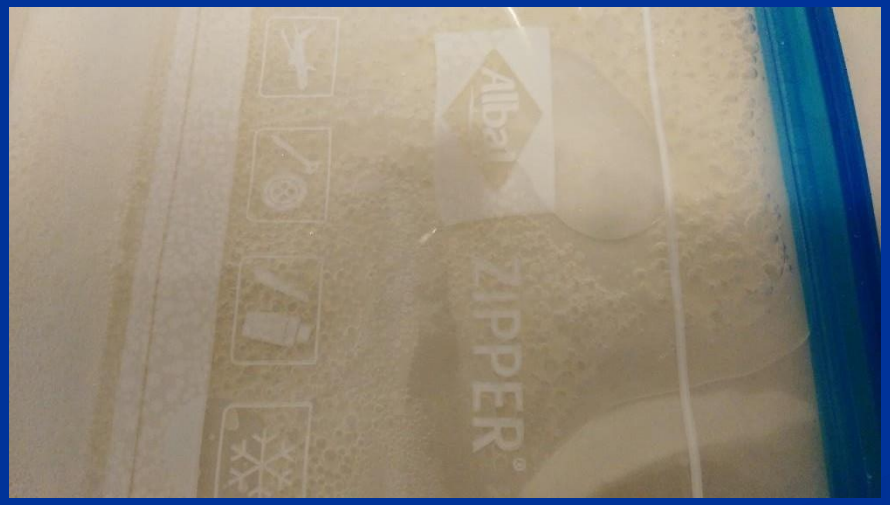
Titan, Credit NASA

Ако има мехурчета, има живот

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Процедура на „солена планета“ (например Марс или Ганимед).

Повторете експеримента за разтваряне на натриев хлорид (готварска сол) във водата.



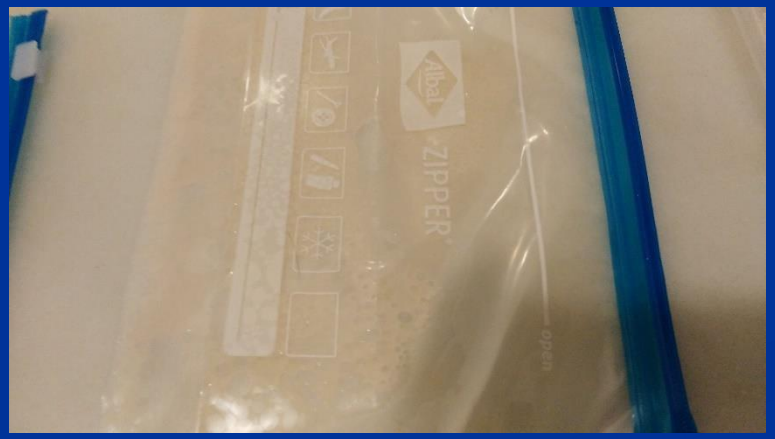
Ganimede, Credit NASA

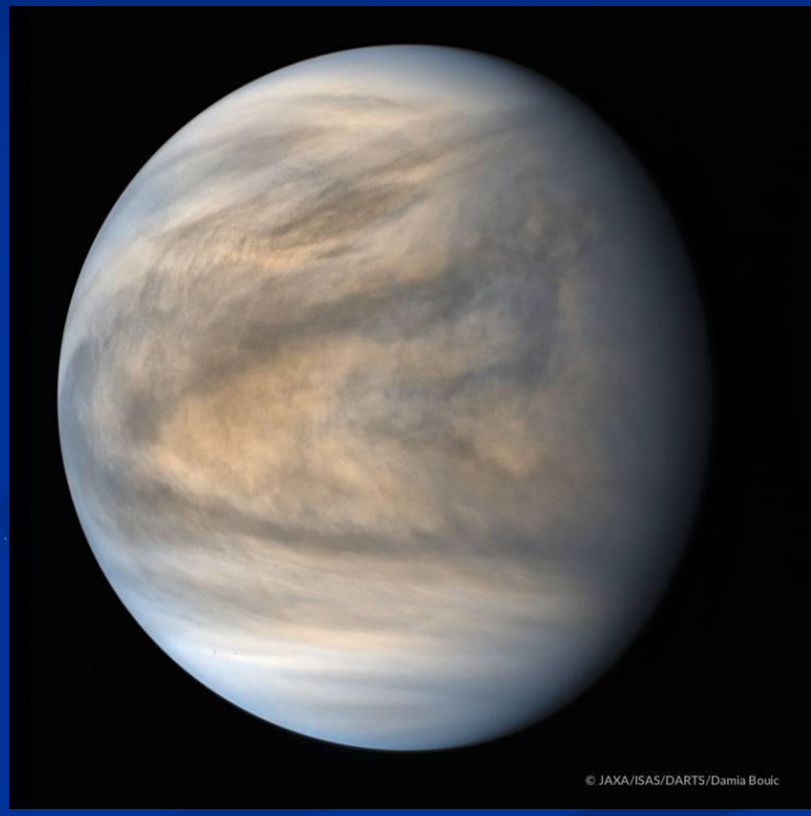
Ако има мехурчета, има живот life

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Процедура на „киселинна планета“(напр. Венера, която има валежи от сярна киселина):

Повторете разтварянето на оцет или лимонов сок във водата за култивиране.
Ph киселинни скали:
Оцет: Ph 2.9
Лимонов сок: Ph 2.3





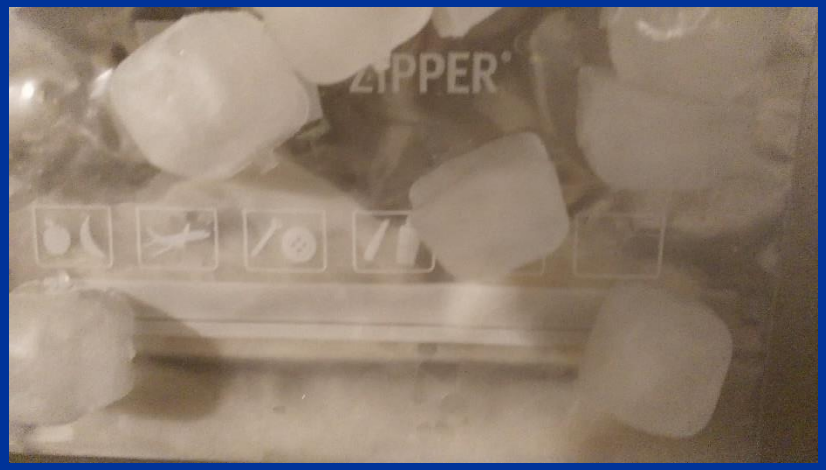
Venus, Credit NASA

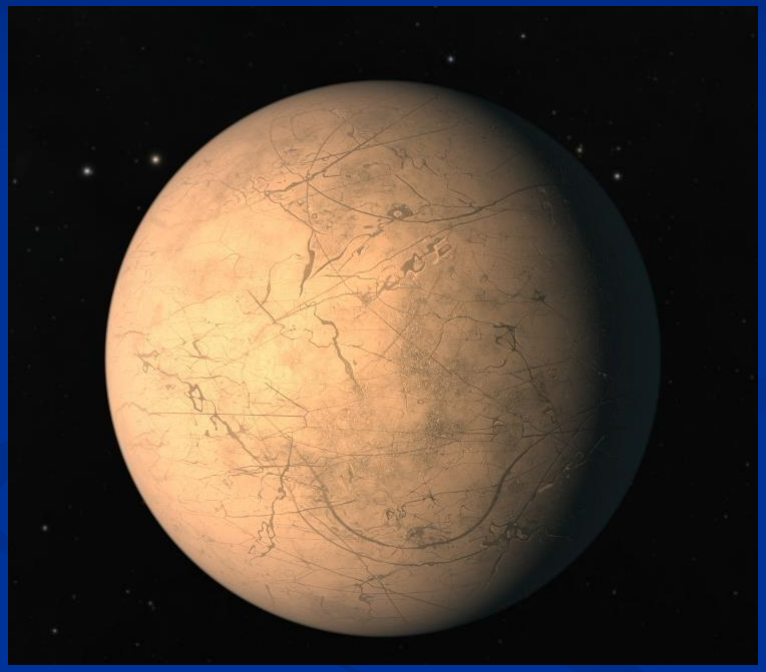
Ако има мехурчета,
има живот

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Процедура на „ледена планета“ (напр. Europa или Trappist-1 h)

Поставете торбата в съд, пълен с лед или използвайте фризер





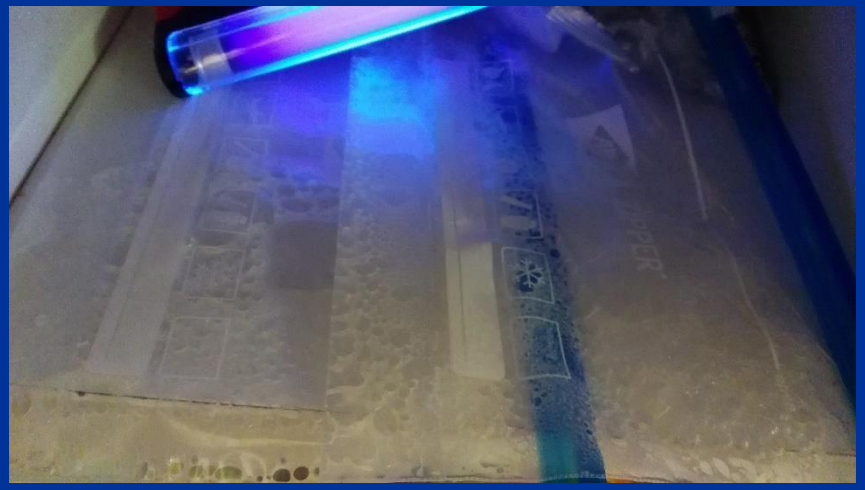
Trappist 1h Artist’s impression

Ако няма мехурчета, няма живот

Дейност 9: Живот в екстремни условия

Процедура на «планета с UV» (например Марс)

Направете експеримент, но с найлоновият плик под UV светлина



Marte, Credit iStock

Ако няма мехурчета, няма

Дейност 10: Търсене на втора Земя

Земята е единствената известна планета с живот. Нека потърсим екзопланета с подобни условия.
Но кои параметри са важни?

- Радиус и маса на екзопланетата
- Обитаема зона
- Маса на звездата домакин

Радиус и маса (екзопланета)

Трябва да се вземат предвид радиусът и масата на планетата, за да се оцени адекватната плътност.

Използвайки критериите на мисията Кеплер:

- Планетите с размер на Земята трябва да имат радиус по-малък от 2 радиуса на Земята. $R<2R_e$

- 10 Земни маси се считат за горна граница за суперземни планети $M<10M_e$

Зона за обитаване

Звездите от главната последователност имат пряка връзка между блясъка и температурата. Колкото по-висока е повърхностната температура, толкова по-ярка е звездата и толкова по-далеч е обитаемата зона.

Спектрален клас	Температура K	Обитаема зона AU
O6V	41000	450-900
B5V	15400	20-40
A5V	8200	2.6-5.2
F5V	6400	1.3-2.5
G5V	5800	0.7-1.4
K5V	4400	0.3-0.5
M5V	3200	0.07-0.15

Маса на звездата домакин

Еволюцията и животът на една звезда зависи от нейната маса. Енергията, която една звезда може да получи от синтеза на водород, е пропорционална на нейната маса. **А времето на главната последователност се получава, като се раздели на светимостта на звездата.** Използвайки Слънцето като ориентир, животът на една звезда в главната последователност е

$$t*/ts= (M*/Ms)/(L*/Ls)$$

За главната последователност светимостта е пропорционална на масата според $L \alpha M^{3.5}$

$$t*/ts= (M*/Ms)/(M*^{3.5}/Ms^{3.5})=(M*/Ms)^{-2.5}$$

$$t*/ts=(Ms/M*)^{2.5}$$

Маса на звездата домакин

Като живота на Слънцето **tS=10^{10} години,** продължителността на живота на една звезда е:

$$t_* \sim 10^{10} \cdot (M_s/M_*)^{2.5} \text{ години}$$

Нека изчислим горната граница за масата на звездата, така че времето на престой в главната последователност да е най-малко 3 x 109 години, за да дадем време за развитие на живота.

$$M^* = (10^{-10} x\ t)^{-0.4}\ M_s$$

$$M^* = (10^{-10}\ x\ 3\ 000\ 000\ 000)^{-0.4}\ M_s$$

$$\mathbf{M^* =< 1.6\ M_s}$$

В търсене на втора Земя

Exoplanet Name	Mass in masses of Earth	Radius in Earth radii	Distance to star in AU	Star Mass in masses of the Sun	Star Spectral Type/surface temperature
Beta Pic b	4100	18.5	11.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	15.10	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	14.20	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	unknown	1.59	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	unknown	0.09	0.29	M3.5V
Tau Cet c	3.11	unknown	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	unknown	24	0.7	K8V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V
Kepler-138c	1.97	1.20	0.09	0.57	M1V
Kepler-62f	2.80	1.41	0.72	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	0.05	0.12	M5V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V

В търсене на втора Земя

Exoplanet Name	Mass in masses of Earth	Radius in Earth radii	Distance to star in AU	Star Mass in masses of the Sun	Star Spectral Type/surface temperature
Beta Pic b	~~4100~~	~~18.5~~	~~11.8~~	~~1.73~~	A6V
HD 209458 b	~~219.00~~	~~15.10~~	~~0.05~~	1.10	G0V
HR8799 b	~~2226~~	~~14.20~~	~~68.0~~	1.56	A5V
Kepler-452 b	**unknown**	**1.59**	**1.05**	**1.04**	**G2V**
Kepler-78 b	1.69	1.20	~~0.01~~	0.81	G
Luyten b	**2.19**	**unknown**	**0.09**	**0.29**	**M3.5V**
Tau Cet c	3.11	unknown	~~0.20~~	0.78	G8.5V
TOI 163 b	~~387~~	~~16.34~~	~~0.06~~	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	~~0.01~~	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	~~4~~	unknown	~~24~~	0.7	K8V
HD 10613 b	~~12.60~~	~~2.39~~	~~0.09~~	1.07	F5V
Kepler-138c	**1.97**	**1.20**	**0.09**	**0.57**	**M1V**
Kepler-62f	2.80	1.41	~~0.72~~	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	~~0.05~~	0.12	M5V
HD 10613 b	~~12.60~~	~~2.39~~	~~0.09~~	1.07	F5V

Изводи:

- Запознати сте се с понятието обитаема зона.
- Въведено е понятието астробиология.
- Показвате как е възможно да се генерира кислород и да се получи въглероден диоксид.
- Как да намерим втора Земя.

Благодаря Ви много за вашето внимание!