Astrobiyolojinin Unsurları

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

International Astronomical Union, Technical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Escola Secunfxfvcvvvdária de Faro, Portugal, Heidelberg Astronomy House, Germany, Diverciencia, Algeciras, Spain, SENACYT, Panama, Center for Astrobiology (CAB, CSIC-INTA), Spain

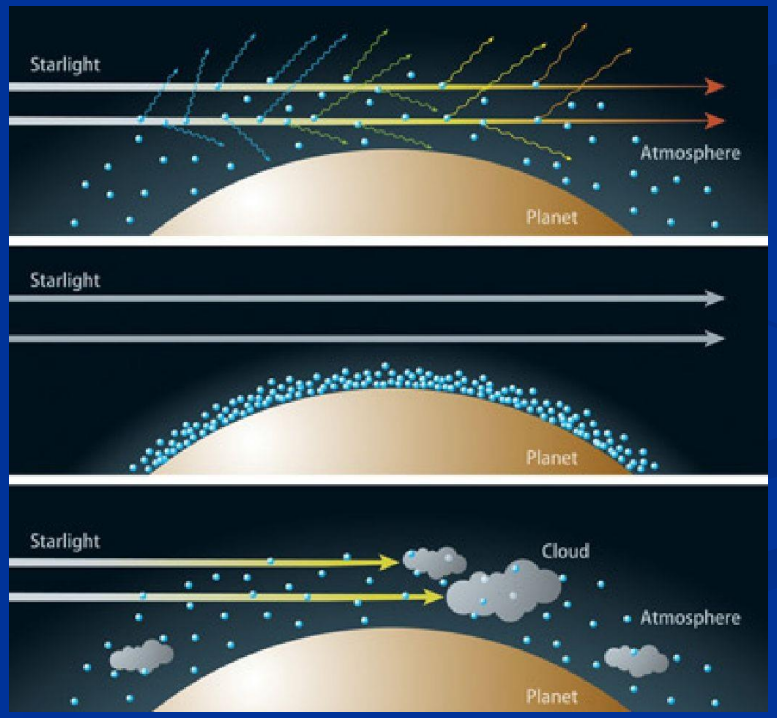
Hedefler

- Periyodik tablonun farklı unsurlarının nerede ortaya çıktığını anlayın.
- Yaşamın gelişmesi için gerekli yaşanabilirlik koşullarını kavrar.
- Dünya dışındaki yaşamın minimum kurallarını yönetin.

Gezegen sistemlerinin oluşumu

Bir yıldızın oluşumu sırasında gezegen sistemi de yıldıza yakın malzeme kalıntılarından oluşur.

Spektroskopi, yıldızın bileşimini bilmek için kullanılır ve ayrıca ötegezegenlerin atmosferini bilmek için kullanılır.



Faaliyet 1: Gaz ve tozdan gezegen sisteminin oluşumu

Grup ikiye ayrılır: Örneğin; kızlar (gaz) ve erkekler (toz) (Bir gruptan diğerinden katılımcı sayısında önemli bir fark varsa, gazı temsil eden grubun en büyük olması önerilir, çünkü bir gezegenin oluşumunda gazın kütlesi tozun kütlesinin 100 katıdır.).

Katılımcılar hikayeyi dinlerken duyduklarına göre dinamik bir eylemde bulunurlar, örneğin:

Faaliyet 1: Gaz ve tozdan gezegen sisteminin oluşumu

Hikayenin metni:	Katılımcı performansı:
Bir zamanlar çok fazla gaz ve biraz daha az tozdan oluşan bir bulut vardı.	Hepsi bir bulutta karıştırılır. Gazı temsil eden daha fazla katılımcı var. Bulutta, tüm katılımcılar rastgele bir şekilde el ele tutuşur ve bir ağ oluşturur.
Sonra gaz bulutun merkezinde ve çevresinde toz toplamaya başladı.	Ayrılmaya başlarlar. Gazı temsil eden katılımcılar merkezde birikir ve tozu temsil edenler merkezde el ele tutuşurlar.

Faaliyet 1: Gaz ve tozdan gezegen sisteminin oluşumu

Hikayenin metni:	Performans katılımcıları
Çok fazla hareket vardı, gaz parçacıkları gazı ve toz parçacıkları tozu çekti. **Merkezde, bir toz ve gaz diski ile çevrili yoğun**	Dönmeye, hareket etmeye, çarpmaya, titreşmeye, zıplamaya başlarlar. Bazıları çok fazla hareket sonucu ateş eder ve diğerleri bu parçacıkları (gaz ile gaz ve toz ile toz) özdeşleştirerek "kurtarır", yakalar, kucaklar.
bir opak çekirdek oluşmuştur.	Merkezde (gaz) olanlar toplanır ve etraflarında bir tür daire içinde tozu temsil eden katılımcılar elle alınır. Açıklama: Gazın tamamı merkezde değildir, çemberin dışında uzak gaz vardır.

Activity 1: Formation of the planetary system from gas and dust

Faaliyet 1: Gaz ve tozdan gezegen sisteminin oluşumu

Hikayenin metni:	Performans katılımcıları:
Bu çekirdek, sonunda Güneş'i veya bir güneş dışı sistemin ana yıldızını meydana getirecek olandır.	Güneş veya ana yıldız, ışınlarının her yöne doğru fırlaması için parlamaya başlar. Açıklama: Güneş veya ana yıldız parlamaya başladığı anda "gevşek" gaz uzaklaşmaya başlar.
Bazı küçük gezegenler, giderek daha büyük ve daha büyük toz taneciklerinin, ardından kayaların ve karasal gezegenler oluşana kadar birleşmesiyle oluştu.	Karasal gezegenleri oluşturan tozu temsil eden katılımcılar bir araya toplanmaya başlar. Açıklama: Tüm toz karasal gezegenlerde kalmaz, en uzak bölgelerde biraz toz olmalı.

Faaliyet 1: Gaz ve tozdan gezegen sisteminin oluşumu

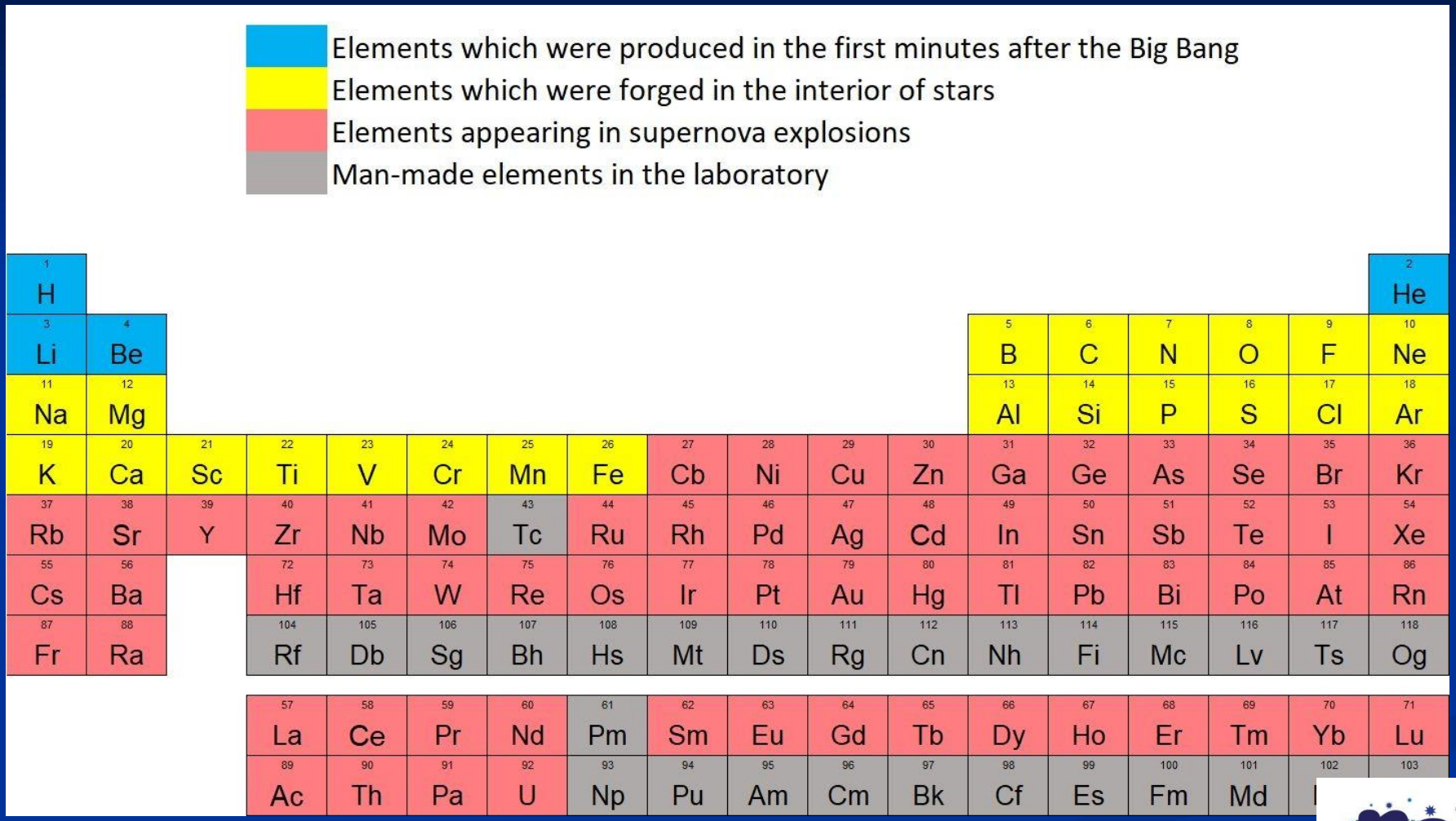
Hikayenin metni:	Performans katılımcıları:
Dev gezegenler, Güneş'in sıcaklığından veya gazın engellenmeden toplanabileceği merkezi yıldızdan uzakta oluştu.	▪ Geri kalan dev gezegenler bir araya gelmeye başlar: çok fazla gaz ve biraz toz. Açıklama: Güneş'ten veya ana yıldızdan daha uzak mesafe nedeniyle sıcaklıktaki düşüş, iç kayalık gezegenler ile dış devler arasındaki temel farklılıkların nedeniydi.

Activity 1: Formation of the planetary system from gas and dust

Etkinlik 2: Emisyon spektrumu

Spektroskopi, dış gezegenlerin kimyasal bileşimi ve atmosferleri hakkında bazı bilgiler edinmemizi sağlar. Bir ampulün spektrumunu bir DVD ile görselleştirebiliriz (içinde barındırdığı gazların çizgilerini görürüz)

Yıldız evriminin kimyasal yönleri



Etkinlik 3: Periyodik Tablo Sınıflandırması

Her bir nesneyi her bir sepete (mavi, sarı ve kırmızı) yerleştirin

altın yüzük: Au	Matkap ucu: Titanium Ti	Bir çocuğun balonunun içindeki gaz Helium He	Tava ayırma makinesi Nickel Ni
Düğme pil : Lithium Li	Araba bujileri Platinum Pt	Bakır elektrik teli Copper Cu	Iyot çözeltisi: Iodine I
Su şişesi: Hydrogen H	Eski pişirme tavası: Aluminum Al	Siyah kurşun kalem: Graphite C	Tarım için kükürt: Sulfur S
Meşrubat kutusu Aluminum Al	Kol saati TitaniumTi	Gümüş madalya Silver Ag	Pipe:
Çinko kalemtraş Zinc Zn	Paslı eski çivi Iron Fe	Termometre Gallium Ga	Kurşun T boru: Pb
			Kibrit kutusu: Phosphorus P

Big Bang'den sonraki ilk dakikalarda üretilen elementler (mavi)

Yıldızların içinde dövülmüş elementler (sarı)

Süpernova patlamalarında görünen elementler (kırmızı)

Etkinlik 3: Periyodik Tablo Sınıflandırması

Altın yüzük: Gold Au	Matkap ucu: Titanium Ti	Bir çocuğun balonunun içndeki gaz Helium He	Tava ayırma makinesi Nickel Ni
Düğme pil: Lithium Li Su şişesi	Araba bujileri Platinum Pt	Bakır elektrik teli Copper Cu	Iyot çözeltisi Iodine I
Hydrogen H Meşrubat kutusu Aluminum Al	Eski pişirme tavası: Aluminum Al	BSiyah kurşun kalem Graphite C	Tarım için kükürt Sulfur S
Çinko kalemtraş Zinc Zn	Kol saati TitaniumTi	Gümüş madalya Silver Ag	: Kurşun T boru Lead Pb
	Paslı eski çivi Iron Fe	Termometre: Gallium Ga	Kibrit kutusu: Phosphorus P

Elementler Büyük Patlama (mavi)

Yıldızların içindeki elementler (sarı)

Süpernovadaki elementler (kırmızı)

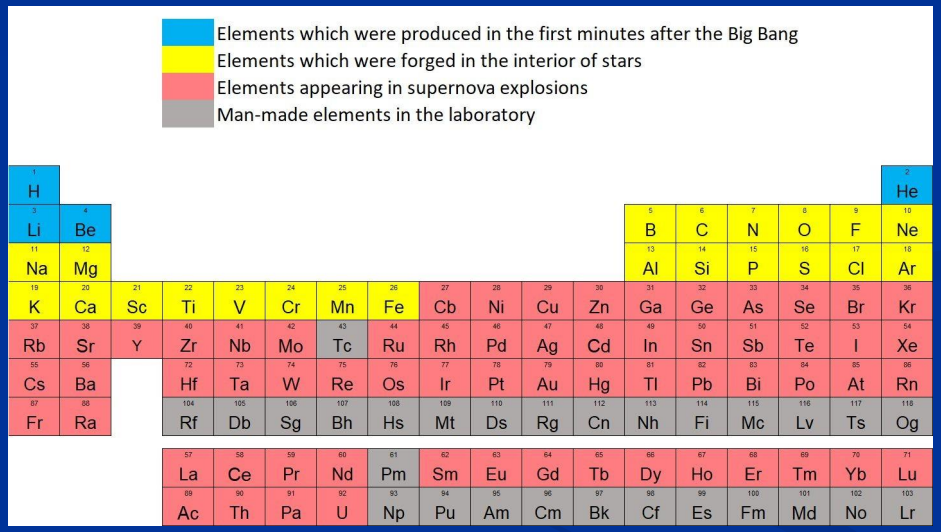
Etkinlik 4: Yıldızların çocukları

İnsan vücudunun bileşimi:

Bol elementler: oksijen, karbon, hidrojen, azot, kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, demir sodyum, klor ve magnezyum.

Eser elementler: flor, çinko, bakır, silikon, vanadyum, manganez, iyot, nikel, molibden, krom ve kobalt

Temel elementler: lityum, kadmiyum, arsenik ve kalay.

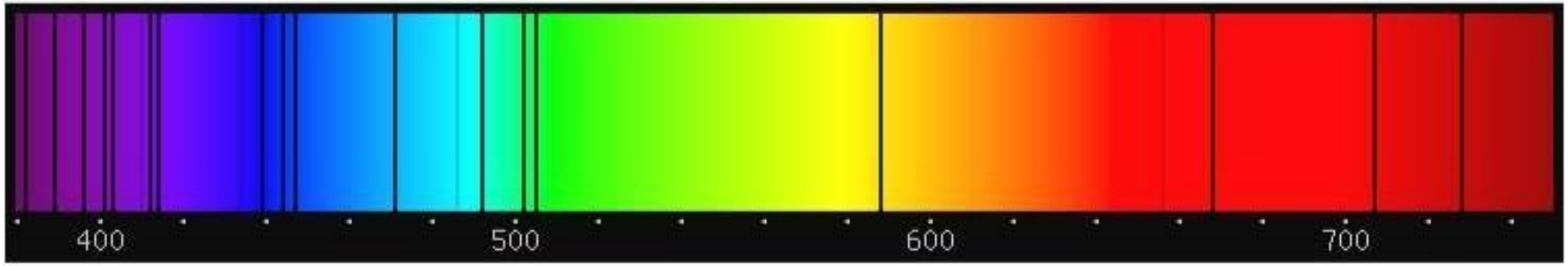


Tüm bol elementler (H hariç) yıldızlarda üretilmiştir.

Biz yıldızların çocuklarıyız !!!!

Güneş ilk neslin yıldızı değil

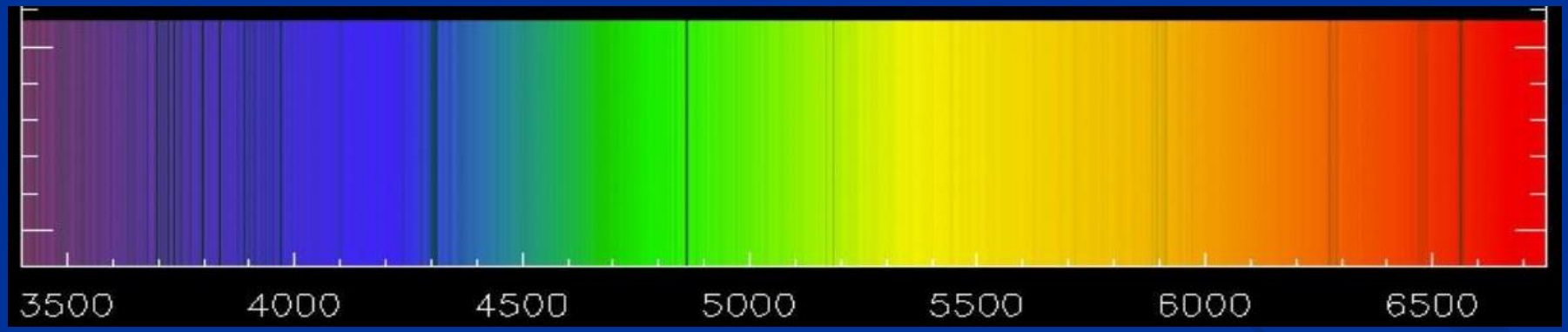
Birinci nesil yıldızlar hızlı yaşadılar, genç öldüler ve günümüze kadar gelemediler. Sadece Hidrojen, Helyum ve belki de Lityum çizgileri(sıraları)görülebilir.



Birinci Nesil Spektrum (Sanatçının izlenimi).

Güneş ilk neslin yıldızları değil

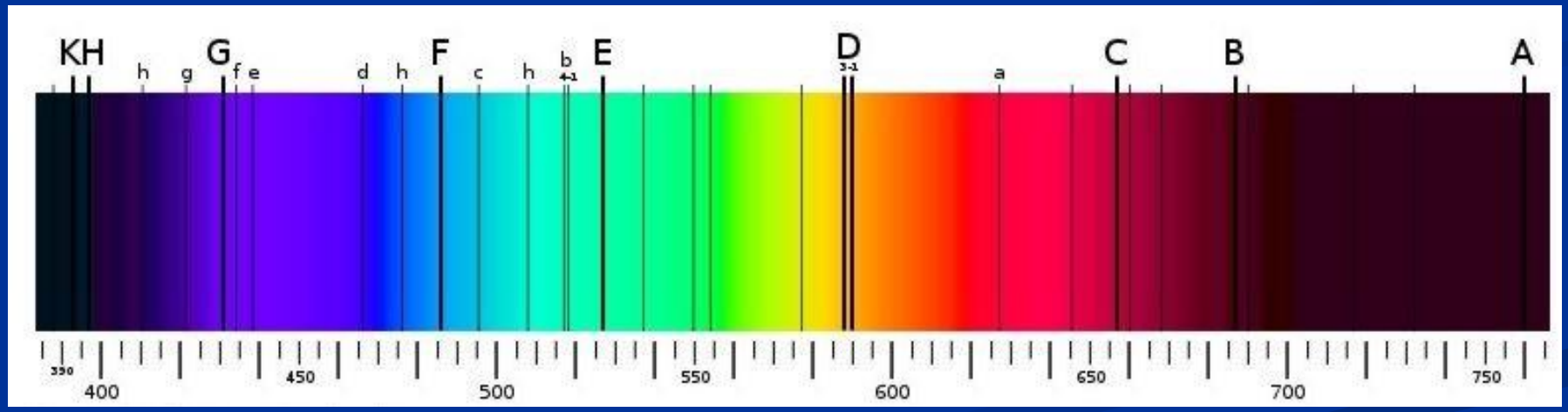
Daha ayrıntılı elementlere sahip yıldızlar, ilk bulutlarının bir süpernova patlamasının kalıntılarından başladığı anlamına gelir.



İkinci nesil spektrum.

SMSS J031300.36-670839.3 with Hydrogen and Carbon lines

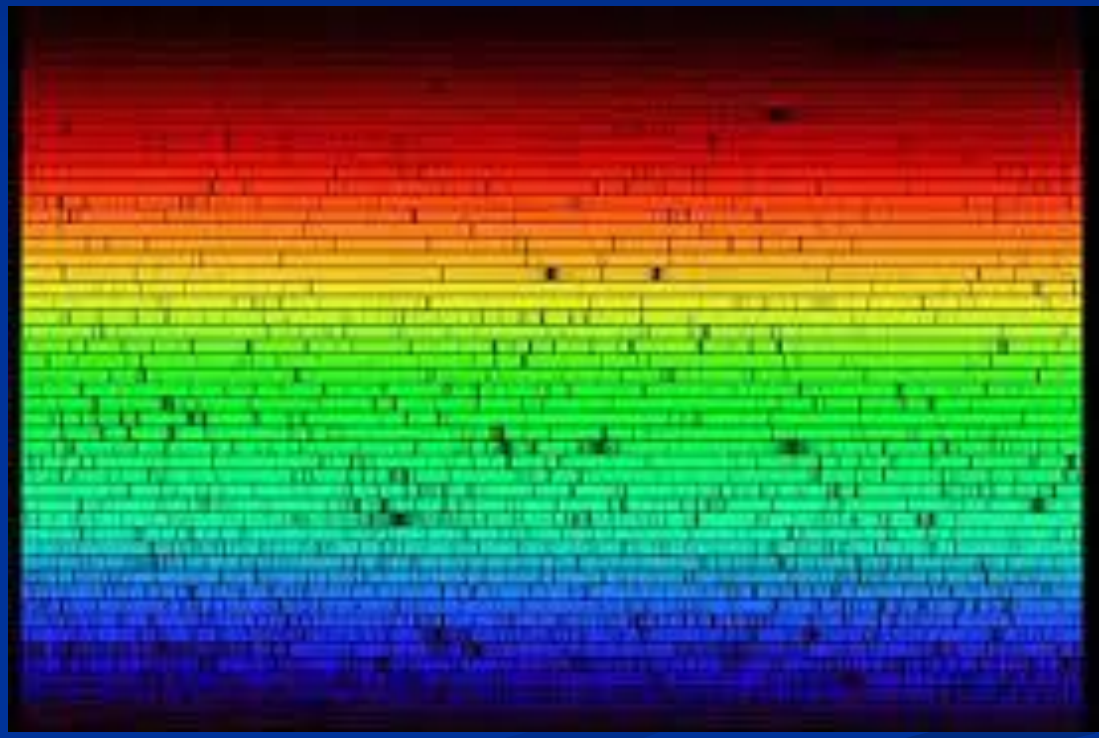
Güneş sisteminde bir süpernova patlamasından sonra ortaya çıkan birçok element tespit edilir. Bu nedenle Güneş muhtemelen en az iki süpernova patlamasının kalıntılarına karşılık gelen bir ilk buluttan oluşmuştur, yani üçüncü nesil bir yıldızdır.



Güneş tayfı.Çeşitli izgesel çizgilerle

Etkinlik 5: Güneş'in Fraunhofer çizgileri

Güneş'in spektrumu, atmosferinde bulunan kimyasal elementlere karşılık gelen Fraunhofer çizgileri adı verilen koyu çizgilerle süreklidir.

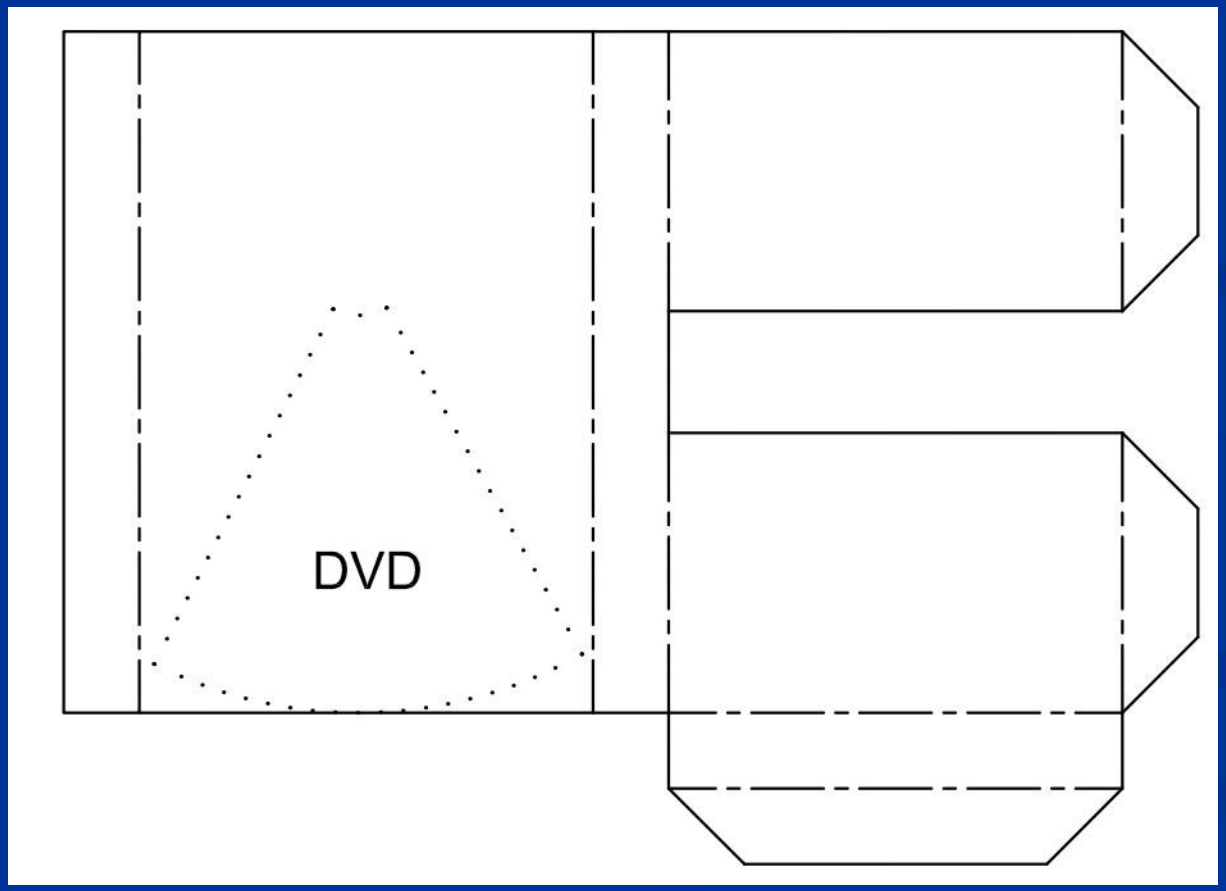


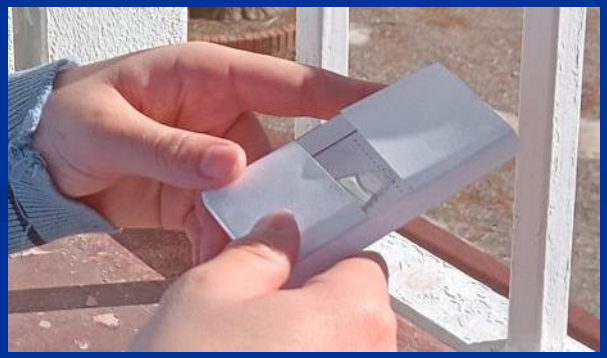
(Crédito: NOAO)

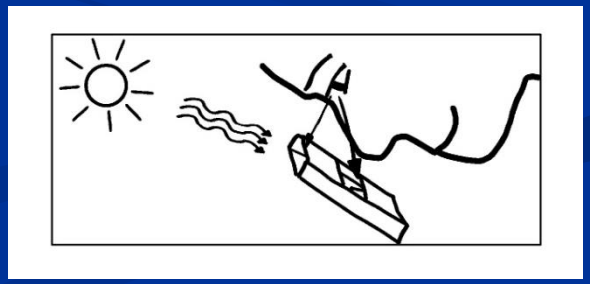
Bunlar güneş ışığının bir DVD üzerindeki yansımasında çıplak gözle görülebilir. Birçok Fe çizgisi gözlenir, Mg üçlüsü (yeşil renkte), Na çiftli (sarı renkte)

Etkinlik 5: Güneş'in Fraunhofer çizgileri

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



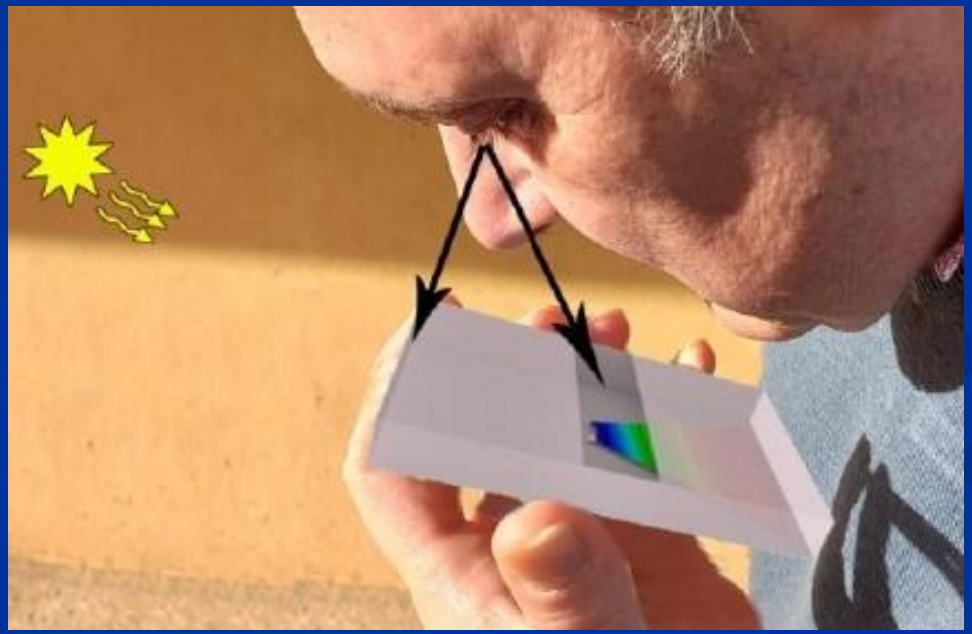




Etkinlik 5: Güneş'in Fraunhofer çizgileri

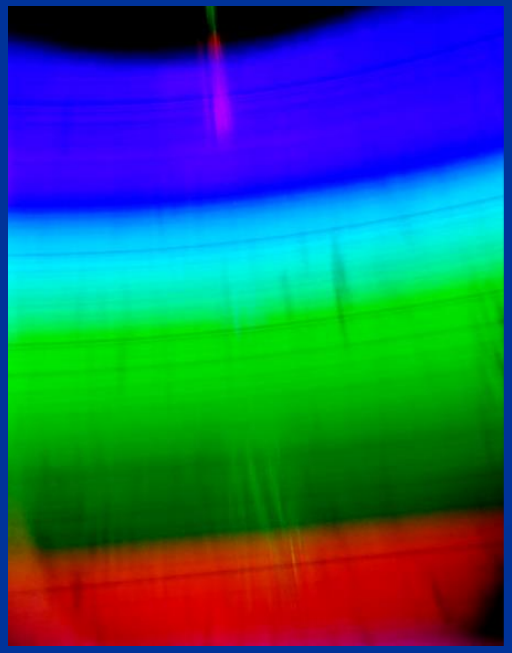
Излезте навън в слънчев ден и се изправете срещу слънцето.

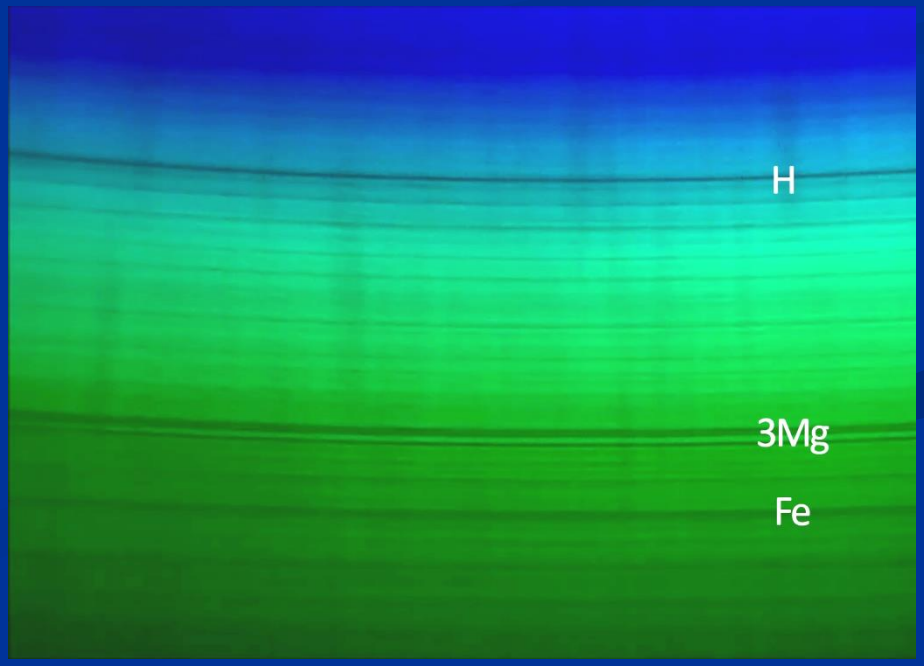
Поставете кутията пред лицето си, като горният ръб е на нивото на очите, както се вижда на снимката. Гледайки DVD-то вътре, движете се бавно, докато видите яркото, многоцветно радиално отражение на Слънцето върху DVD-то.



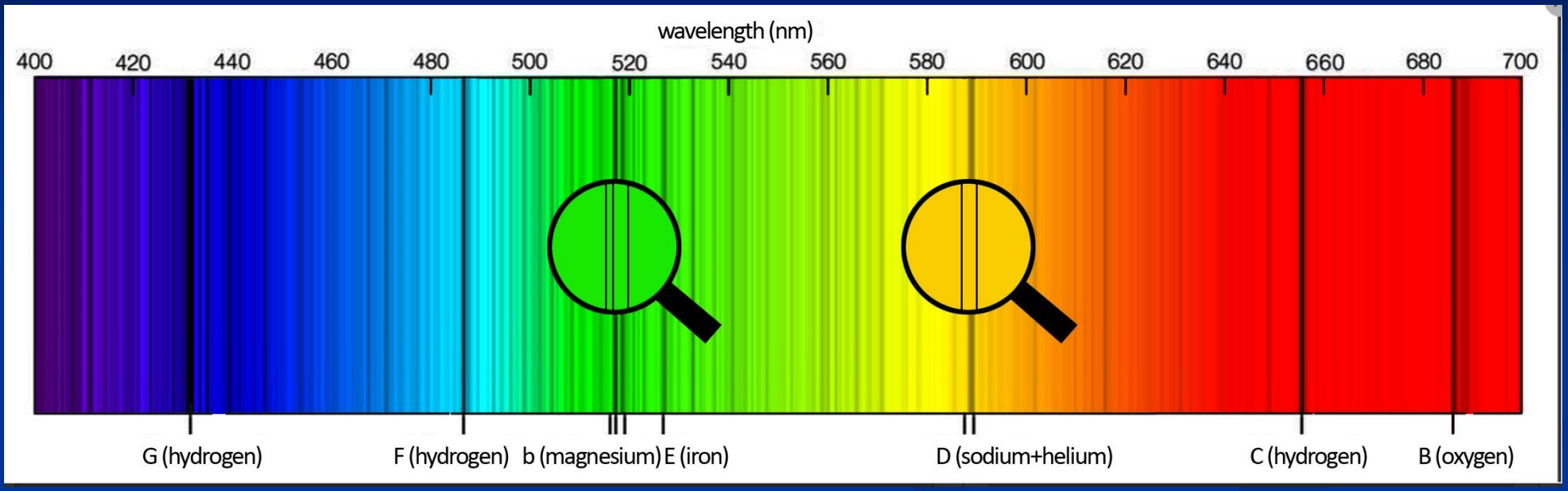
Etkinlik 5: Güneş'in Fraunhofer çizgileri

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.





Etkinlik 5: Güneş'in Fraunhofer çizgileri



Bazıları diğerlerinden daha yoğun olan birçok çizgi görülüyor. Mavide görülen ana çizgi Hidrojen'den geliyor, yeşilde Magnezyum'un üçlüsü olan birbirine çok yakın üç çizgiyi ve Demir'den gelen ayrı bir çizgiyi çok iyi görebiliyorsunuz. Sarı kısımda Helyum ve Sodyumdan oluşan çift şerit görebilirsiniz. Kırmızı kısımda yoğun bir Hidrojen görebilirsiniz.

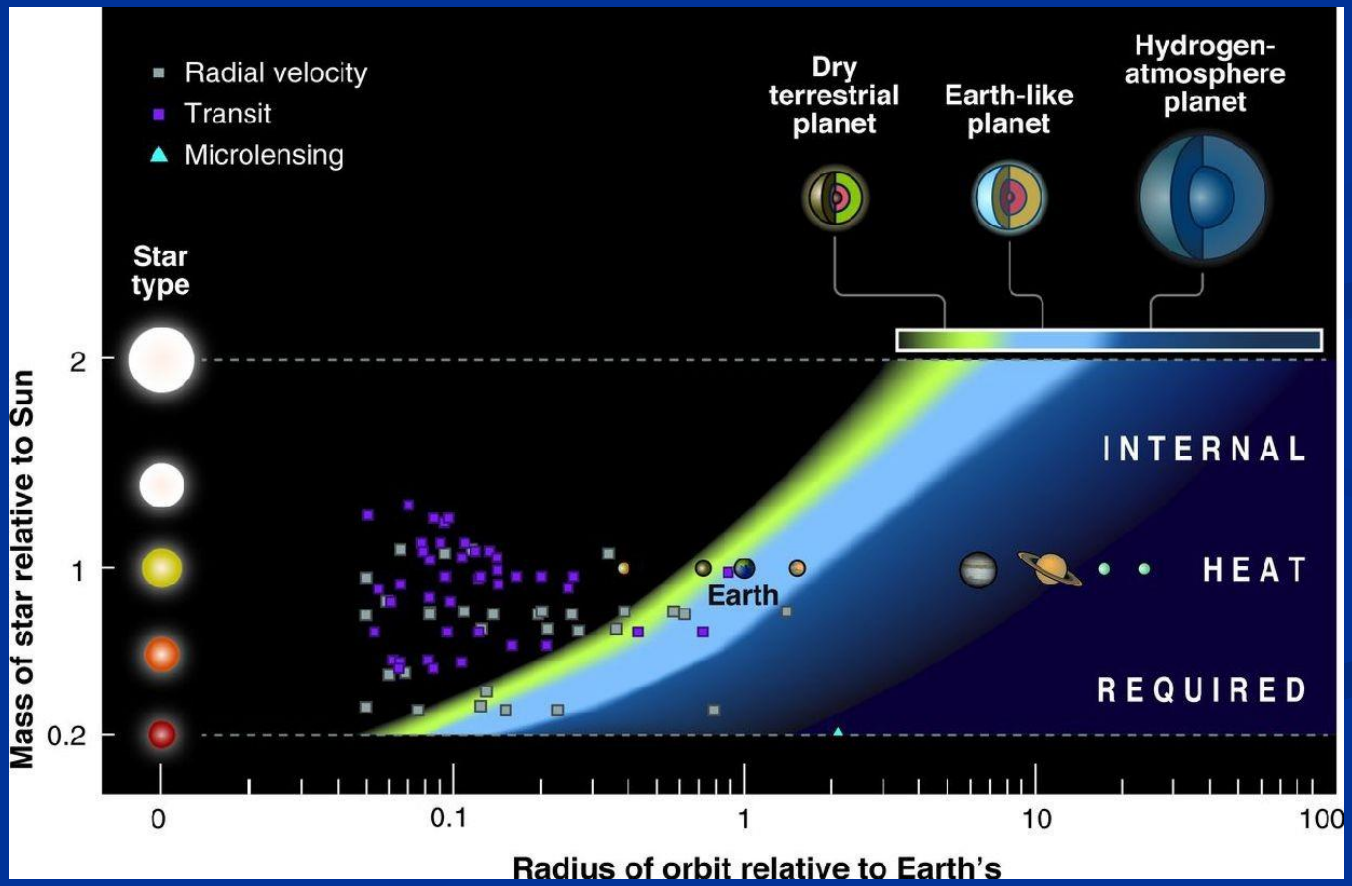
Yaşanabilirlik Bölgesi

Yaşanabilirlik bölgesi, kayalık bir gezegenin yüzeyine radyasyon akışının sıvı su varlığına izin vereceği bir yıldızın etrafındaki bölgedir.
(karbon bazlı ömür, sıvı su varlığı olarak kabul edilir).

Genellikle 0,5 ila 10 Me arasındaki kütlelerde ve 6,1 mbar'dan daha büyük bir atmosfer basıncında meydana gelir; bu, 273.16 K sıcaklıkta suyun üçlü noktasına karşılık gelir (su, buz, sıvı ve buhar şeklinde bir arada bulunduğunda).

Yaşanabilirlik Bölgesi

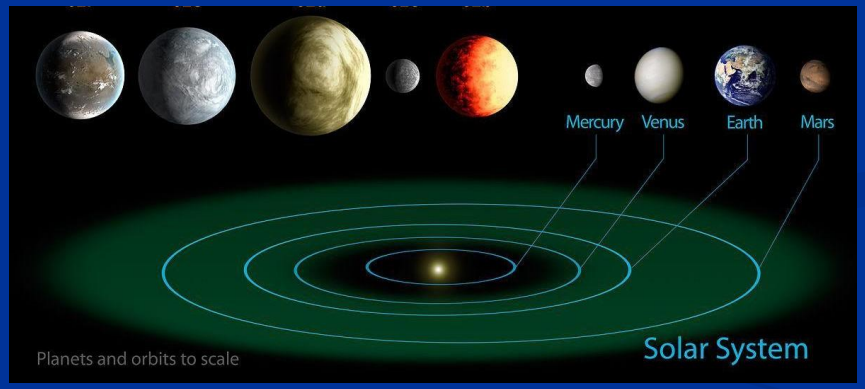
Yaşanabilirlik bölgesi, yıldızın kütlesine bağlıdır. Kütle daha büyükse, sıcaklığı ve parlaklığı artar ve dolayısıyla yaşanabilirlik bölgesi giderek uzaklaşır.



Yaşanabilirlik için diğer koşullar

Gezegenin onu yaşanabilir bölgeye yerleştiren yörünge mesafesi gerekli bir koşuldur, ancak bir gezegenin yaşamı kucaklaması için yeterli değildir.

Örnek: Venüs ve Mars.



Gezegenin kütlesi, yerçekiminin atmosferi tutabilmesi için yeterince büyük olmalıdır.

Mars'ın ilk milyar yılında sahip olduğu atmosferinin çoğunu ve tüm yüzey suyunu kaybettiği için şu anda yaşanabilir olmamasının ana nedeni budur.

Etkinlik 6: Mars'ta sıvı su mu?

Mars'ta atmosfer basıncı zayıftır (Dünya'nınkinin %0.7'si). Bu düşük basınca rağmen, su gezegenin kutuplarında bulutlar oluşturur. Peki Mats'ın yüzeyinde neden sıvı su yok?

Şırınganın içine kaynamaya yakın sıcak su koyuyoruz

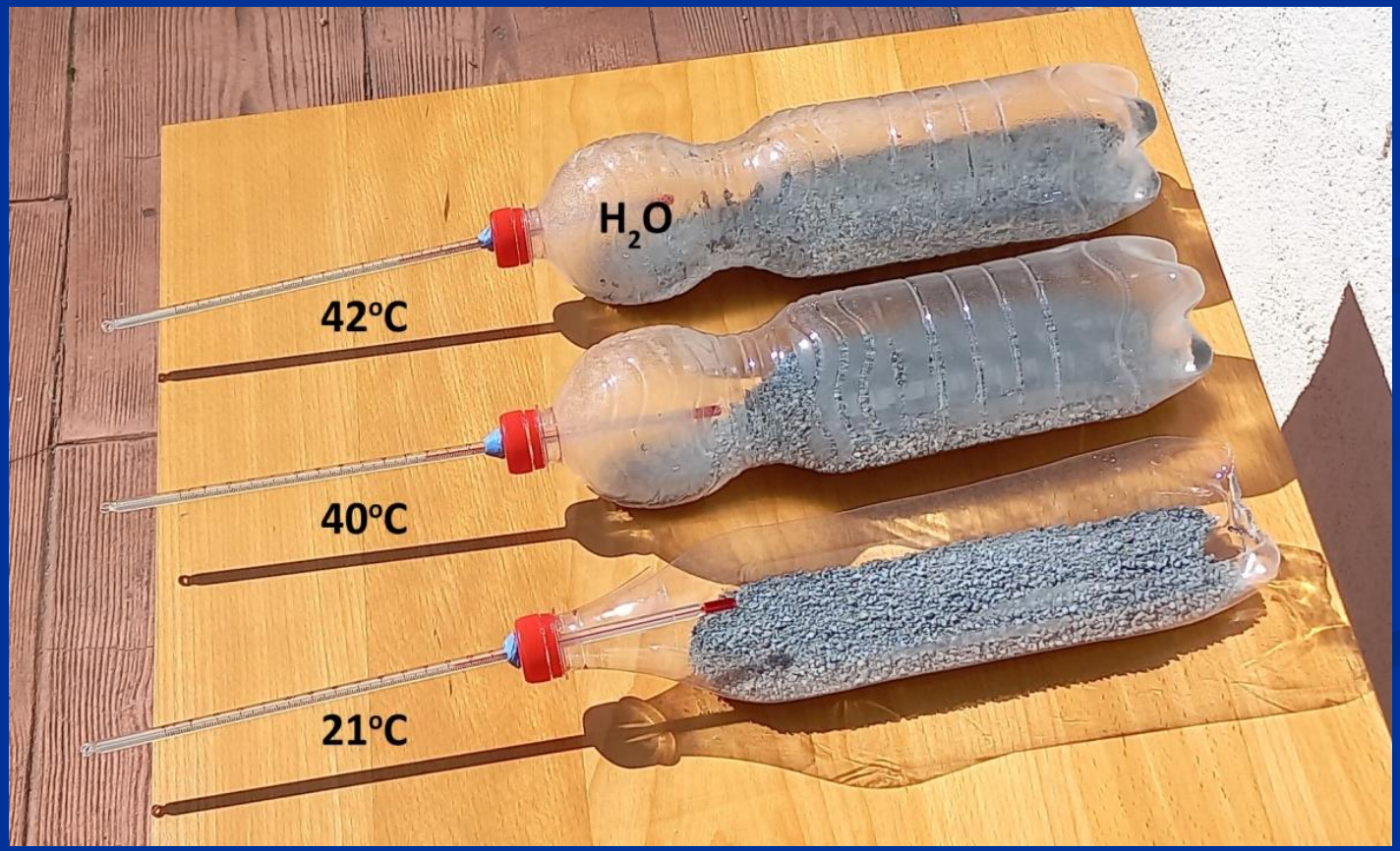
Pistonu çekersek iç basınç düşer ve su kaynamaya başlar, buharlaşır ve yavaş yavaş kaybolur. Mars basıncını simüle etmek için çok uzun bir şırıngamız olmalı ve pistonu 9 m'ye kadar çekmeliyiz.

Etkinlik 7: Sera etkisi

Koyu renkli toprağı 2 boş plastik şişenin içine ve uzunlamasına ikiye bölünmüş üçüncü bir şişenin içine koyduk. Her şişenin tıpasına bir termometre yerleştirdik. Kesilen şişe bulutsuz gezegeni simüle ediyor, ilk bütün şişe bulutlu gezegeni simüle ediyor ve sonuncusunun içine su buharı içeren bir atmosferi simüle etmek için birkaç damla su koyduk.

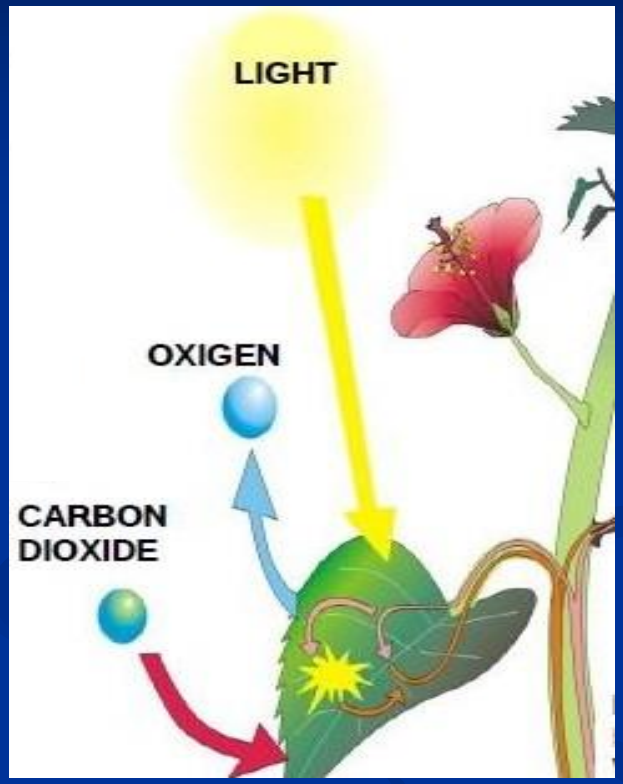
Etkinlik 7: Sera etkisi

Şişeleri güneşe koyuyoruz ve her 5 dakikada bir içindeki sıcaklığı ölçüyoruz. Sera etkisinin nasıl etkilediğini belirlemek için ölçümleri not ediyoruz.



Fotosentez: Oksijen üretimi

Fotosentez, bitkilerin ve bazı bakterilerin karbondioksit ve sudan glikoz(karbonhidrat)ve oksijen üretmek için güneş ışığını kullandığı süreçtir.

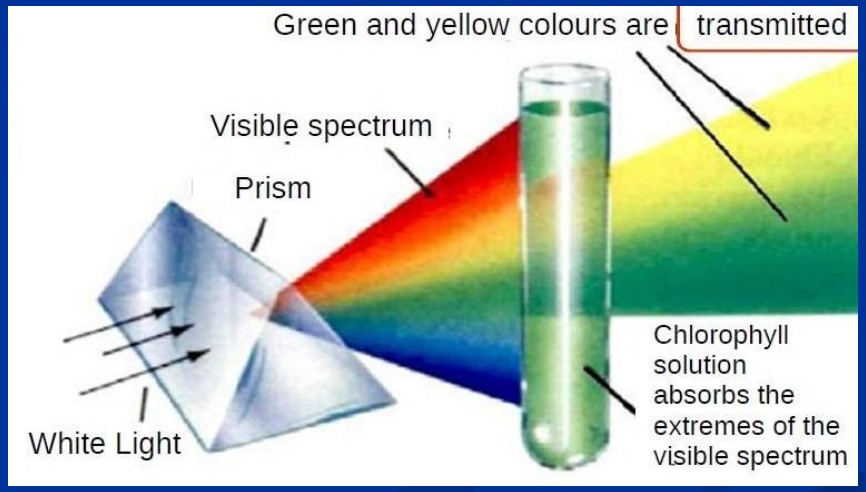


Fotosentetik pigment adı verilen moleküller, ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür.

Fotosentez: Yapraklar Neden Yeşildir?

Emilen ışık bitki tarafından farklı kimyasal reaksiyonlarda kullanılabilirken ışığın yansıyan dalga boyları göze görünecek pigmentin rengini belirler.

Fotosentetik pigment gruplarından biri, (görünür spektrumda) mavi bölgede (400-500 nm) ve diğeri kırmızı bölgede (600-700 nm) olmak üzere tipik olarak iki tip absorpsiyona sahip olan klorofillerdir.



Ancak tayfın yeşil renge (500-600 nm) karşılık gelen orta kısmını yansıtırlar.

Fotosentez: Oksijen üretimi

Pigmentler aydınlatılır ve ışık tarafından uyarılan elektronlarını aktarır. Su, bir molekülden diğerine atlayan bir elektron vericisidir ve sonuç, su molekülleri parçalandığında oksijen üretimidir. Bu fotosentezin aydınlık aşamasıdır.

Karanlık fazda karbonhidratlar veya şekerler üretilir. Bu kısım için ışık gerekli değildir.

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

İki şeffaf cam kavanoz kullanın ve kavanozun ucuna mavi ve kırmızı selofan kağıdı yerleştirin.

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

Bir zımba yardımıyla, düzgün tabakalardan (ıspanak veya pazı) diskler kesin. Her kavanoza 10 disk koyun.

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

2 g / 1 litre sudan bir sodyum bikarbonat çözeltisi hazırlayın. Her şişeye 20 ml koyun.
Bikarbonat solüsyonu ile yaprak diskleri emprenye edin. Diskleri 10 ml'lik tek kullanımlık şırıngaya yerleştirin ve diskler asılana kadar bikarbonat solüsyonunu çekin.

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

- Sadece bikarbonat içinde asılı kalan diskleri bırakarak giren havayı mümkün olduğunca çıkarın.
- Şırınganın ucunu bir parmakla kapatın ve sıkıca emerek vakum yapmaya çalışın, böylece bitki dokusunun iç boşluklarında hava, yaprağın fotosentetik yapılarına yakın, mevcut bir karbon kaynağı olacak bikarbonat çözeltisi ile değiştirilir. .

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

Yaprak disklerini her kavanoza yerleştirin. Kavanozların her birini kırmızı ve mavi selofan kağıdıyla kaplayın.

Her kavanozun üzerine (kağıt kaplayacak şekilde) ayrı bir ampul (en az 70 W) yerleştirin. Her iki ışık da aynı mesafede bulunmakta.

En iyi LED çünkü diğerleri ısı olarak enerji yayar.

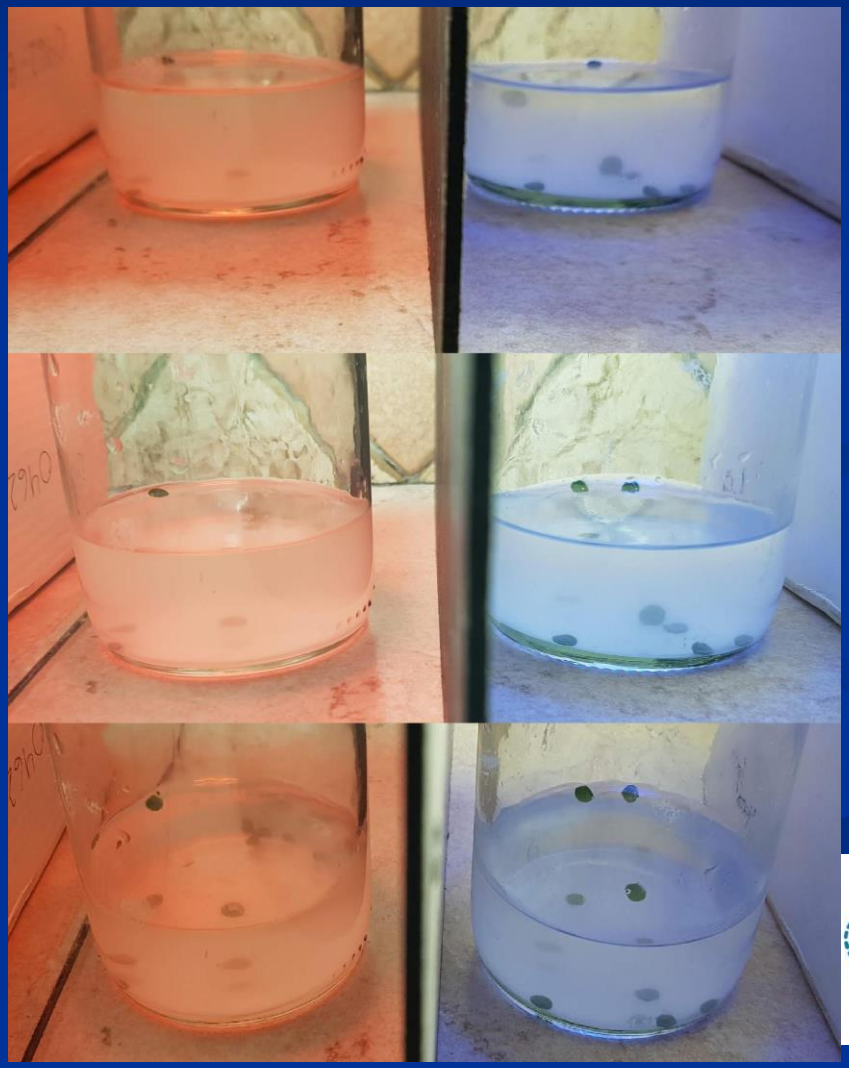
Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

Işığı açın ve disklerin yüzmesi için zamanı kaydetmeye başlayın.

Fotosentez hızının dolaylı bir ölçüsüdür.

Etkinlik 8: Fotosentez ile oksijen üretimi

Yaklaşık 5 dakika bekleyin ve diskler yükselmeye başlar (ışıkların gücüne ve mesafelerine bağlı olarak).



Etkinlik 8: Oksijen üretimi fotosentez yoluyla

- Diskler, yüzmeye yardımcı olan kabarcıklar şeklinde oksijen saldıklarından yüzmeye başlar.

- Işığın rengine bağlı olarak süreler farklıdır: mavi ışık için daha hızlıdır (elektromanyetik radyasyonun yüksek enerji bileşenidir, süreçte en verimli olanıdır)

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

Mayalar (mantarlar), şekeri (glikoz) etil alkol veya etanol ve karbondioksite dönüştürür.

Fermantasyon, düşük enerji verimliliğine sahip bir süreçtir, solunum çok daha maliyetlidir. Etkili ve evrimsel bir bakış açısından daha yeni.

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

Karbondioksit varlığı gözlemlenirse, fermentasyon olduğunu ve dolayısıyla yaşam olasılığının test edildiğini bileceğiz.

Deneyimizin tüm durumlarında, suyun mevcut olduğu bir mahsulden başlıyoruz.

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

Kullanacaklarımız:

1 yemek kaşığı maya (ekmek yapmak için). Elde edilmesi kolay canlı bir mikroorganizmadır,

1 bardak ılık su (22º ile 27º C arasında yarım bardaktan biraz fazla),

Mikroorganizmaların tüketebileceği 1 yemek kaşığı şeker.

Kontrol deneyinde ve aşırı koşullar altında geliştirilen diğer deneylerde aynı prosedür.

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

Kontrol deneyi:
Bir bardakta maya ve şekeri ılık suda eritin. Elde edilen karışım hızlı bir şekilde hava almayan plastik bir torbaya konulur, içindeki tüm hava alınır ve ağzı kapatılır.

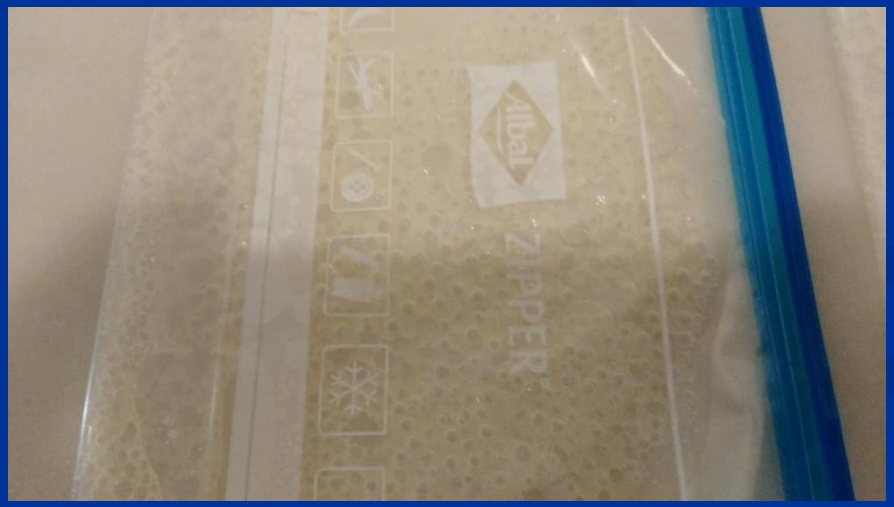
Torbanın içinde hava kalmaması önemlidir.

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

Kontrol deneyi

15-20 dakikaları şişmiş torbadaki dökümden sonra öğeler.

Karbondioksit kabarcıklarının varlığı mikroorganizmaların canlı olduğunu gösterir.

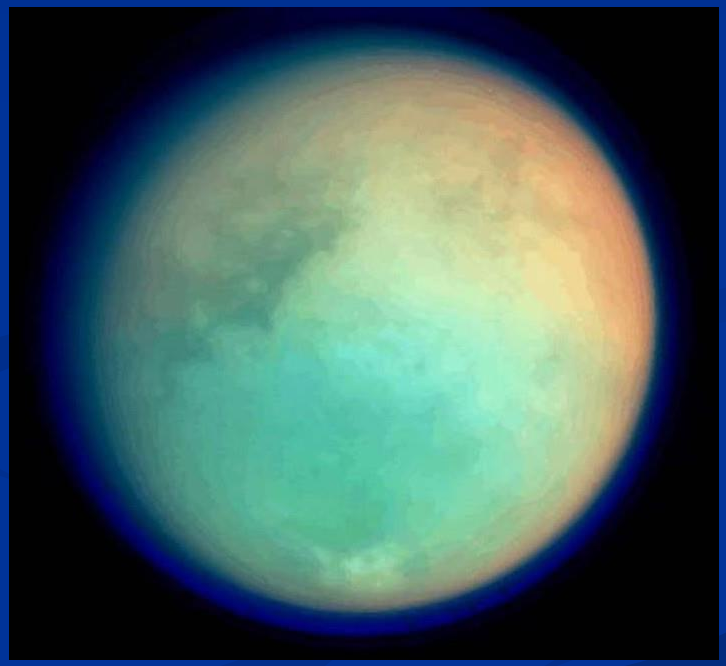


Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

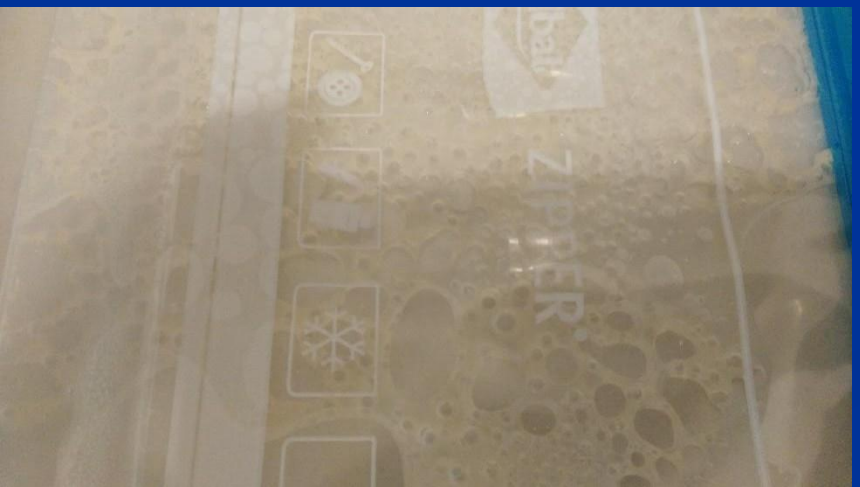
"Alkali gezegen" prosedürü (örneğin, her ikisi de amonyak içeren Neptün veya Titan): Deneyi sodyum bikarbonat veya amonyak ile tekrarlayın

Ph alkalin ölçekler:

Sodyum Bikarbonat veya Kabartma tozu: Ph



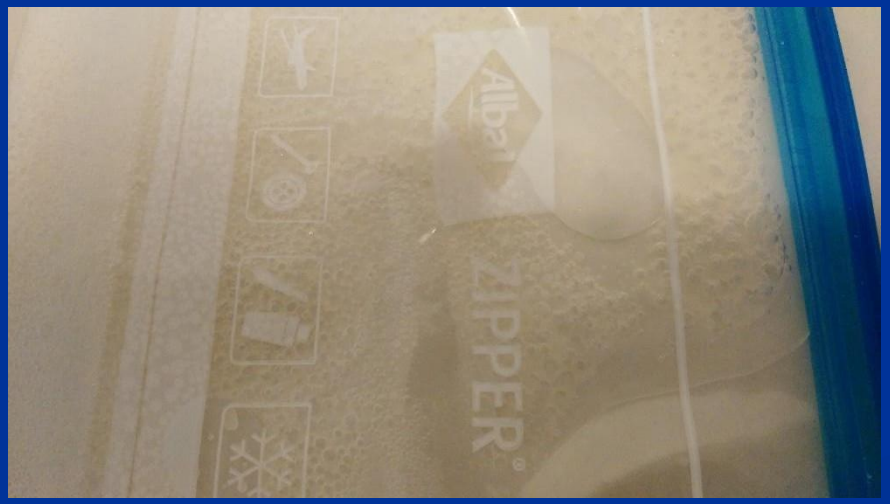
Titan, Credit NASA



Baloncuk varsa hayat vardır

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

"Tuzlu bir gezegen" prosedürü örneğin Mars veya Ganymede).
Sodyum klorürü (sofra tuzu) suda çözerek deneyi tekrarlayın.



Ganimede, Credit NASA

Baloncuk varsa hayat vardır.

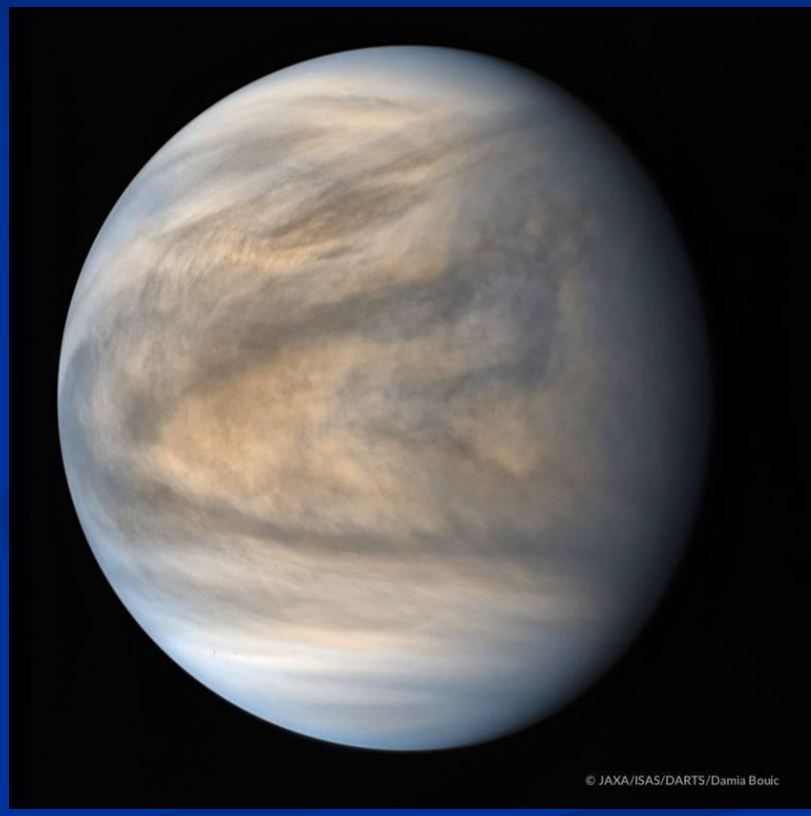
Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

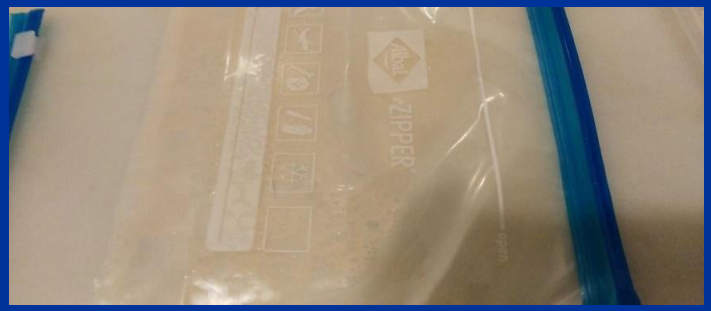
Bir "asit gezegeni" üzerinde prosedür(örneğin, sülfürik yağış alan Venüs):Yetiştirme suyunda sirke veya limon suyunu çözmeyi tekrarlayın.

Ph Acid scales:

Vinegar: Ph 2.9

Lemon juice: Ph 2.3



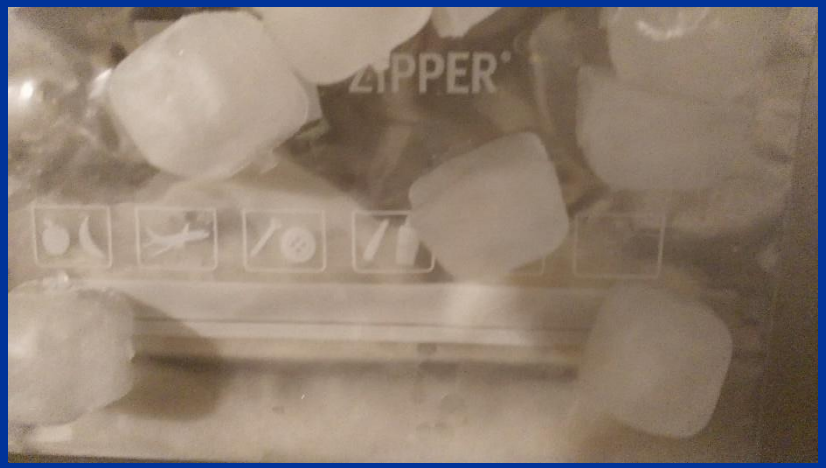


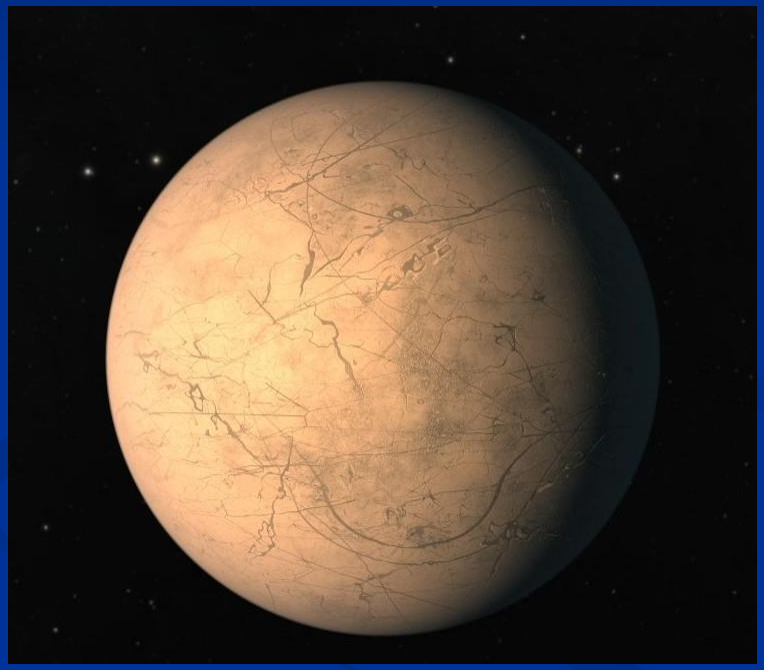
Venus, Credit NASA

Baloncuk varsa hayat vardır.

aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

"Buzlu bir gezegende" prosedür (örn. Europa veya Trapist-1 h) Torbayı buz dolu bir kaba koyun veya bir dondurucu kullanın.





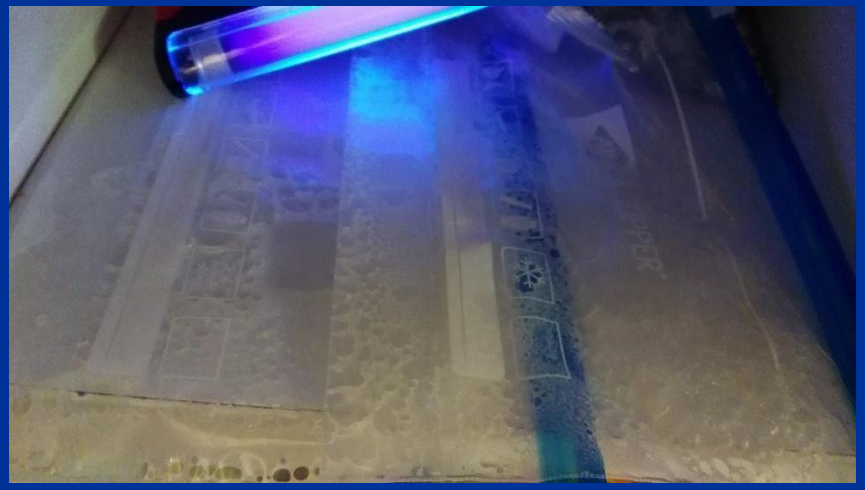
Trappist 1h Artist's impression

Baloncuk yoksa hayat yoktur.

Aktivite 9: Aşırı koşullarda yaşam

"UV'li bir gezegende" prosedür (örneğin Mars)

Deneyi gerçekleştirin ancak çanta UV ışığı altındayken



Marte, Credit iStock

Baloncuk yoksa hayat yoktur.

Aktivite 10: İkinci Dünyayı Aramak

Dünya, yaşamın olduğu bilinen tek gezegendir. Benzer koşullara sahip bir ötegezegen arayalım. Ancak hangi parametreler önemlidir?

- Dış gezegenin yarıçapı ve kütlesi
- Yaşanabilir bölge
- Ev Sahibi Yıldızın Kütlesi

Yarıçap ve Kütle (Dış gezegen)

- Yeterli yoğunluğu değerlendirmek için gezegenin yarıçapı ve kütlesi dikkate alınmalıdır.

- **Kepler Misyonu kriterlerini kullanarak:**
  - Dünya büyüklüğündeki gezegenlerin yarıçapı 2 Dünya yarıçapından daha az olmalıdır. $R<2R_e$
  - 10 Dünya kütlesi, süper karasal gezegenler için bir üst sınır olarak kabul edilir $M<10M_e$

Yaşanabilirlik Bölgesi

Ana dizi yıldızları, parlaklık ve sıcaklık arasında doğrudan bir ilişkiye sahiptir. Yüzey sıcaklığı ne kadar sıcaksa, yıldız o kadar parlaktır ve yaşanabilir bölge o kadar uzaktadır.

Tayf türü(örneği)	Sıcaklık K	Yaşanabilirlik bölgesi AU
O6V	41000	
B5V	15400	450-900
A5V	8200	20-40
F5V	6400	2.6-5.2
G5V	5800	1.3-2.5
K5V	4400	0.7-1.4
M5V	3200	0.3-0.5 0.07-0.15

Ev Sahibi Yıldız Kütlesi

Bir yıldızın evrimi ve yaşamı kütlesine bağlıdır. Bir yıldızın hidrojen füzyonundan elde edebileceği enerji, kütlesi ile orantılıdır. Ve ana dizi zamanı, yıldızın parlaklığına bölünerek elde edilir. Güneş'i referans alarak, ana dizideki bir yıldızın ömrü şöyledir:

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

Ana dizi için parlaklık, $L \alpha M^{3.5}$ **egöre kütle ile orantılıdır.**

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

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

Ev Sahibi Yıldız Kütlesi

Güneş'in ömrü tS=1010 yıl olduğuna göre, bir yıldızın ömrü:

$$t^* \sim 10^{10} \cdot (Ms/M^*)^{2.5} \text{ yıl}$$

Ana dizide kalma süresi en az 3 x 109 yıl olacak şekilde yıldızın kütlesinin üst sınırını hesaplayalım ve yaşamın evrimleşmesi için zaman verelim.

$$M^* = (10^{-10} \times t)^{-0.4} Ms$$

$$M^* = (10^{-10} \times 3000000000)^{-0.4} Ms$$

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

İkinci Bir Dünya Arıyorum

Ötegezegen adı	Dünya kütlelerinde Kütle	Dünya Çapında Yarıçap	Yıldıza Uzaklık AU	Güneş kütlelerinde yıldız kütlesi	Yıldız tayf tipi/ yüzey sıcaklığı
Beta Pic b	4100		11.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	18.5	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	15.10	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	unknown	14.20	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.59	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	1.20 unknown	0.09	0.29	M3.5V G8.5V
Tau Cet c	3.11	unknown	0.20	0.78	F
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	M8
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	unknown 2.39	24	0.7	K8V F5V
HD 10613 b	12.60	1.20	0.09	1.07	M1V
Kepler-138c	1.97	1.41	0.09	0.57	K2V
Kepler-62f	2.80		0.72	0.69	
Proxima Centauri b	1.30	1.10 2.39	0.05	0.12	M5V F5V
HD 10613 b	12.60		0.09	1.07	

İkinci Bir Dünya Arıyorum

Ötegezegen Adı	Dünya kütlelerinde kütle	Dünya Çapında Yarıçap	Yıldıza Uzaklık AU	Güneş Kütlelerinde Yıldız Kütlesi	Yıldız tayf tipi/ Yüzey sıcaklığı
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

Sonuçlar

- Yaşanabilirlik bölgesi kavramını bilir.
- Astrobiyoloji kavramlarını tanıtmak.
- Oksijen üretmenin ve karbondioksit elde etmenin nasıl mümkün olduğunu gösterin.
- İkinci bir Dünya nasıl bulunur.

İlginiz için çok teşekkür ederim!