

# اخرزست شناسى

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

*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, Center for Astrobiology (CAB, CSIC-INTA), Spain, Colegio Retamar, Spain*



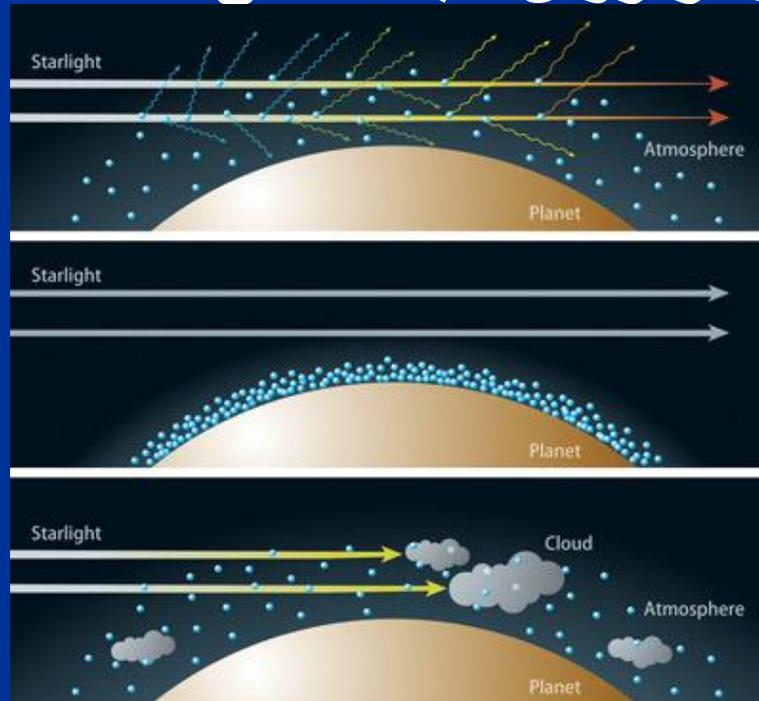
# اهداف

- آشنایی با محل ایجاد عناصر مختلف جدول تناوبی
- درک شرایط **حیاتی** لازم برای توسعه حیات
- **آشنایی** با حداقل دستورالعمل های لازم برای حیات در خارج از زمین

# پیدایش سیستم سیاره ای

طی فرایند پیدایش یک ستاره، سیستم سیاره ای متشکل از مواد باقی مانده ی ستاره، شکل می گیرد.

برای شناسایی ترکیبات ستاره و آگاهی از جو سیارات فراخورشیدی از روش طیف سنجی استفاده می شود.



# فعالیت یک: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار

دو گروه بسازید، مثلاً: دخترها(گاز)، پسرها( گردو غبار).  
(نکته ی مهم : تعداد افراد دو گروه متفاوت است، گروه بزرگ تر گاز خواهد بود. چرا که در یک سیستم سیاره ای در حال تشکیل، جرم گاز، صدها برابر بیشتر از جرم غبار است.)  
با شنیدن داستان، شرکت کنندگان، حرکاتی متناسب با آن انجام دهند، برای مثال:

# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار

متن داستان

حرکات شرکت کنندگان:

ابری متشکل از مقدار  
زیادی گاز و کمی غبار  
وجود داشت.

همه با هم یک ابر بسازند. تعداد افرادی که  
نماینگر گاز هستند بیشتر باشد. در ابر، افراد  
دست یکدیگر را به صورت تصادفی بگیرند و  
یک شبکه بسازند.

سپس گازها، شروع به  
نزدیک شدن به مرکز ابر  
نموده و پیرامون آن ها  
غبار جمع شد.

از هم جدا شوند. شرکت کنندگانی که گاز  
هستند در مرکز جمع شده و شرکت کنندگانی  
که غبار هستند، دست یکدیگر را پیرامون  
مرکز گرفته.



# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار

## حرکات شرکت کنندگان:

## متن داستان

**حرکت های زیادی وجود داشت.  
ذرات گاز یکدیگر و ذرات غبار  
یکدیگر را جذب می کردند.**

آن ها شروع به چرخیدن، حرکت، برخورد، لرزش و پرتاب می کنند. در نتیجه برخی از آن ها به بیرون پرتاب می شوند و سایر ذرات نجات یافته و همدیگر را با ذرات آشنا جذب می کنند. (گاز با گاز، غبار با غبار)

**در مرکز یک هسته ی مات  
تشکیل شده که دیسکی از گاز و  
غبار پیرامون آن قرار دارد.**

آن ها (گاز) در مرکز جمع شده و سایر شرکت کنندگانی که نقش غبار را دارند، به صورت یک دایره دست همدیگر را گرفته ، پیرامون مرکز قرار گیرند.  
نکته: همه ی گازها در مرکز قرار ندارند، برخی از گازها خارج از حلقه قرار دارند.

# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار



# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار

## حرکات شرکت کنندگان:

## متن داستان

این هسته در نهایت به ستاره یا ستاره ی والد یک منظومه ی فرا خورشیدی می شود.

خورشید یا ستاره ی والد، شروع به تابش در همه ی جهت ها می کند.

نکته: زمانی که ستاره یا ستاره ی والد، شروع به تابش می کند، گاز های سست، از آن دور می شوند.

برخی از سیارات کوچک از ذرات غباری که به هم پیوسته و به مرور بزرگ و بزرگ تر شده، سپس سنگ ها را ایجاد کرده، تشکیل می شوند. این عمل تا پیدایش سیارات گازی ادامه پیدا می کند.

شرکت کنندگانی که غبار بودند، با تشکیل یک گروه، سیارات خاکی را بسازند.

نکته: همه ی غبار در تشکیل سیارات خاکی شرکت نمی کنند. برخی از آن ها می بایست در نواحی دور قرار گیرند.

# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار

## حرکات شرکت کنندگان:

## متن داستان

سیارات گازی دور از گرمای ستاره و یا ستاره ی مرکزی، در جایی که گازها بتوانند بدون هیچ مزاحمی جمع شوند، تشکیل می شوند.

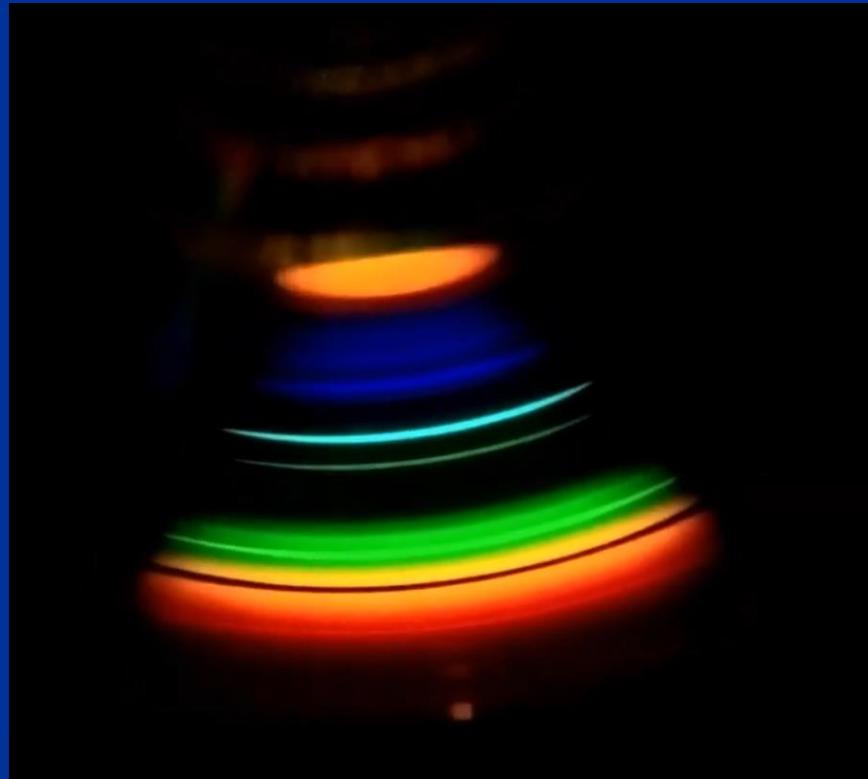
در نهایت، سیارات گازی از به هم پیوستن میزان زیادی گاز و مقداری غبار تشکیلی می شوند. نکته: کاهش دما در اثر فاصله ی زیاد از خورشید و یا ستاره ی والد، علت اصلی تفاوت در بین سیارات سنگی داخلی و سیارات غول پیکر خارجی است.

# فعالیت 1: پیدایش سیستم سیاره ای از گاز و غبار



## فعالیت 2: طیف نثری

طیف سنجی به ما اجازه می دهد تا اطلاعاتی در مورد ترکیب شیمیایی سیارات فراخورشیدی و جو آنها بدانیم. ما می توانیم طیف یک لامپ را با یک دی وی دی تجسم کنیم (خطوط گازهای موجود در آن را می بینیم).



# نگاهی شیمیایی به تکامل ستاره ای

- 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 Co	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 Fl	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					

# فعالیت 3: دسته بندی عناصر جدول تناوبی

هر کدام را در یک سبد (آبی؛ زرد، قرمز) قرار دهید.

حلقه Gold Au	مته دریل Titanium Ti	گاز بادبادک تولد Helium He	سیم ظرفشویی Nickel Ni
تلفن همراه/ باتری پشت آن: Lithium Li	شمع ماشین Platinum Pt	سیم برق مسی Copper Cu	محلول ید Iodine I
بطری آب معدنی: Hydrogen H	ماهیتابه قدیمی: Aluminum Al	مداد سیاه Graphite C	گوگرد برای کشاورزی Sulfur S
بطری نوشیدنی: Aluminum Al	ساعت مچی Titanium Ti	مدال: Silver Ag	لوله: Lead Pb
مداد تراش از جنس روی: Zinc Zn	ناخن قدیمی زنگ زده Iron Fe	دماسنج Gallium Ga	جعبه کبریت: Phosphorus P

عناصری که در اولین دقایق بعد از انفجار بزرگ ایجاد شدند (آبی)

عناصری که در داخل ستاره ها ایجاد شدند (زرد)

عناصری که در انفجارهای ابرنواختری ظاهر شدند (قرمز)

عناصری که در آزمایشگاه ایجاد شدند (خاکستری)، مثل: سریم



# فعالیت 3: دسته بندی عناصر جدول تناوبی

حلقه : Gold Au	Drill bit coated with: Titanium Ti	گاز بادکنک تولد Helium He	سیم ظرفشویی Nickel Ni
تلفن همراه/ باتری پشت آن: Lithium Li	Car spark plugs: Platinum Pt	سیم مسی برقی: Copper Cu	محلول ید: Iodine I
بطری آب: Hydrogen H	ماهیتابه قدیمی Aluminum Al	مداد سیاه: Graphite C	گوگرد برای کشاورزی Sulfur S
بطری نوشیدنی: Aluminum Al	ساعت مچی: Titanium Ti	مدال: Silver Ag	لوله: Lead Pb
مداد تراش روی: Zinc Zn	ناخن قدیمی زنگ زده: Iron Fe	دماسنج: Gallium Ga	جعبه کبریت: Phosphorus P



عناصر انفجار بزرگ (آبی)

عناصر ستاره ای (زرد)

عناصر ناشی از ابرنواختر (قرمز)

عناصر ساخته شده در

آزمایشگاه (خاکستری): سزیم



# فعالیت 4: فرزندان ستارگان

ترکیبات بدن انسان:

عناصر اصلی: اکسیژن، کربن، هیدروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، گوگرد، سدیم، کلر، آهن و منیزیم

عناصر کمتر: روی، فلور، مس،  
وانادیم، نیکل، سیلیس، قلع، منگنز،  
ید، مولیبدن،  
کروم و کبالت  
عناصر ضروری: لیتیم، کادمیوم،  
آرسنیک و قلع.

Legend:

- 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

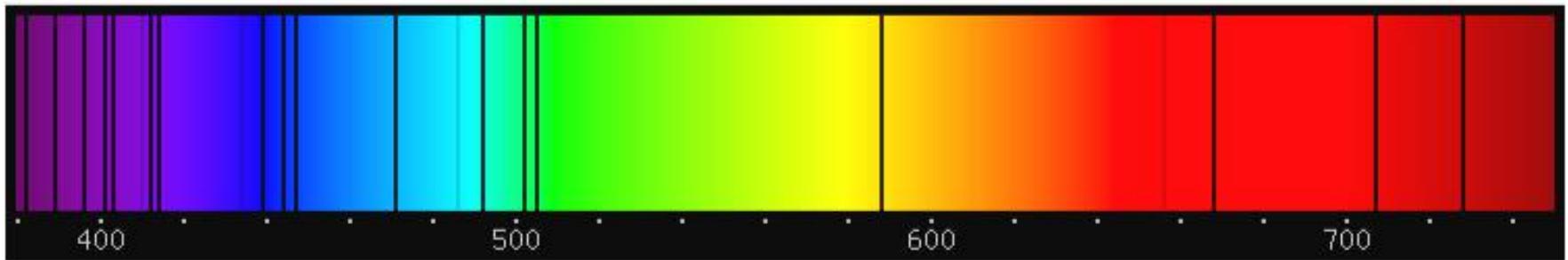
1																	2
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cb	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47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

همه عناصر فراوان (به جز هیدروژن) در ستاره ها ساخته شده اند.  
ما فرزندان ستارگان هستیم!!!



# خورشید نسل اول نیست.

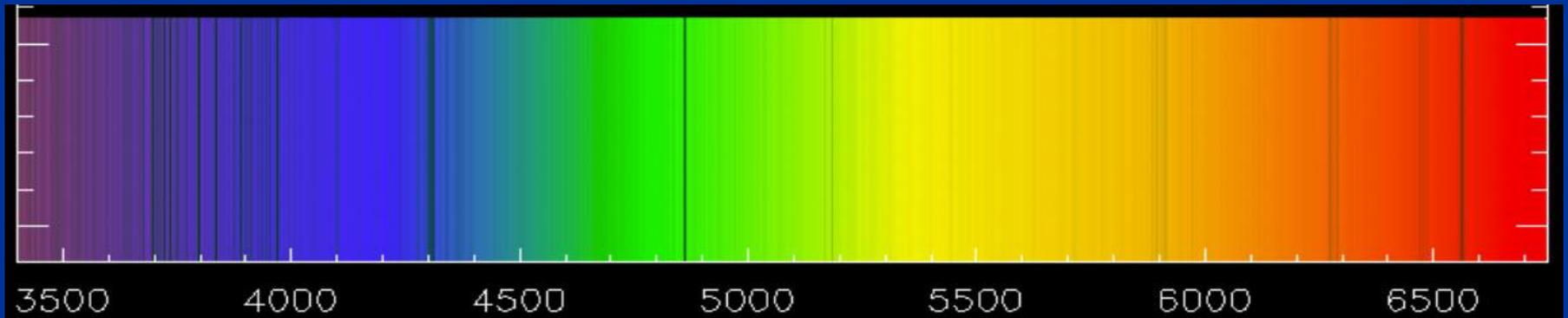
ستارگان نسل اول، سریع زندگی کردند، در جوانی مردند و امروزه زنده نیستند. تنها از طریق خطوط هیدروژن، هلیوم و شاید لیتیم قابل مشاهده هستند.



(Artist's impression) طیف نسل اول

# خورشید نسل اول نیست.

ستارگان با عناصر بیشتر، بیانگر این است که ابر اولیه ی آن ها از باقی مانده ی یک انفجار ابرنواختری ایجاد شده است.



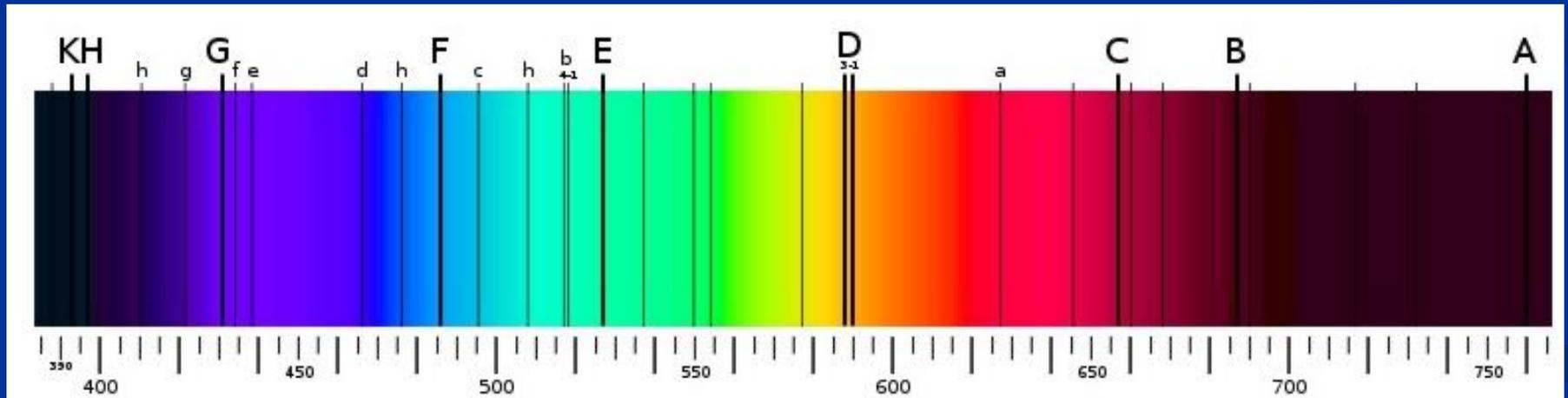
طیف نسل دوم.

SMSS J031300.36-670839.3 with Hydrogen and Carbon lines



# خورشید نسل اول نیست.

عناصر بسیاری در منظومه شمسی بعد از انفجار ابرنواختری، پدیدار شد. بنابراین احتمالاً خورشید از یک ابر اولیه ناشی از حداقل دو انفجار ابرنواختری ایجاد شده است. و این نسل سوم ستارگان است.

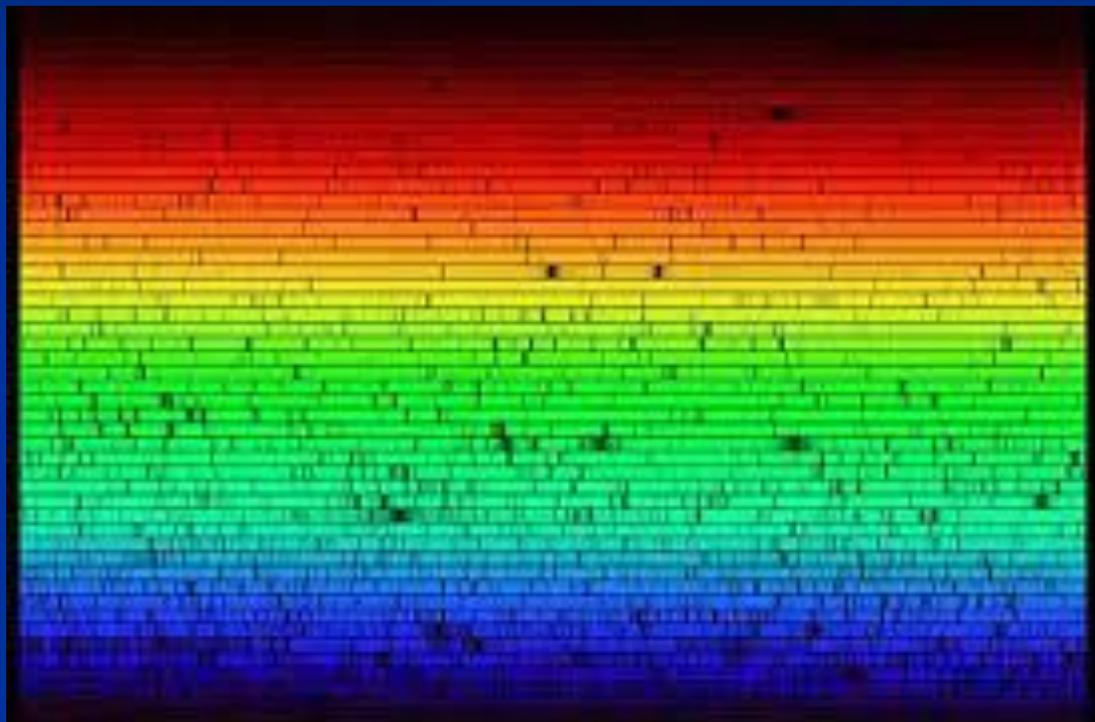


طیف خورشید به همراه خطوط طیفی متفاوت

# فعالیت 5: خطوط فرانhofer خورشید

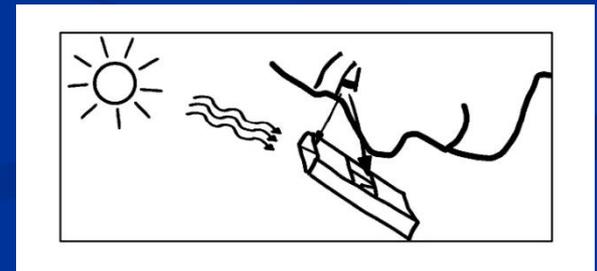
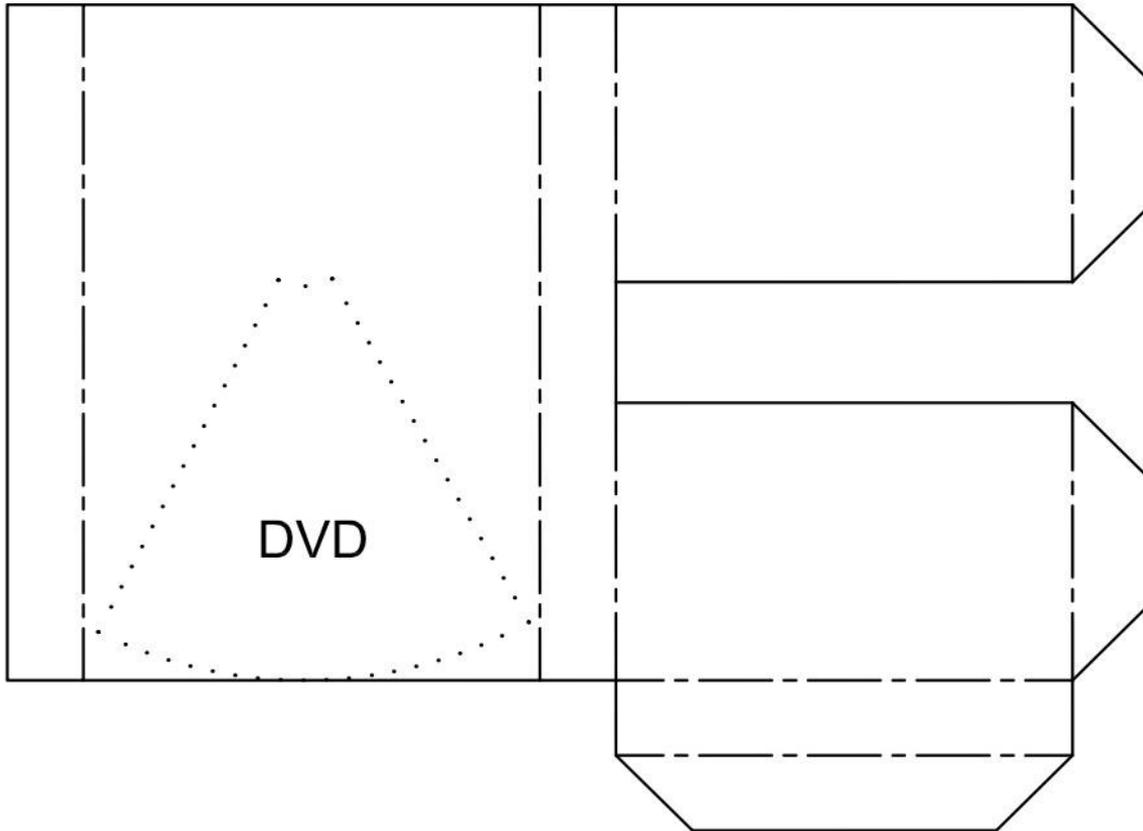
■ طیف خورشید پیوسته است، با خطوط تیره ای به نام خطوط فرانhofer که با عناصر شیمیایی موجود در جو آن مطابقت دارد.

آنها را می توان با چشم غیر مسلح در انعکاس نور خورشید در یک دی وی دی دید. خطوط آهن زیادی مشاهده می شود، سه گانه منیزیم (به رنگ سبز)، دوتایی سدیم (به رنگ زرد)



# فعالیت 5: طیف فرانهورفر

قالب را برش دهید، 1/8 دی وی را بچسبانید و جعبه را با دی وی داخل آن جمع کنید و در امتداد خطوط نقطه چین تا کنید.

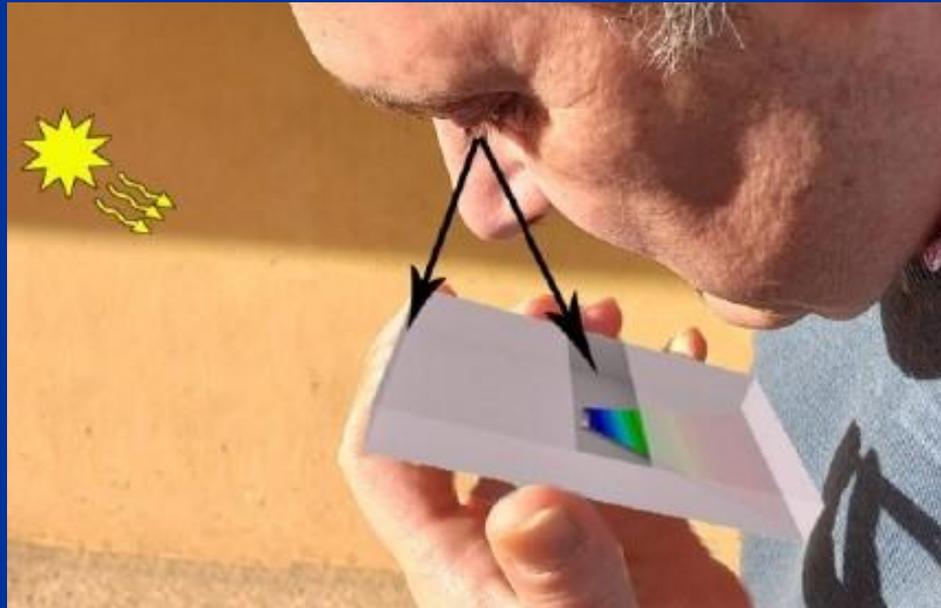


# فعالیت 5: طیف فرانهوفر

در یک روز آفتابی به بیرون بروید و خورشید را ببینید.

همان طور که در تصویر مشاهده می کنید، جعبه را جلوی صورت خود قرار دهید، به طوری که لبه بالایی رو به روی چشمتان قرار گیرد.

با نگاه کردن به داخل دی وی دی، به آرامی حرکت کنید تا زمانی که انعکاس شعاعی روشن و رنگارنگ از خورشید را روی دی وی دی مشاهده کنید.



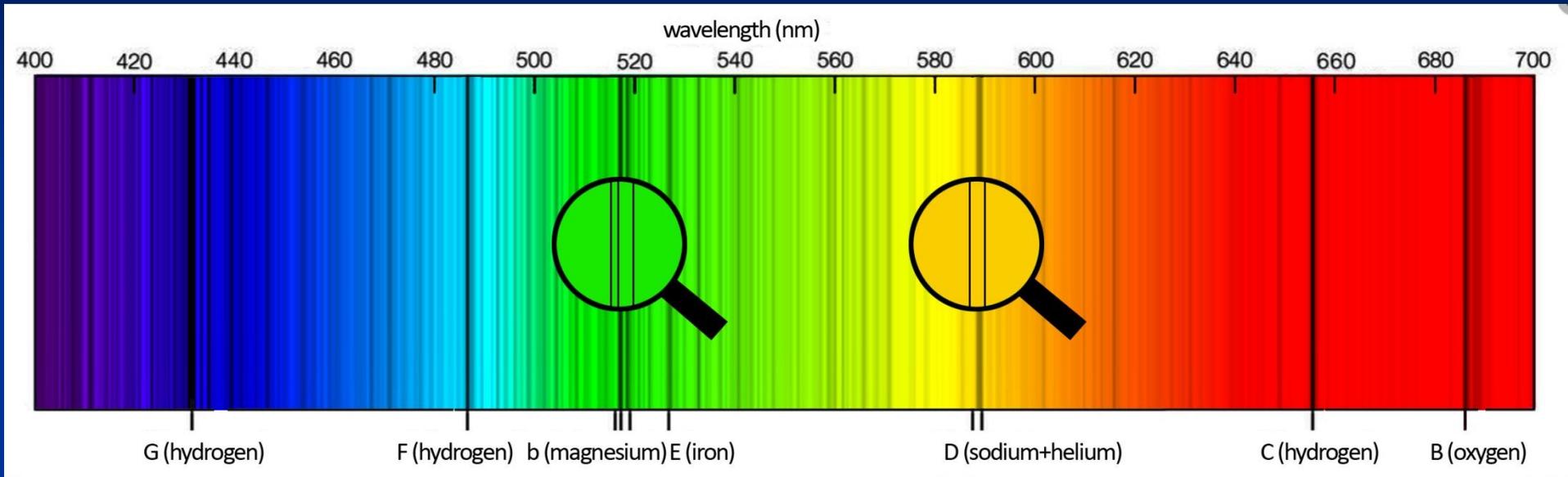
# فعالیت 5: خطوط فرانهوفر خورشید

برای دیدن خطوط فرانهوفر، باید با خورشید روبرو شوید، با یک دی وی دی به صورت افقی، صورت خود را حدود 5 سانتی متر از دی وی دی بیاورید. چشم خود را درست بالای سوراخ مرکزی دی وی دی قرار دهید.

در آن موقعیت، به رنگ های انعکاس خورشید نزدیک لبه دی وی دی کنار بدن خود نگاه کنید.



# فعالیت 5: طیف فرانیهوفر



از بین خطوطی که مشاهده می شود، برخی دارای شدت بیشتری هستند. پررنگ ترین خطی که در ناحیه آبی مشاهده می شود، از هیدروژن می آید. در ناحیه سبز رنگ، سه نوار بسیار نزدیک به هم را می توانید مشاهده کنید که این خطوط سه گانه مربوط به منیزیم است. خط مشکی پس از سه گانه منیزیم نیز، از آهن می آید. در قسمت زرد رنگ نیز یک نوار دوتایی می بینید که مربوط به هلیوم و سدیم است و در قسمت قرمز رنگ، یک هیدروژن شدید را می بینید.

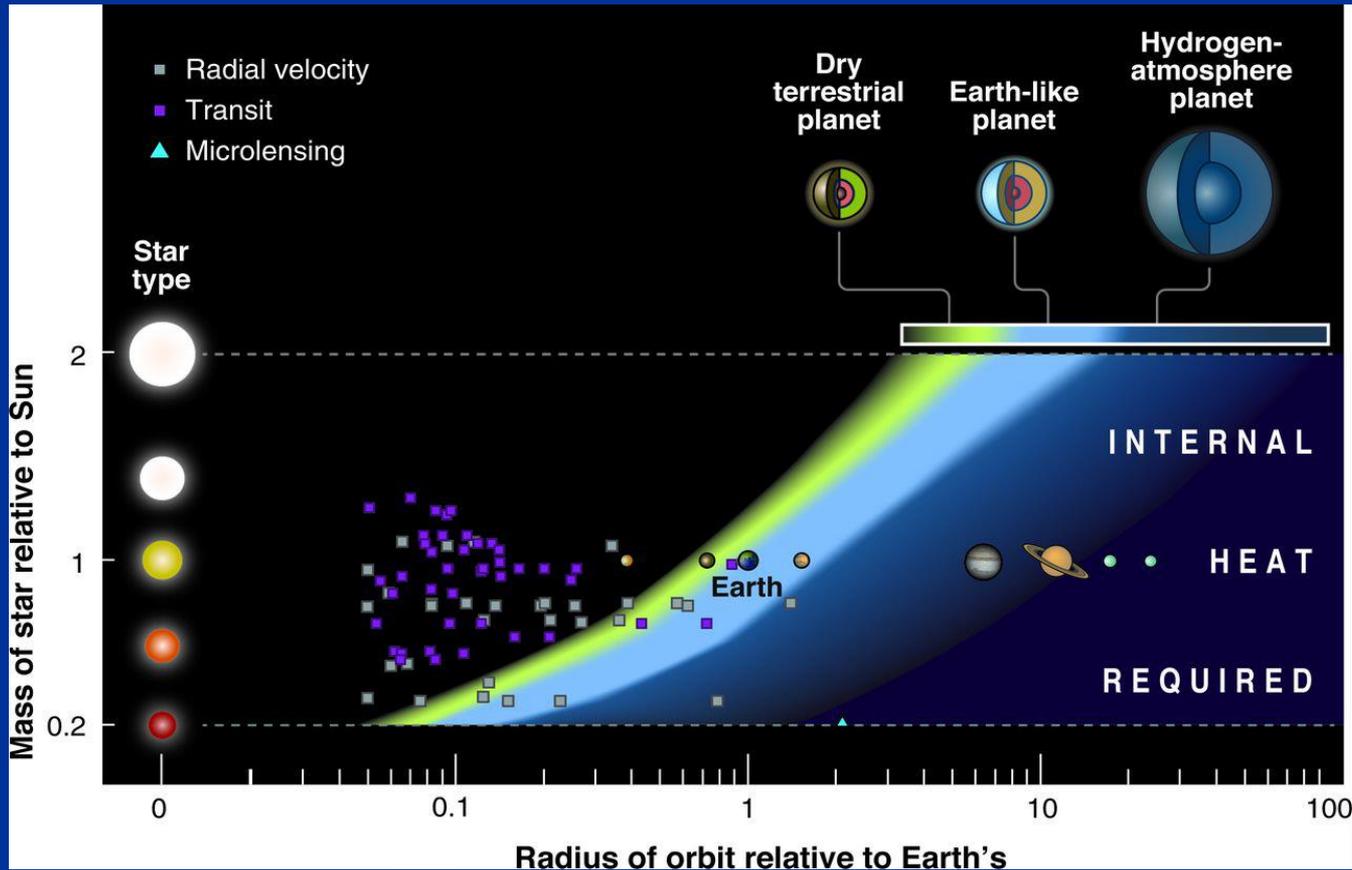
# کمربند حیات

کمربند حیات، منطقه ای پیرامون ستاره ی مرکزی است که میزان تابش دریافتی بر سطح سیاره خاکی امکان حضور آب به صورت مایع را فراهم می کند. (تصور بر این است که پیدایش حیات بر پایه ی کربن، در حضور آب مایع صورت می گیرد.)

این معمولاً در اجرامی با جرم بین 0.5 تا 10 برابر زمین و فشاری بیشتر از 6.1mbar، که نقطه ی سه گانه آب در دمای  $273.16\text{ K}$ ، رخ می دهد. (دمایی که سه حالت آب به صورت، بخار، مایع و جامد حضور دارند).

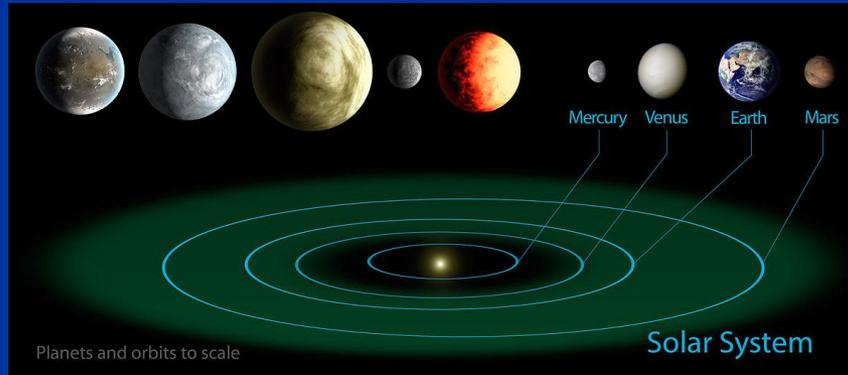
# کمربند حیات

کمربند حیات به جرم ستاره وابسته است. هرچه جرم بیشتر، دما و تابش بیشتر و در نتیجه کمربند حیات در فاصله ی دورتری قرار می گیرد.



# سایر شرایط حیات

فاصله ی مداری سیاره، که سیاره در کمر بند حیات قرار بگیرد شرط لازم است اما کافی نیست تا میزبان حیات باشد.  
برای مثال: بهرام و ناهید



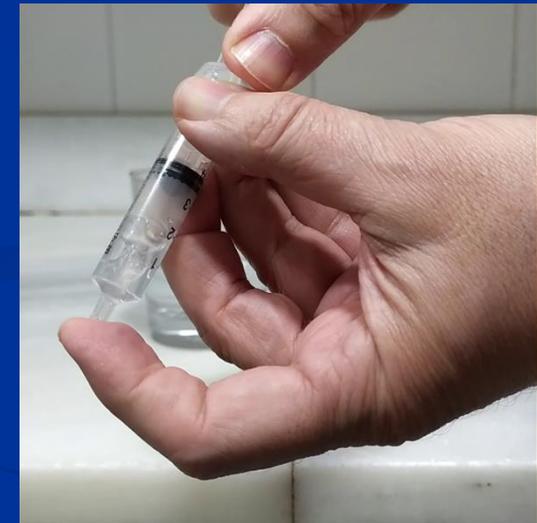
جرم سیاره باید به اندازه ی کافی زیاد باشد تا جاذبه ی آن اتمسفر را نگاه دارد.

این دلیل اصلی این است که چرا مریخ در حال حاضر فاقد حیات است، در میلیارد سال نخستین، بیشتر اتمسفر و آب های سطحی خود را از دست داد.

# فعالیت 6: آب مایع در مریخ؟

■ در مریخ فشار اتمسفر ضعیف است (0.7% از فشار زمین است). با وجود این فشار کم، آب از ابرهایی در قطب سیاره می آید. ولی چرا در سطح مریخ هیچ آب مایعی وجود ندارد؟

■ ما آب داغ نزدیک به جوش می ریزیم داخل سرنگ



اگر ما پیستون را بکشیم، فشار داخل آن کم میشود و آب شروع به جوشیدن میکند و به تدریج بخار ناپدید میشود. برای شبیه سازی فشار مریخی باید یک سرنگ بلند داشته باشیم تا بتوانیم پیستون را تا 9 متر بکشیم بالا.

# فعالیت 7: اثر گلخانه ای

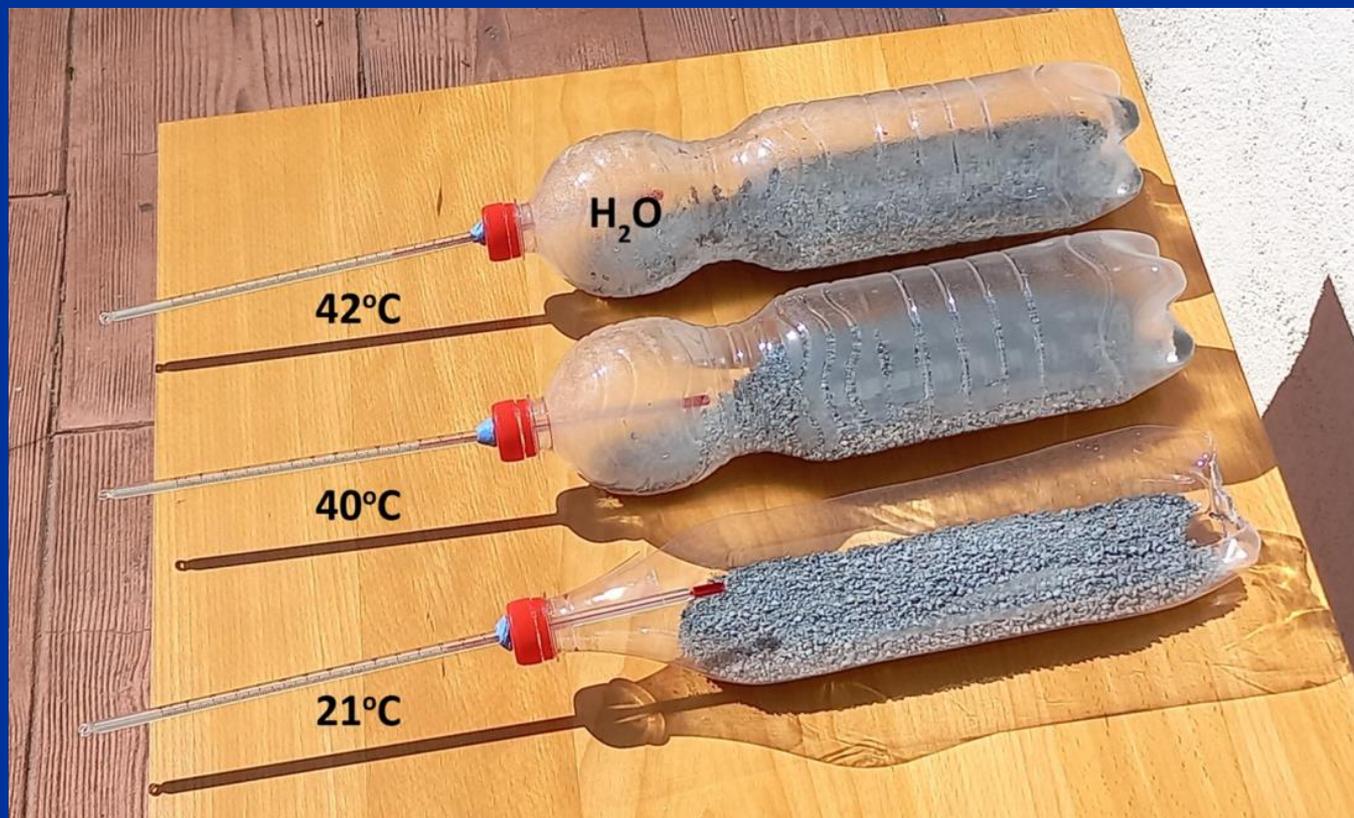
داخل 2 بطری پلاستیکی خالی خاک تیره می گذاریم و در سومین بطریدر راستای طول از وسط نصف می کنیم.

ما یک دماسنج را در درب هر بطری قرار دادیم. بطری پریده شده سیاره بدون ابر را شبیه سازی می کند، اولین بطری کامل سیاره را با ابر شبیه سازی می کند و در آخرین بطری چند قطره آب داخل آن می ریزیم تا جوی را با بخار آب شبیه سازی کنیم.



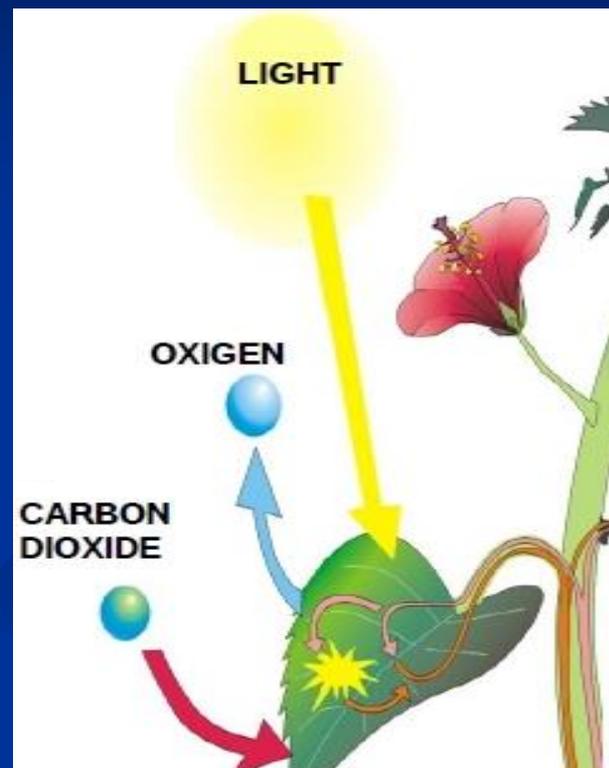
# فعالیت 7: اثر گلخانه ای

بطری ها را زیر آفتاب قرار می دهیم و هر 5 دقیقه یکبار دمای داخل آن را اندازه می گیریم. ما اندازه گیری ها را یادداشت می کنیم تا تعیین کنیم اثر گلخانه ای چگونه تأثیر می گذارد.



# فتوسنتز: تولید اکسیژن

فتوسنتز فرایندی در گیاهان و برخی از باکتری است که با استفاده از نور خورشید، کربن دی اکسید را به گلوکز، کربوهیدرات و اکسیژن تبدیل می کند.

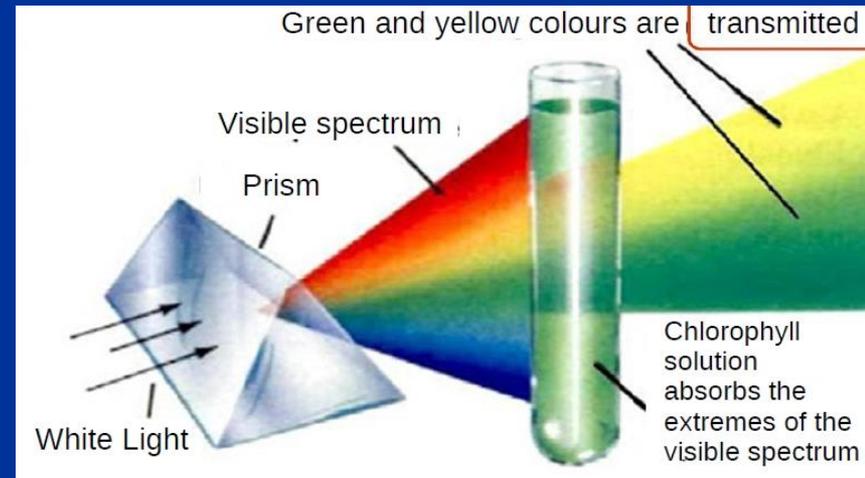


مولکول هایی به نام رنگدانه های فتوسنتزی، انرژی نور را به انرژی شیمیایی تبدیل می کنند.

# فتوسنتز: چرا برگ ها سبز هستند؟

نور جذب شده به وسیله گیاه در فرایندهای شیمیایی متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرد، در حالی که طول موج نور بازتاب شده، رنگ، رنگ دانه را که با چشم مشاهده می شود، مشخص می کند.

گروهی از رنگ دانه های فتوسنتزی، کلروفیل ها هستند، که عموماً دو نوع جذب در ناحیه مرئی طیف دارند، یکی در ناحیه آبی (400-500nm) دیگری در ناحیه قرمز (600-700nm)



با این حال، آن ها بخش میانی طیف که شامل بخش سبز رنگ (500-600 nm) است را بازتاب می کنند.

# فتوسنتز: تولید اکسیژن

رنگدانه ها می درخشند و الکترون های شان را که با نور برانگیخته شده، جابه جا می کنند. آب الکترون دهنده است و در پایان این فرایند، اکسیژن بر اثر شکست آب تولید می شود. این مرحله درخشان فتوسنتز است.

در بخش تاریک (واکنش های تاریکی)، کربوهیدرات یا قند تولید می شود. برای این بخش نور نیاز نیست.



# فعالیت 9: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز



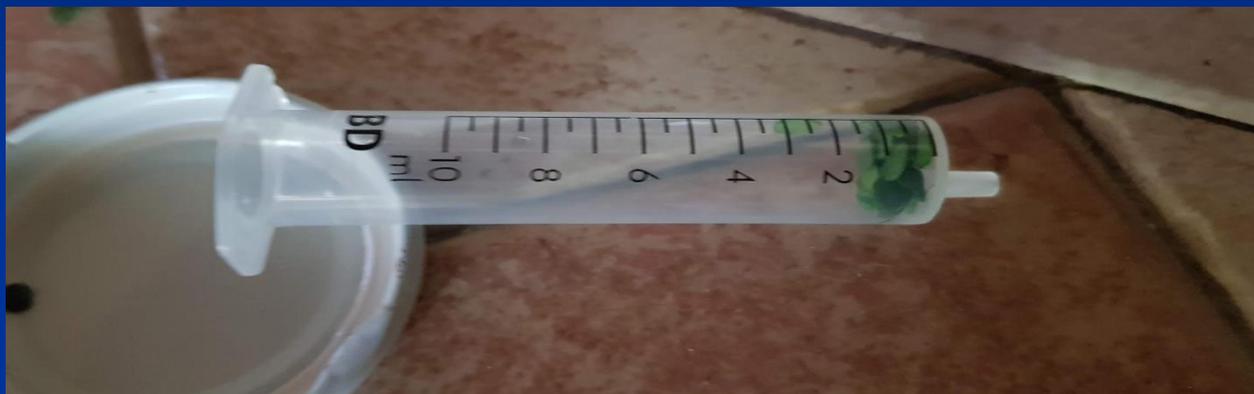
از دو شیشه شفاف مربا که در انتهای یکی یک طلق قرمز و در انتهای دیگری طلق سبز قرار داده اید استفاده کنید.

# فعالیت 4: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز



به کمک یک سوراخ کن، دایره هایی هم اندازه ببرید)  
برگ اسفناج یا چغندر). 10 دایره در هر شیشه قرار  
دهید.

# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز



محلول بیکربنات سدیم 25 گرم در یک لیتر آب فراهم کنید. 20 میلی لیتر از محلول را در هر کدام بریزید. دایره های برگ را به محلول بیکربنات آغشته کنید. سپس دایره ها را در یک سرنگ 10 میلی لیتری قرار دهید و آنقدر از محلول بیکربنات بکشید تا برگ ها شناور شوند.



# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز

تا جایی که امکان دارد، هوای سرنگ را خالی کنید، تا برگ ها تنها در محلول بیکربنات شناور باشند.

انتهای سرنگ را با انگشت محکم گرفته و آن را بکمید تا خلا ایجاد شود، بنابراین در فضای بین بافت گیاه، هوا با محلول بیکربنات جایگزین و منبع کربن در نزدیکی ساختار فتوسنتزی برگ ها فراهم می شود.



# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز

برگ ها را در هر شیشه قرار دهید. یکی از شیشه ها را با طلق قرمز و دیگری را با طلق آبی بپوشانید.

لامپ های مجزایی ( کمتر از 70 وات نباشد) بالای هر شیشه ( که با طلق پوشانده شده) قرار دهید. هر دو لامپ در فاصله ی یکسانی باشند.  
لامپ LED بهتر است، زیر سایر لامپ ها بخشی از انرژی را به صورت گرما از دست می دهند.



# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز

با روشن شدن لامپ، شروع به ثبت زمان تا شناور شدن برگ ها کنید. این یک روش غیر مستقیم برای اندازه گیری سرعت فتوسنتز است.



# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز

پنج دقیقه صبر کنید، برگ  
ها شروع به بالا آمدن می  
کنند ( بستگی به قدرت  
لامپ و فاصله آن دارد)



# فعالیت 8: تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز

دایره های برگ، همزمان با آزاد کردن اکسیژن به صورت حباب، شروع به شناور شدن می کنند.

زمان با توجه به رنگ نور متفاوت است: برای نور آبی سریع تر است ( پر انرژی ترین بخش طیف الکترومغناطیس و موثرترین در فرآیند)



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

مخمرها (قارچ ها)، قند(گلوکز) را به اتیل الکل یا اتانول و کربن دی اکسید تبدیل می کنند.  
تخمیر یک فرایند با راندمان انرژی پایین است، در حالی که تنفس بسیار مقرونه به صرفه تر بوده و از دیدگاه تکاملی، جدیدتر است.



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

اگر دی اکسید کربن مشاهده شود، ما می دانیم که تخمیر وجود داشته و امکان حیات آزموده شده است.  
در همه ی آزمایش ها، ما از یک محصول در حضور آب استفاده می کنیم.



## فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

ما استفاده می کنیم از:

یک قاشق غذاخوری **مخمر** (در ساخت **نان** استفاده می شود). یک **میکروارگانیسم زنده کوچک** که به سادگی به دست می آید.

یک لیوان آب گرم ( کمی بیشتر از نیمی از لیوان با دمای 22 تا 27 درجه سانتی گراد)

یک قاشق غذاخوری از شکر که میکروارگانیسم ها می توانند مصرف کنند.

روش مشابه در کنترل آزمایش و سایر آزمایش های پیشرفت در شرایط سخت.



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

آزمایش کنترل:  
در یک لیوان مخمر و شکر را در اب  
گرم حل کنید. سپس مخلوط بدست  
آمده را به سرعت در یک کیسه  
پلاستیکی غیر قابل نفوذ بریزید، هوای  
آن را خارج کنید و آن را ببندید.  
بسیار مهم است که همه ی هوا از  
کیسه خارج شده باشد.



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

آزمایش کنترل

بعد 15-20 دقیقه، شما حباب های دی اکسید کربن را در کیسه ی متورم می بینید.

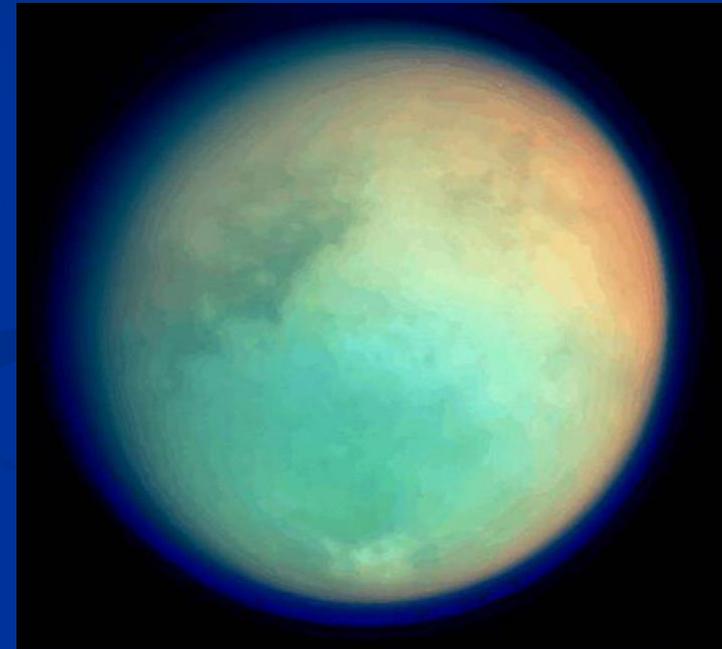
کربن دی اکسید موجود، نشان دهنده ی میکروارگانسیم های زنده است.



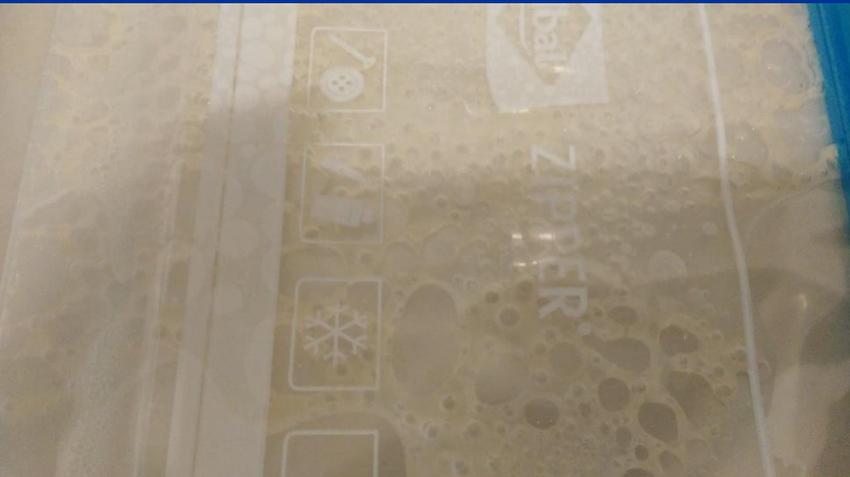
# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

روش در ” در سیاره های آلكانی“ ( برای مثال: نپتون و تیتان هر دو آمونیاك دارند): آزمایش را با سدیم بی کربنات و آمونیاك تکرار کنید.  
مقیاس Ph آلكانی:

سدیم بی کربنات یا جوش شیرین: 8.4  
آمونیاك دست ساز: 11



Titan, Credit NASA



اگر حباب وجود داشته باشد، حیات وجود

دارد.



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

روش در ” سیاره های شور “ ( برای مثال مریخ یا گانیمید یا WAPS 96b ).  
آزمایش را با حل کردن سدیم کلرید ( نمک معمولی ) در آب تکرار کنید.



Ganimede, Credit NASA



آرزوی حباب وجود داشته باشد، حیات وجود دارد.

# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

روش در "سیاره های اسیدی" (مانند ناهید که باران

های سولفوری دارد یا "آیو"-یا WAPS 39b) آزمایش را با حل کردن سرکه و یا آب لیمو در آبت تکرار کنید.

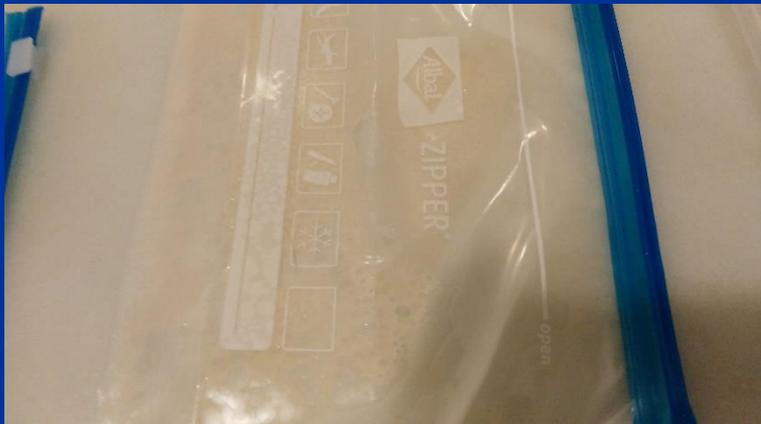
مقیاس Ph اسید:

سرکه: 2.9

آب لیمو: 2.3



© JAXA/ISAS/DARTS/Damia Bouic



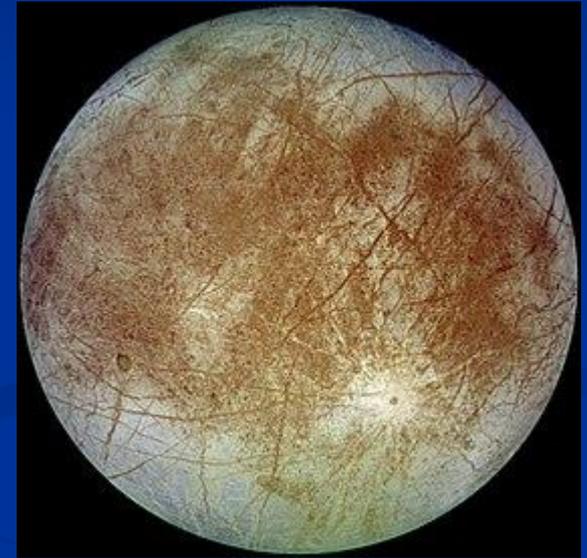
Venus, Credit NASA

If there are bubbles there is life



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

رویه در یک "سیاره یخی"  
(به عنوان مثال اروپا یا Gliese 667 C d یا  
Barnard b)  
کیسه را در ظرفی پر از یخ قرار دهید یا از فریزر  
استفاده کنید



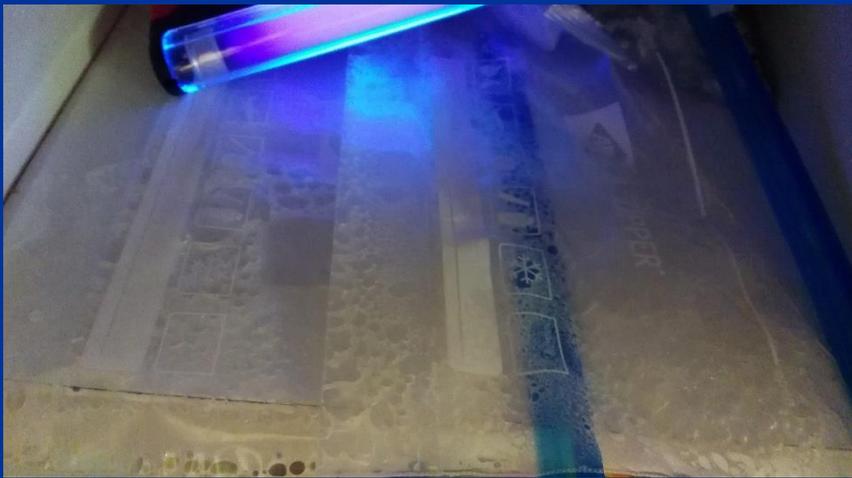
Europe (Credit NASA)

اگر حباب وجود داشته باشد، حیات وجود دارد.



# فعالیت 9: زندگی در شرایط سخت

رویه در "سیاره ای با UV"  
(مثلاً مریخ یا تراپیست-1، e، y، f، g)  
آزمایش را اما با کیسه زیر نور UV انجام دهید



Marte, Credit iStock

اگر حباب وجود داشته باشد، حیات وجود دارد.



# فعالیت 10: جستجو برای زمین دوم

زمین تنها سیاره ی شناخته شده با قابلیت حیات است. باید به دنبال سیاره ی فراخورشیدی با شرایط مشابه با زمین بود. اما چه ویژگی هایی مهم است؟

شعاع و جرم

کمربند حیات

ستاره میزبان



# شعاع و جرم (فراخورشیدی ها)

برای بدست آوردن چگالی سیاره به جرم و شعاع آن نیاز است.

از معیارهای ماموریت کیپلر استفاده می کنیم:

□ سیارات زمین مانند باید شعاعی کمتر از دو برابر شعاع زمین داشته باشند.  $R < 2R_e$ .

□ جرم این سیارات حداکثر باید کمتر از ده برابر جرم زمین باشد.  $M < 10M_e$ .

# کمربند حیات

در ستارگان رشته اصلی، رابطه مستقیمی بین درخشش و دما وجود دارد. دمای سطحی بیشتر، بیانگر درخشش بیشتر ستاره و فاصله ی دورتر کمربند حیات است.

گونه ی طیفی	دما K	AU کمربند حیات
O6V	41 000	450-900
B5V	15 400	20-40
A5V	8 200	2.6-5.2
F5V	6 400	1.3-2.5
G5V	5 800	0.7-1.4
K5V	4 400	0.3-0.5
M5V	3 200	0.07-0.15



# جرم ستاره ی مادر

تکامل و زندگی یک ستاره به جرم آن وابسته است. انرژی که ستاره از طریق فرایند هم جوشی هیدروژن می تواند بدست آورد، وابسته به جرم آن است. زمان رشته ی اصلی از تقسیم انرژی بر درخشندگی آن بدست می آید. با استفاده از خورشید به عنوان یک نمونه، زندگی یک ستاره در رشته ی اصلی بدست می آید از:  $t^*/t_s =$

$$(M^*/M_s)/(L^*/L_s)$$

برای رشته اصلی، درخشندگی متناسب با جرم است:  $L \propto M^{3.5}$

$$t^*/t_s = (M^*/M_s)/(M^{*3.5}/M_s^{3.5}) = (M^*/M_s)^{-2.5}$$

# جرم ستاره ی مادر

$$\text{پس: } t^* / t_s = (M_s / M^*)^{2.5}$$

اگر عمر خورشید  $t_s = 10^{10}$  باشد، عمر یک ستاره بدست می آید از:

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

اجازه بدهید حد نهایی جرم یک ستاره را بدست آوریم، بنابراین حداقل زمان حضور در رشته ی اصلی  $3 \times 10^9$  است تا زمان لازم برای تکامل ستاره فراهم شود.

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

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

$$M^* \leq 1.6 M_s$$

# جستجو برای زمین دوم

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 <small>(yet unconfirmed)</small>	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

# جستجو برای زمین دوم

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	48.5	41.8	4.73	A6V
HD 209458 b	219.00	45.40	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	44.20	68.0	1.56	A5V
<b>Kepler-452 b</b>	<b>unknown</b>	<b>1.59</b>	<b>1.05</b>	<b>1.04</b>	<b>G2V</b>
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
<b>Luyten b</b>	<b>2.19</b>	<b>unknown</b>	<b>0.09</b>	<b>0.29</b>	<b>M3.5V</b>
Tau Cet c	3.11	unknown	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	46.34	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	42.60	2.39	0.09	1.07	F5V
<b>Kepler-138c</b>	<b>1.97</b>	<b>1.20</b>	<b>0.09</b>	<b>0.57</b>	<b>M1V</b>
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	42.60	2.39	0.09	1.07	F5V

# نتیجه گیری

- آشنایی با مفهوم کمربند حیات
- معرفی اختر زیست شناسی
- آشنایی با چگونگی تولید اکسیژن و کربن دی اکسید
- چگونه زمین دوم را بیابیم

سپاس از توجه شما!

