الوجيز
في علم الاحياء الفلكي

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

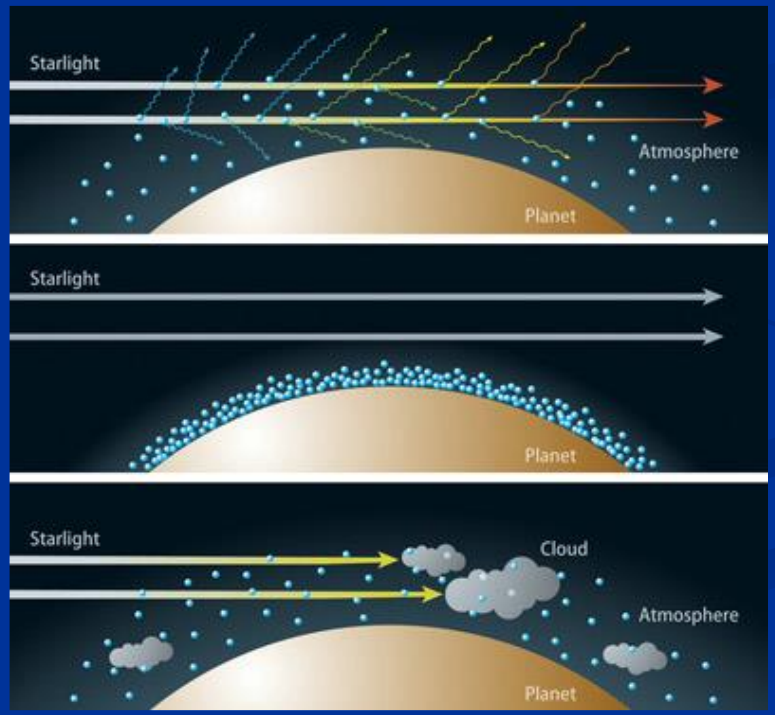
الاتحاد الدولي للفلك ، جامعة كاتالونيا التقنية ، إسبانيا ،
ITeDA والجامعة التكنولوجية الوطنية ، الأرجنتين ،
مدرسة فارو الثانوية ، البرتغال ،
دار هايدلبرغ الفلكية ، ألمانيا ،
الجزيرة الخضراء ، إسبانيا ، Diverciencia
SENACYT, Panama,
NAEC Algeria, Translation: Redouane Benmehaia & J,Mimouni
مركز علم الأحياء الفلكية(CAB, CSIC-INTA), اسبانيا

الأهداف

- فهم من أين تأتي العناصر المختلفة للجدول الدوري.
- فهم الشروط اللازمة حتى تتطور حياة.
- إدارة الحد الأدنى من المبادئ التوجيهية للحياة خارج الأرض.

تشكيل أنظمة الكواكب

أثناء تكوين النجم، يتكون نظامه الكوكبي أيضًا من بقايا مواد قريبة من النجم.
يستخدم التحليل الطيفي لمعرفة تكوين النجم ويستخدم أيضًا لمعرفة الغلاف الجوي للكواكب الخارجية.



النشاط الأول: تكوين نظام الكواكب من الغاز والغبار

تنقسم المجموعة إلى قسمين: بنات (غاز) وفتيان (غبار) على سبيل المثال.
(إذا كان هناك اختلاف جوهري في عدد المشاركين من مجموعة وأخرى ، فمن المستحسن أن تكون المجموعة التي تمثل الغاز هي الأكبر ، لأن كتلة الغاز في نظام كوكبي قيد التكوين تساوي 100 ضعف الكتلة من الغبار).

عندما يستمع المشاركون إلى القصة ، فإنهم يقومون بأفعال ديناميكية لما يسمعونه ، على سبيل المثال:

النشاط الأول: تكوين نظام الكواكب من الغاز والغبار

نص القصة:	أداء المشاركين:
ذات مرة كانت هناك سحابة من الكثير من الغاز وقليل من الغبار.	كلها مختلطة في سحابة. هناك المزيد من المشاركين يمثلون الغاز. في السحابة ، يمسك جميع المشاركين أيديهم بشكل عشوائي ، ويتشكلون كشبكة.
ثم بدأ الغاز يتجمع في وسط السحابة وتراب حولها.	يبدأون في الانفصال. يتراكم المشاركون الذين يمثلون الغاز في المركز وأولئك الذين يمثلون الغبار يمسكون بأيديهم حول المركز.

النشاط الأول: تكوين نظام الكواكب من الغاز والغبار

نص القصة:	أداء المشاركين:
كان هناك الكثير من الحركة ، وجذبت جزيئات الغاز الغاز وجذبت جزيئات الغبار الغبار.	يبدأون في الدوران ، التحرك ، التحطم ، الاهتزاز ، القفز. يطلق البعض النار نتيجة الكثير من الحركة والبعض الآخر "يهرب" ويلتقط ويحتضن تلك الجسيمات عن طريق التعرف (غاز مع غاز وغبار مع غبار).
في الوسط ، يتكون قلب كثيف معتم محاط بقرص من الغبار والغاز.	أولئك في المركز (الغاز) يتراكمون ومن حولهم المشاركون الذين يمثلون الغبار في نوع من الدائرة يتم التقاطهم باليد. توضيح: ليس كل الغاز في المركز ، هناك غاز بعيد خارج الدائرة.

النشاط الأول: تكوين نظام الكواكب من الغاز والغبار

نص القصة:	أداء المشاركين:
هذه النواة هي التي ستؤدي أخيرًا إلى ظهور الشمس أو النجم الأم لنظام خارج المجموعة الشمسية.	**تبدأ الشمس أو النجم الأم في السطوع بحيث يجب أن تنطلق أشعتها للخارج في كل الاتجاهات.** **توضيح: في اللحظة التي تبدأ فيها الشمس أو النجم الأم في التألق ، يبدأ الغاز "السائب" في التحرك بعيدًا.**
تشكلت بعض الكواكب الصغيرة عن طريق اتحاد حبيبات الغبار الأكبر والأكبر بشكل متزايد ، ثم الصخور وما إلى ذلك حتى تتكون الكواكب الأرضية.	**يبدأ المشاركون الذين يمثلون الغبار الذي يشكل الكواكب الأرضية في التجمع معًا.** **توضيح: ليس كل الغبار يبقى على الكواكب الأرضية ، يجب أن يكون هناك بعض الغبار في المناطق الأبعد.**

النشاط الأول: تكوين نظام الكواكب من الغاز والغبار

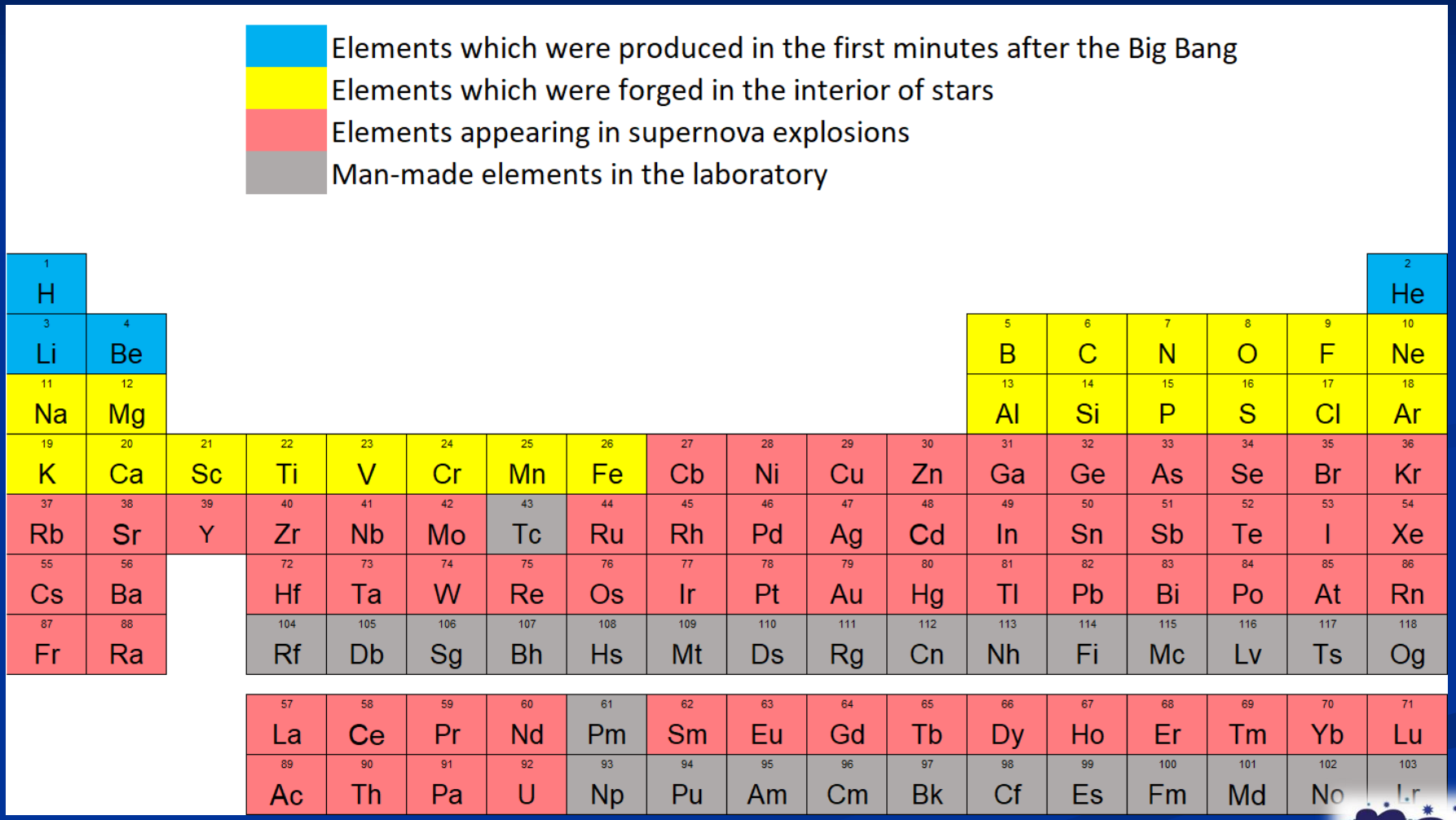
نص القصة:	أداء المشاركين:
تشكلت الكواكب العملاقة بعيدًا عن حرارة الشمس أو النجم المركزي حيث يمكن للغاز أن يتجمع دون عائق.	بقية ، الكواكب العملاقة ، تبدأ في التجمع: الكثير من الغاز وبعض الغبار. توضيح: انخفاض درجة الحرارة يرجع الى المسافة الكبيرة مع الشمس أو النجم الأم مما سبب الاختلافات الرئيسية بين الكواكب الصخرية الداخلية والعمالقة الخارجية.

النشاط الأول: تكوين نظام كوكبي من الغاز والغبار

النشاط 2: طيف الانبعاث

يسمح لنا التحليل الطيفي بمعرفة بعض المعلومات حول التركيب الكيميائي للكواكب الخارجية وأغلفتها الجوية. يمكننا رؤية طيف المصباح الكهربائي باستعمال قرص DVD (نرى خطوط الغازات التي يحتوي عليها).

الجوانب الكيميائية لتطور النجوم



النشاط 3: تصنيف الجدول الدوري

ضع في كل سلة غرض (أزرق ، أصفر ، أحمر)

خاتم: الذهب Au	مثقاب مطلي بـ: التيتانيوم Ti	غاز داخل بالون طفل: هيليوم Hi	فرشاة تنظيف الأواني:
بطارية الجوال / الزر: ليثيوم Li	شمعات احتراق السيارة: البلاتين Pt	الأسلاك النحاسية الكهربائية: النحاس Cu	محلول اليود: اليود I
زجاجة ماء :H2O الهيدروجين H	مقلاة الطبخ القديمة: المنيوم Al	الرصاص لقلم الرصاص الأسود الرصاص: الجرافيت C	الكبريت للزراعة: الكبريت S
علبة مشروب غازي: المنيوم Al	ساعة المعصم التيتانيوم Ti	ميدالية: الفضة Ag	أنابيب: الرصاص Pb
مبراة الزنك: زنك Zn	مسمار قديم صدئ: الحديد Fe	ميزان الحرارة: الغاليوم Ga	علبة الثقاب: الفوسفور P

العناصر التي تم إنشاؤها في الدقائق الأولى بعد الانفجار العظيم (أزرق)

العناصر المتكونة داخل النجوم (أصفر)

العناصر التي تظهر في انفجارات المستعر الأعظم (أحمر)

النشاط 3: تصنيف الجدول الدوري

ضع في كل سلة غرض (أزرق ، أصفر ، أحمر)

خاتم: الذهب Au	مثقاب مطلي بـ: التيتانيوم Ti	غاز داخل بالون طفل: هيليوم He	فرشاة تنظيف الأواني نيكل Ni
بطارية الجوال / الزر: ليثيوم Li	شمعات احتراق السيارة: البلاتين Pt	الأسلاك النحاسية الكهربائية: النحاس Cu	محلول اليود: اليود I
زجاجة ماء :H2O الهيدروجين H	مقلاة الطبخ القديمة: المنيوم Al	الرصاص لقلم رصاص أسود: الجرافيت C	الكبريت للزراعة: الكبريت S
علبة مشروب غازي: المنيوم Al	ساعة المعصم التيتانيوم Ti	ميدالية: الفضة Ag	أنابيب: الرصاص Pb
مبراة الزنك: زنك Zn	مسمار قديم صدئ: الحديد Fe	ميزان الحرارة: الغاليوم Ga	علبة الثقاب: الفوسفور P

عناصر بيغ بانغ (أزرق)

العناصر داخل النجوم (أصفر)

العناصر في المستعر الأعظم (أحمر)

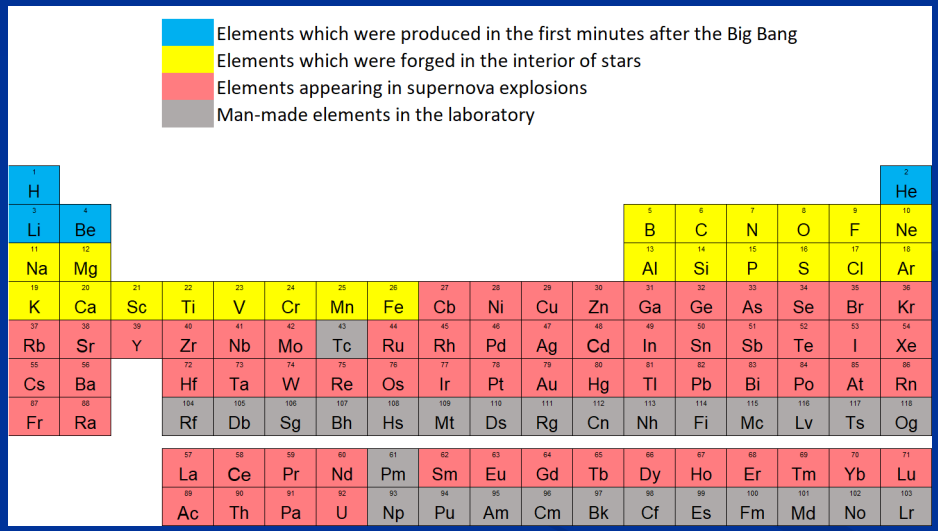
النشاط 4: أطفال النجوم

تكوين جسم الانسان:

العناصر الوفيرة: الأكسجين, الكربون, الهيدروجين, النيتروجين, الكالسيوم, الفوسفور, البوتاسيوم, الكبريت, الحديد, الصوديوم, الكلور والمغنيسيوم.

العناصر النادرة: الفلور, الزنك والنحاس, السيليكون والفاناديوم والمنغنيز, اليود والنيكل والموليبدينوم, الكروم و الكوبالت

العناصر الأساسية: الليثيوم, الكادميوم والزرنيخ والقصدير.



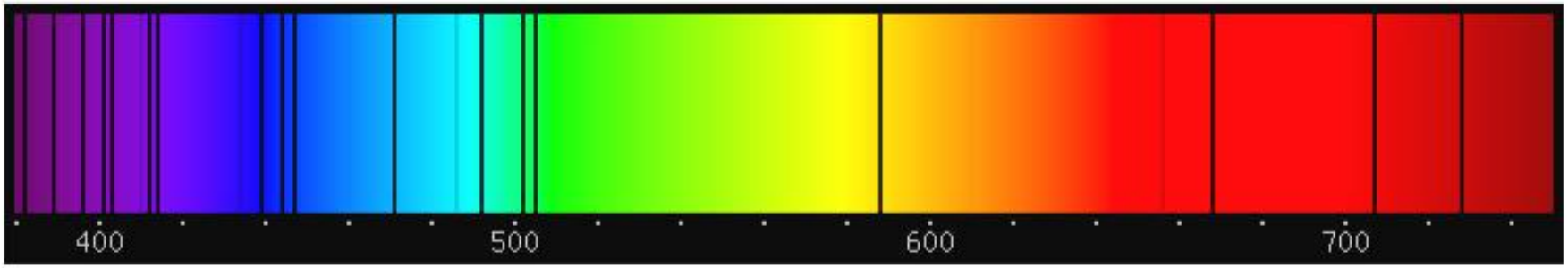
تم إنتاج جميع العناصر الوفيرة داخل النجوم.

باستثناء (H)

نحن أطفال النجوم !!!!

الشمس ليست من نجوم الجيل الأول

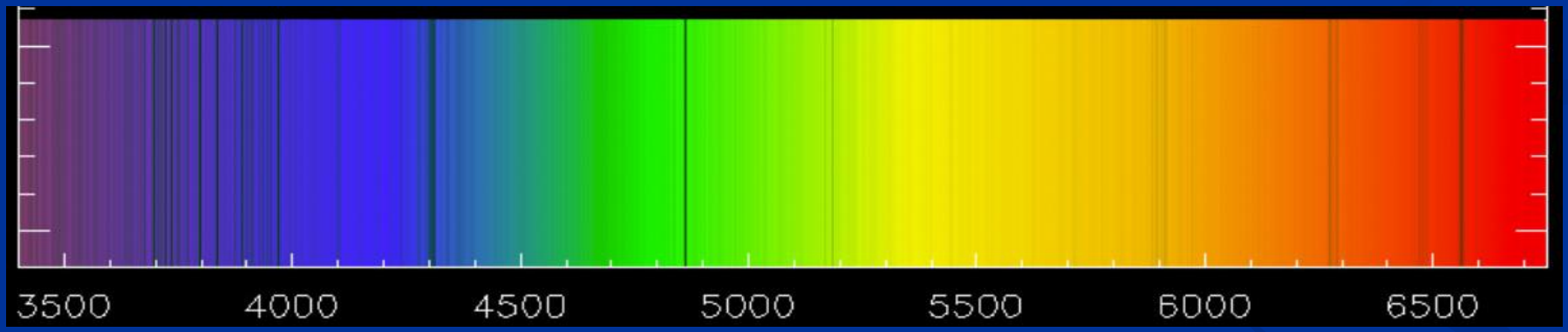
عاشت نجوم الجيل الأول سريعًا وماتت صغارًا ولم يبقوا على قيد الحياة حتى الى يومنا هذا. فقط الهيدروجين, الهيليوم وربما خطوط الليثيوم تكون مرئية.



طيف الجيل الأول (انطباع الفنان).

الشمس ليست من نجوم الجيل الأول

النجوم ذات العناصر الأكثر تفصيلاً تعني أن سحابتهم الأولية نشأت من بقايا انفجار لمستعر أعظم.

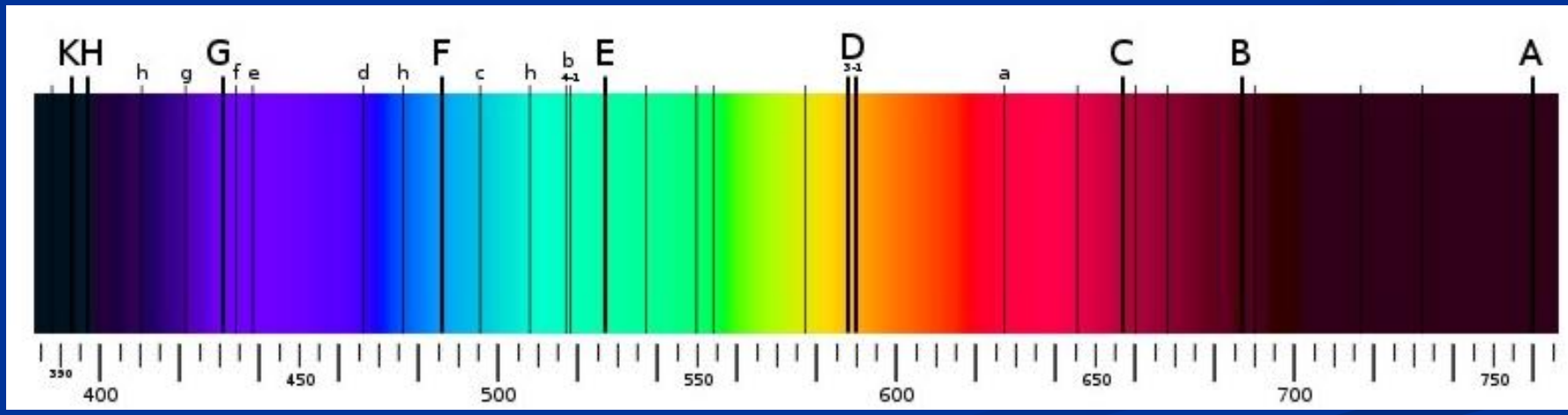


طيف الجيل الثاني.

خطوط الهيدروجين والكربون SMSS J031300.36-670839.3

الشمس ليست من نجوم الجيل الأول

في النظام الشمسي ، يتم الكشف عن العديد من العناصر التي تنشأ بعد الانفجار الأعظم. لذلك من المحتمل أن تكون الشمس قد تشكلت من سحابة أولية تتوافق مع بقايا انفجارين عظيمين على الأقل ، أي أنها نجم من الجيل الثالث.

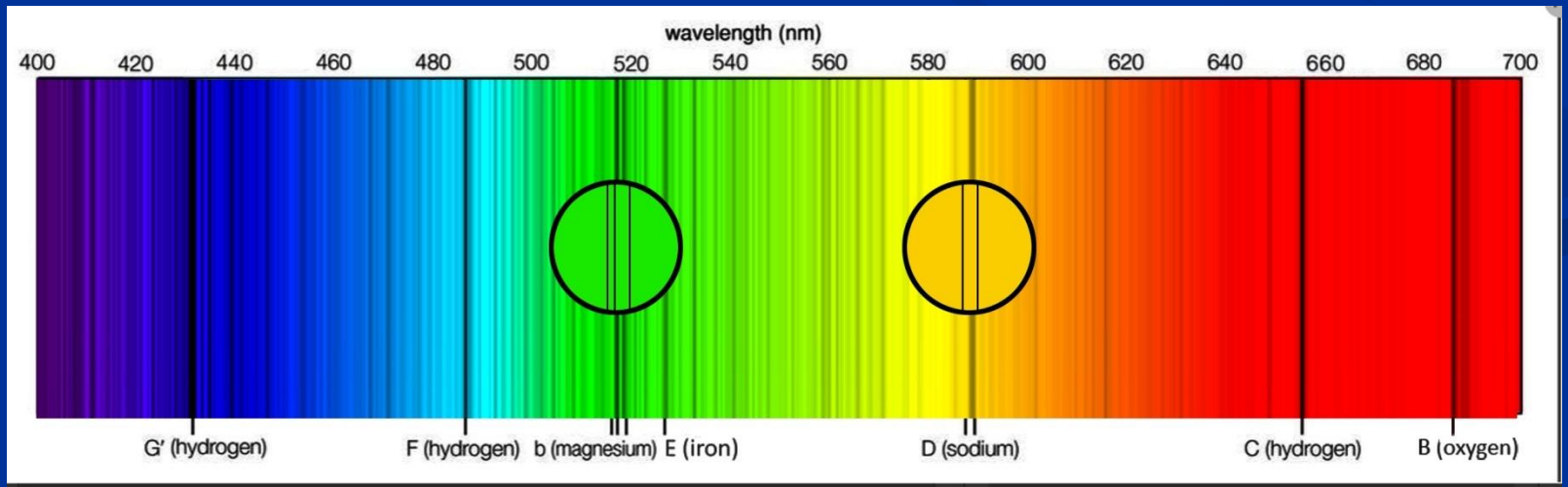


طيف الشمس. بخطوط طيفية مختلفة

النشاط 5: خطوط فراونهوفر (Fraunhofer) للشمس

طيف الشمس مستمر، مع وجود خطوط داكنة تسمى خطوط فراونهوفر، والتي تتوافق مع العناصر الكيميائية الموجودة في غلافها الجوي.

يمكن رؤيتها بالعين المجردة في انعكاس ضوء الشمس على قرص DVD لوحظت العديد من خطوط الحديد ، ثلاثي المغنيسيوم (باللون الأخضر)، وثنائي الصوديوم (باللون الأصفر).



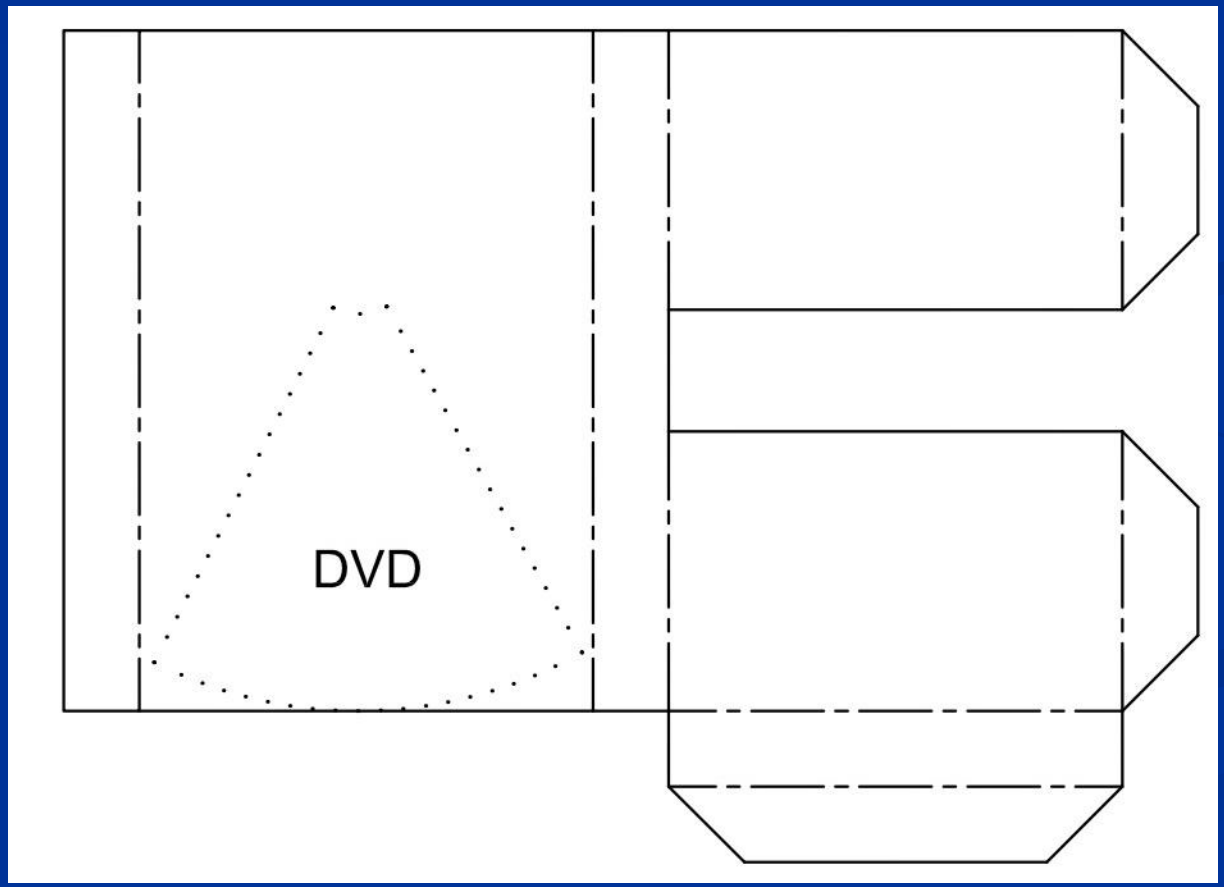
النشاط 5: خطوط فراونهوفر (Fraunhofer) للشمس

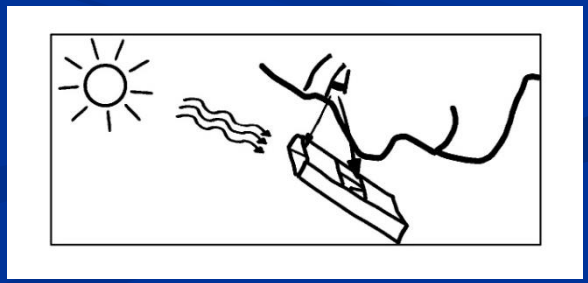
لرؤية خطوط Fraunhofer، عليك مواجهة الشمس ، مع قرص DVD أفقيًا ، وإحضار وجهك على بعد حوالي 5 سم من قرص DVD، ووضع عينك فوق الفتحة المركزية للقرص DVD

في هذا الموضع ، ترى ألوان انعكاس الشمس بالقرب من حافة قرص DVD بجوار جسمك.

النشاط 5: خطوط فراونهوفر للشمس

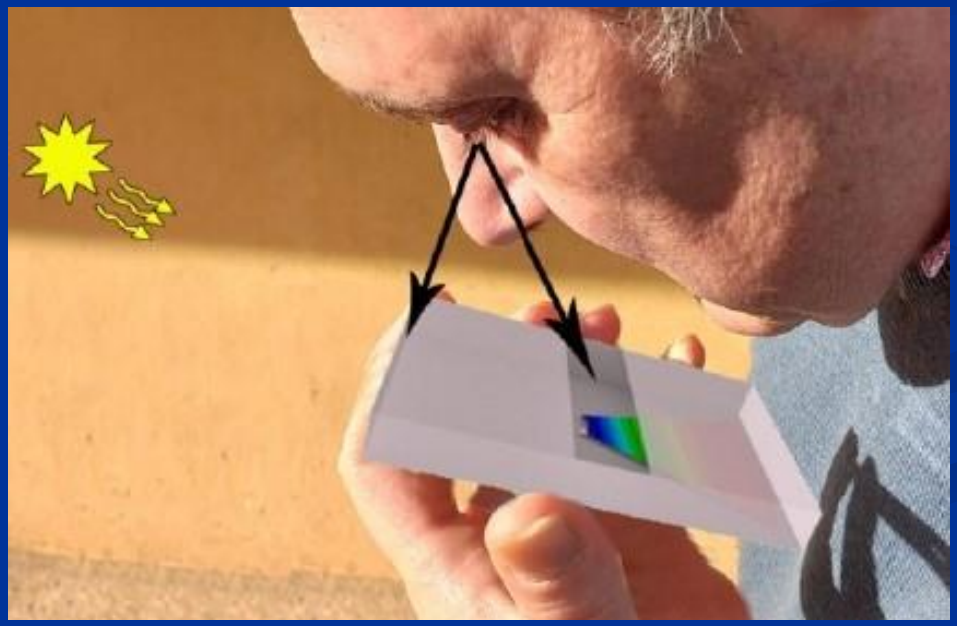
قم بقص القالب، وألصق 1/8 من قرص DVD وقم بتجميع الصندوق مع وجود قرص DVD بداخله، ثم قم بطيه على طول الخطوط المنقطة.





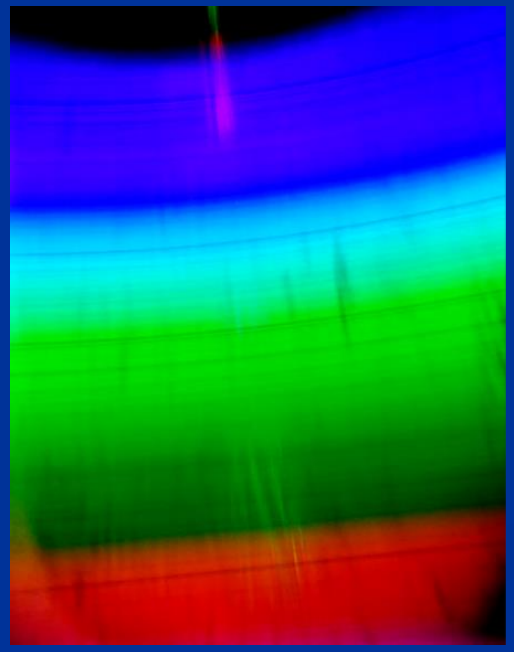
النشاط 5: خطوط فراونهوفر للشمس

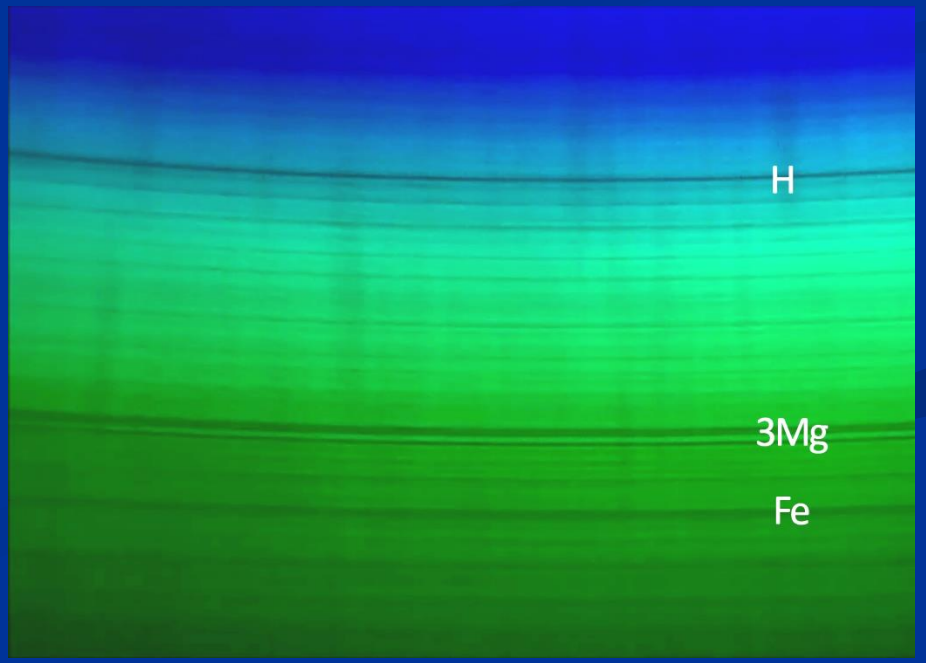
اخرج في يوم مشمس وواجه الشمس. ضع الصندوق أمام وجهك بحيث تكون الحافة العلوية في مستوى العين، كما هو واضح في الصورة. بالنظر إلى قرص DVD بالداخل، تحرك ببطء حتى ترى انعكاسًا شعاعيًا ساطعًا ومتعدد الألوان للشمس على قرص DVD.



النشاط 5: خطوط فراونهوفر للشمس

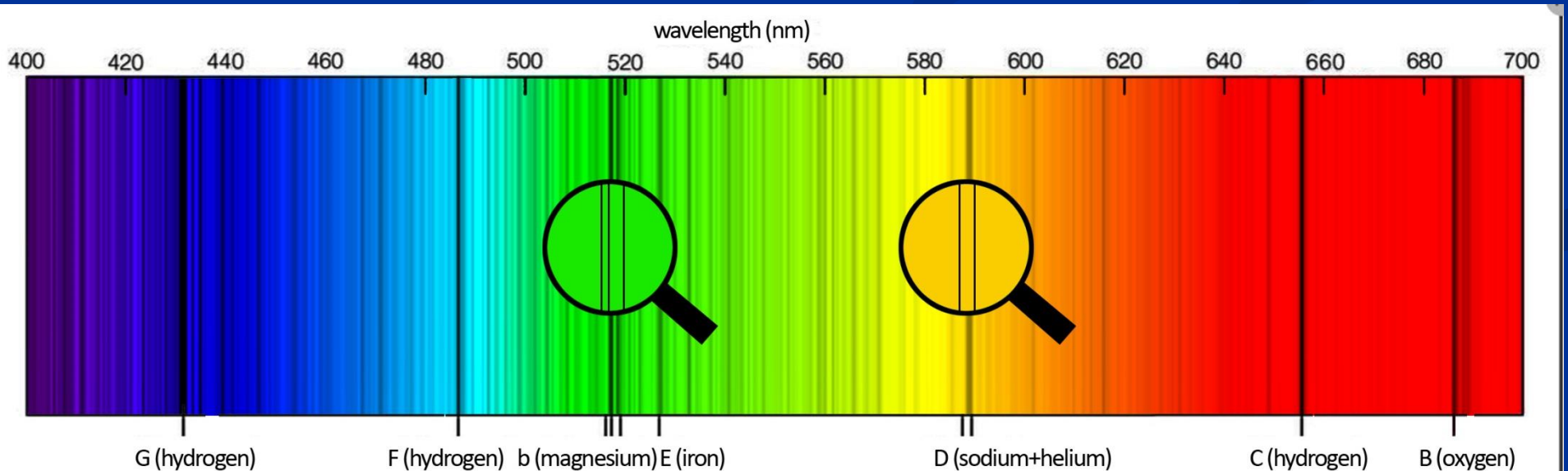
قرّب وجهك من الصندوق، وانظر دائمًا إلى الانعكاس الذي سيظهر بشكل أوسع. عندما تكون عينك على وشك لمس النافذة، سترى خطوطًا سوداء رفيعة وحادة في منطقة الألوان. وهي الخطوط الطيفية للعناصر الكيميائية الموجودة في الشمس.





النشاط 5: خطوط فراونهوفر للشمس

يمكن رؤية العديد من الخطوط، بعضها أكثر كثافة من غيرها. الخط الرئيسي الذي يظهر باللون الأزرق يأتي من الهيدروجين، وباللون الأخضر يمكنك رؤية ثلاثة خطوط متقاربة جدًا بشكل جيد للغاية، وهي الثلاثي للمغنيسيوم، وشريط آخر منفصل يأتي من الحديد. في الجزء الأصفر يمكنك رؤية شريط مزدوج، وهو من الهيليوم والصوديوم. في الجزء الأحمر يمكنك رؤية الهيدروجين المكثف.



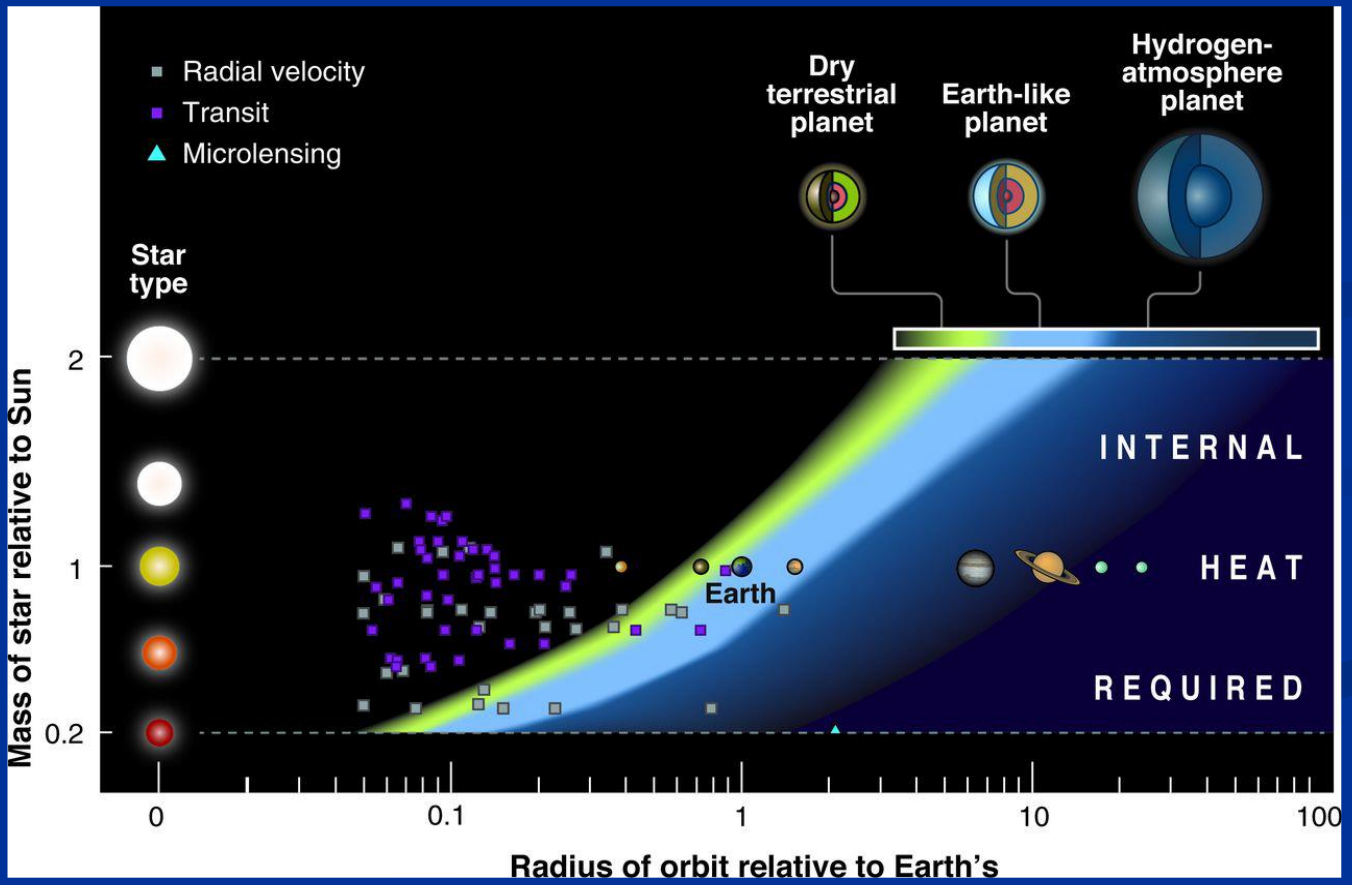
منطقة الصالحة للحياة

منطقة الصالحة للحياة هي المنطقة المحيطة بالنجم التي يسمح فيها تدفق الإشعاع على سطح كوكب صخري بوجود الماء السائل.
(يُفترض أن الحياة القائمة على الكربون تحتوي على ماء سائل).

يحدث عادةً في أجسام ذات كتلة تتراوح بين 0.5 و 10 م وضغط جوي أكبر من 6.1 ملي بار ، وهو ما يقابل النقطة الثلاثية للماء عند درجة حرارة 273.16 كلفن (عندما يتعايش الماء على شكل جليد ، سائل وبخار).

المنطقة الصالحة للحياة

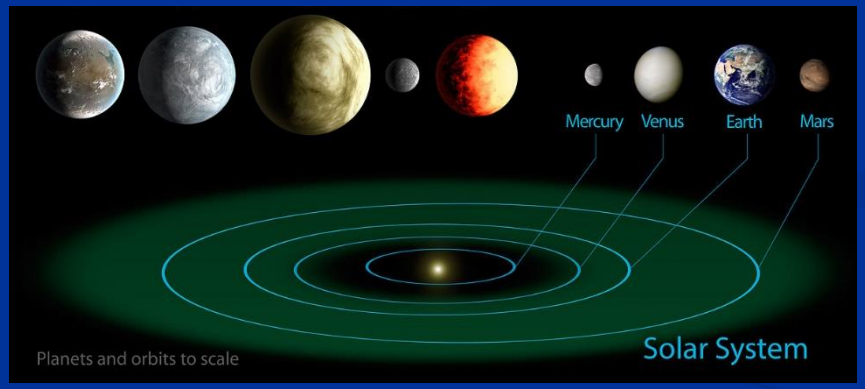
تعتمد المنطقة الصالحة للحياة على كتلة النجم. إذا كانت الكتلة أكبر ، فإن درجة الحرارة والسطوع تزدادان وبالتالي تصبح منطقة القابلة للحياة بعيدة بشكل متزايد.



شروط أخرى لقابلية الحياة

تعد المسافة المدارية للكوكب التي تضعه في منطقة صالحة للسكن شرطًا ضروريًا ، ولكنها ليست كافية لكوكب لاحتضان الحياة.

مثال: كوكب الزهرة والمريخ.



يجب أن تكون كتلة الكوكب كبيرة بما يكفي حتى تتمكن جاذبيتها من الاحتفاظ بالغلاف الجوي.

هذا هو السبب الرئيسي لعدم كون المريخ صالحًا للسكن في الوقت الحاضر ، لأنه فقد معظم غلافه الجوي وجميع المياه السطحية ، التي كانت موجودة في أول مليار سنة له.

النشاط 6: الماء السائل على المريخ؟

الضغط الجوي ضعيف على المريخ (0.7٪ من ضغط الأرض). على الرغم من هذا الضغط المنخفض ، تشكل المياه غيومًا عند قطبي الكوكب. ولكن لماذا المريخ لا يحتوي على ماء سائل على سطحه؟

نضع داخل الحقنة ماء ساخن قريب من الغليان

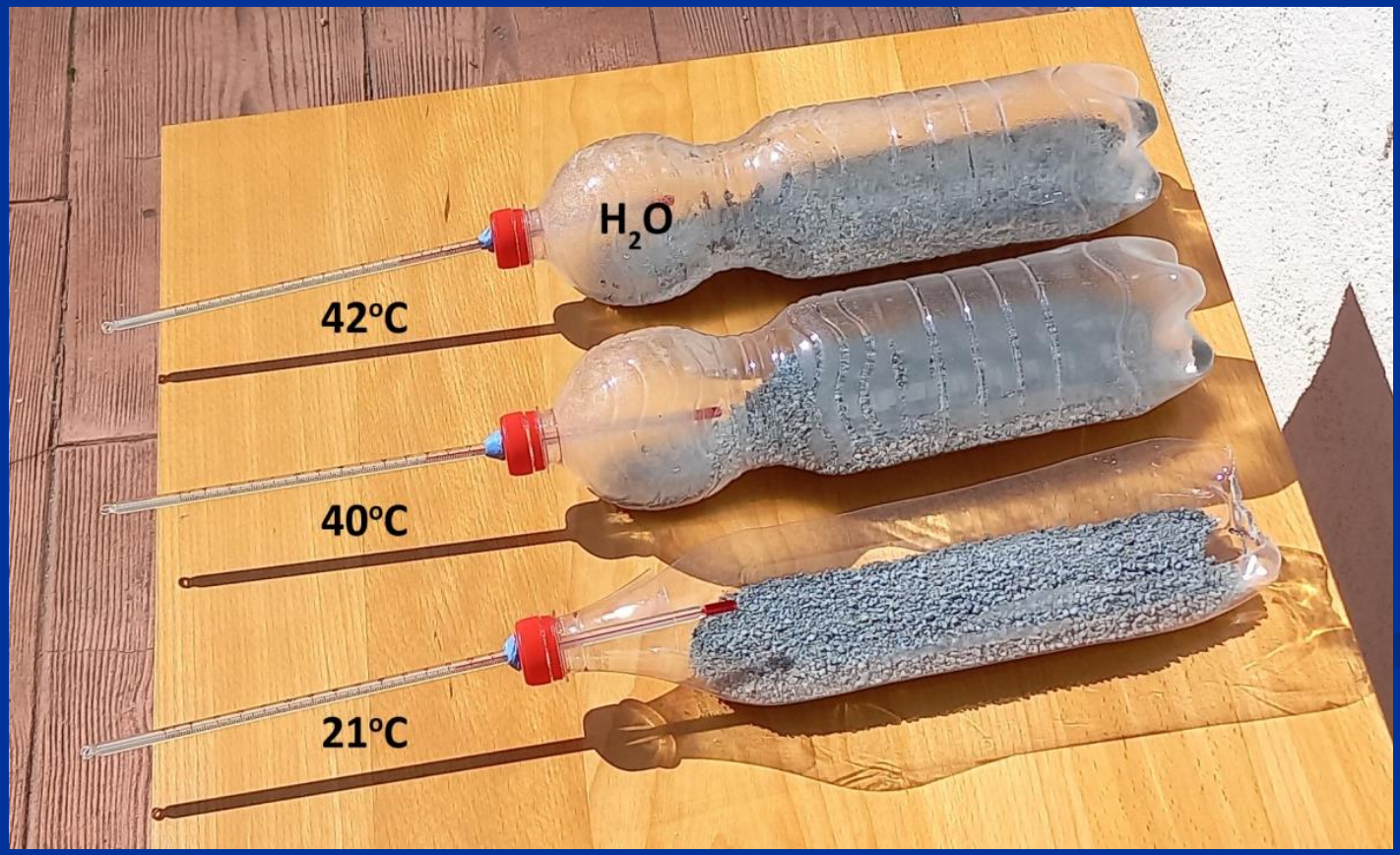
إذا سحبنا المكبس ، ينخفض الضغط الداخلي ويبدأ الماء في الغليان ، ويصبح بخارًا ويختفي تدريجياً. لمحاكاة ضغط المريخ ، يجب أن يكون لدينا حقنة طويلة جدًا وسحب المكبس حتى 9 أمتار.

النشاط 7: تأثير الاحتباس الحراري

وضعنا تراب قاتم داخل زجاجتين بلاستيكيتين فارغتين، وفي زجاجة ثالثة إلا ان هذه الأخيرة نقصها بالطول بالطول إلى نصفين. أدخلنا محرار في سدادة كل زجاجة. الزجاجة المقطوعة تحاكي الكوكب بدون غيوم، أما زجاجة كاملة أولى فتحاكي الكوكب بالسحب، وفي آخر زجاجة نضع بضع قطرات من الماء بداخلها لمحاكاة الغلاف الجوي ببخار الماء.

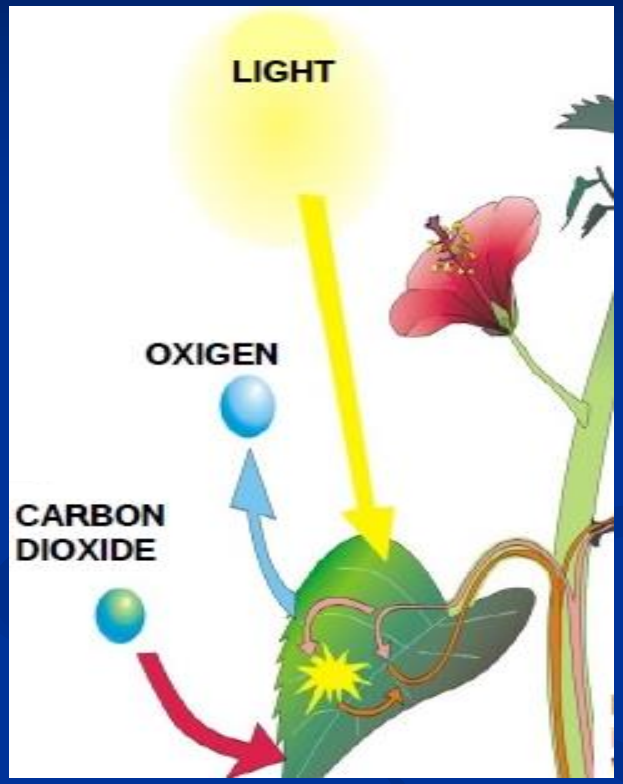
النشاط 7: تأثير الاحتباس الحراري

نضع الزجاجات في الشمس ونقيس درجة الحرارة بالداخل كل 5 دقائق.
نكتب القياسات لتحديد كيفية تأثير تأثير الاحتباس الحراري.



التركيب الضوئي: إنتاج الأكسجين

التركيب الضوئي هو العملية التي تستخدم فيها النباتات وبعض البكتيريا ضوء الشمس لإنتاج **الجلوكوز والكربوهيدرات والأكسجين** من ثاني أكسيد الكربون والماء.

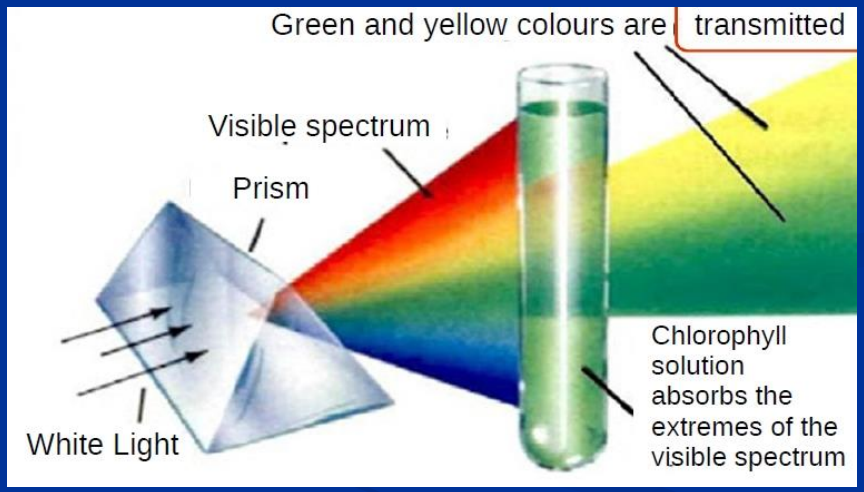


جزيئات تسمى **أصباغ التركيب الضوئي تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.**

التركيب الضوئي: لماذا الأوراق خضراء؟

يمكن للنبات أن يستخدم الضوء الذي يمتصه في تفاعلات كيميائية مختلفة، بينما تحدد الأطوال الموجية المنعكسة للضوء لون الصبغة التي ستظهر للعين.

إحدى مجموعات أصباغ التركيب الضوئي هي الكلوروفيل التي عادةً ما يكون لها نوعان من الامتصاص في الطيف المرئي، أحدهما في المنطقة الزرقاء (500-400 نانومتر) والآخر في المنطقة الحمراء (700-600 نانومتر).



ومع ذلك فهي تعكس الجزء الأوسط من الطيف الذي يتوافق مع اللون الأخضر (600-500 نانومتر).

التركيب الضوئي: إنتاج الأكسجين

تضيء الأصباغ وتنقل إلكتروناتها التي يثيرها الضوء. فالماء هو مانح الالكترونات التي تقفز من جزيء إلى آخر **والنتيجة النهائية هي إنتاج الأكسجين عندما تتحلل جزيئات الماء.** هذه هي المرحلة المضيئة من عملية التركيب الضوئي.

يتم إنتاج الكربوهيدرات أو السكريات في المرحلة المظلمة. الضوء ليس ضروريًا لهذا الجزء.

نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

استخدم إثنين من الأوعية الزجاجية الشفافة وضع ورق السيلوفان الأزرق والأحمر في نهايتها.

نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

بمساعدة مثقبة ، قم بقطع أقراص من صفائح موحدة (السبانخ أو السلق مع تجنب الأوردة). ضع 10 أقراص في كل وعاء.

نشاط 5: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

تحضير محلول من بيكربونات الصوديوم 25 جم / 1 لتر ماء. نضع 20 مل منه في كل زجاجة.

تشريب أقراص الأوراق بمحلول البيكربونات. نضع الأقراص في حقنة 10 مل واسحب في محلول البيكربونات حتى يتم تعليق الأقراص.

نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

قم بإزالة الهواء الذي دخل قدر الإمكان ، وأبق سوى الأقراص المعلقة في البيكربونات.

قم بإغلاق نهاية الحقنة بإصبعك وامتصاصها بإحكام ، في محاولة لعمل فراغ ، بحيث يتم استبدال الهواء في الفراغات الداخلية لأنسجة النبات بمحلول البيكربونات الذي سيكون مصدرًا متاحًا للكربون ، بالقرب من الهياكل الضوئية للورقة .

نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

ضع أقراص الأوراق في كل وعاء. قم بتغطية كل الاوعية بورق السيلوفان الأحمر والأزرق.

ضع مصباحًا فرديًا (لا يقل عن 70 واط) فوق كل وعاء (مع تغطيته بالورق). كل الأضواء على نفس المسافة.

نفضل اضاءة LED لأن الآخرين يبعثون الطاقة على شكل حرارة.

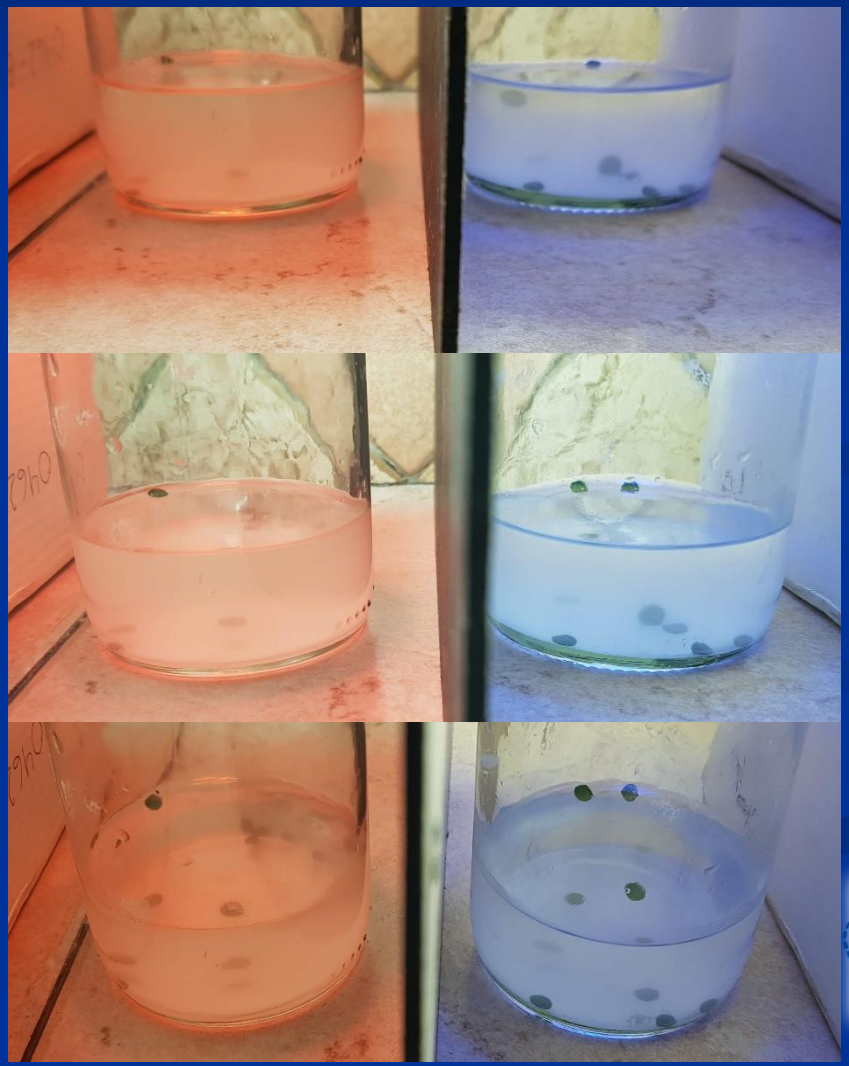
نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

عند تشغيل الضوء والبدء في تسجيل وقت طفو الأقراص.

إنه مقياس غير مباشر لمعدل (سرعة) التركيب الضوئي.

نشاط 8: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

انتظر حوالي 5 دقائق
وستبدأ الأقراص في الارتفاع
(حسب قوة الأضواء
وبعدها).



نشاط 9: إنتاج الأكسجين عن طريق التركيب الضوئي

تبدأ الأقراص في الطفو أثناء إطلاقها الأكسجين على شكل فقاعات تساعدها في الطفو.

تختلف الأوقات ، اعتمادًا على لون الضوء: إنه أسرع بالنسبة للضوء الأزرق (إنه مكون الطاقة العالية للإشعاع الكهرومغناطيسي، وهو الأكثر كفاءة في العملية)

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

الخميرة (الفطريات) تحول السكر (الجلوكوز) إلى كحول إيثيلي أو إيثانول وثاني أكسيد الكربون.

التخمر هو عملية منخفضة الكفاءة في استخدام الطاقة، في حين أن التنفس أكثر فعالية من حيث التكلفة وأحدث من وجهة نظر تطورية.

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

إذا لوحظ وجود ثاني أكسيد الكربون ، فسنعلم أنه كان هناك تخمر، وبالتالي تم اختبار إمكانية الحياة.

في جميع حالات تجربتنا نبدأ من محصول يوجد فيه الماء.

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

سوف نستخدم:

1 ملعقة خميرة كبيرة (لصنع الخبز). إنه كائن حي دقيق من السهل الحصول عليه ،

1 كوب من الماء الدافئ (ما يزيد قليلاً عن نصف كوب بين 22 و 27 درجة مئوية)،

ملعقة كبيرة من السكر يمكن أن تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة.

تم تطوير نفس الإجراء في تجربة التحكم والتجارب الأخرى في ظل ظروف قاسية.

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

تجربة التحكم:

نقوم بإذابة الخميرة والسكر في كوب ماء دافئ. يتم وضع الخليط الذي تم الحصول عليه بسرعة في كيس بلاستيكي محكم الإغلاق، وإزالة كل الهواء الذي بداخله وإغلاقه.

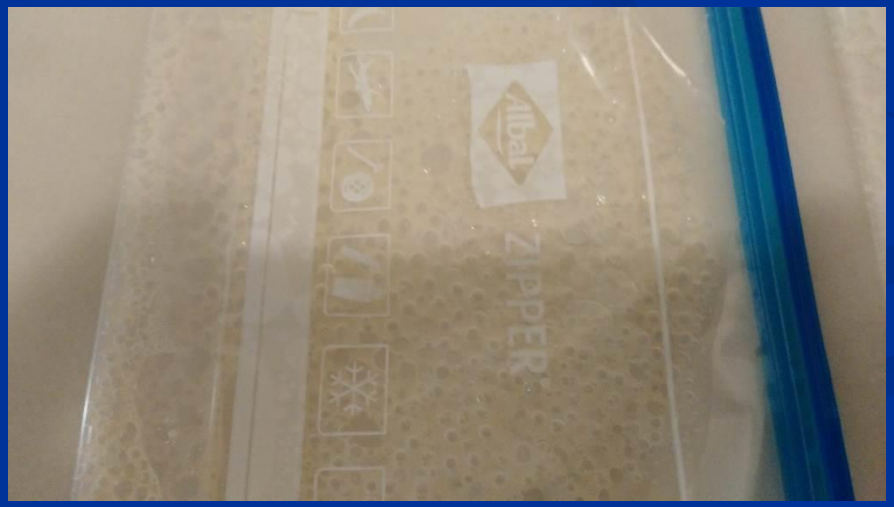
من المهم عدم ترك أي هواء داخل الكيس.

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

تجربة شاهدة

بعد 15-20 دقيقة نرى فقاعات ثاني أكسيد الكربون في الكيس المنتفخ.

يدل وجود فقاعات ثاني أكسيد الكربون على أن الكائنات الحية الدقيقة على قيد الحياة.



النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

التجريب على "كوكب قلوي"

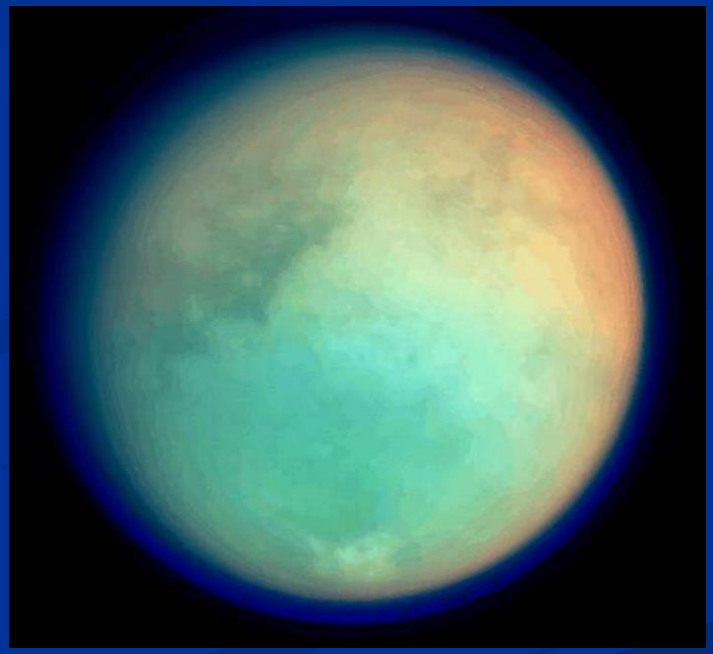
(على سبيل المثال نبتون أو تيتان مع الأمونيا):

كرر التجربة مع بيكربونات الصوديوم أو الأمونيا

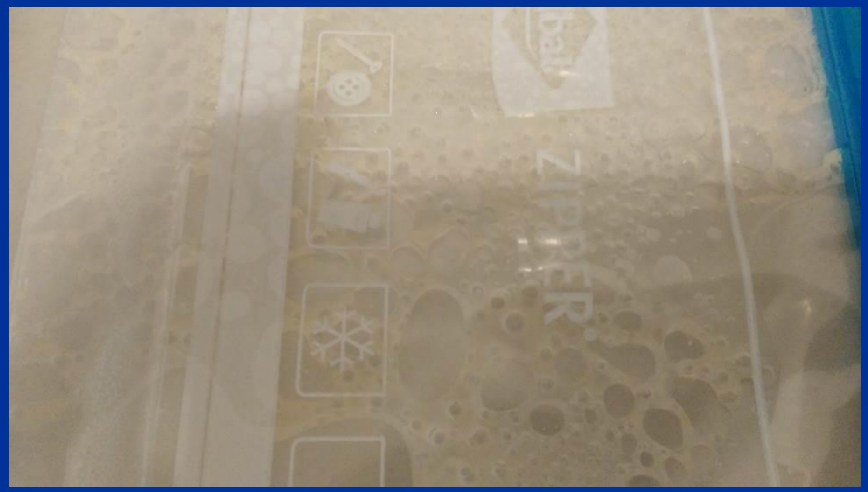
المقاييس القلوية :Ph

بيكربونات الصوديوم أو صودا الخبز: Ph 8.4

الأمونيا محلية الصنع: 11Ph



Titan, Credit NASA



توجد حياة إذا كانت هناك فقاعات

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

التجريب على "كوكب ملحي"
على سبيل المثال المريخ أو جانيميد).
كرر التجربة بإذابة كلوريد الصوديوم (الملح الشائع) في الماء.

Ganimede, Credit NASA

توجد حياة إذا كانت هناك فقاعات

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

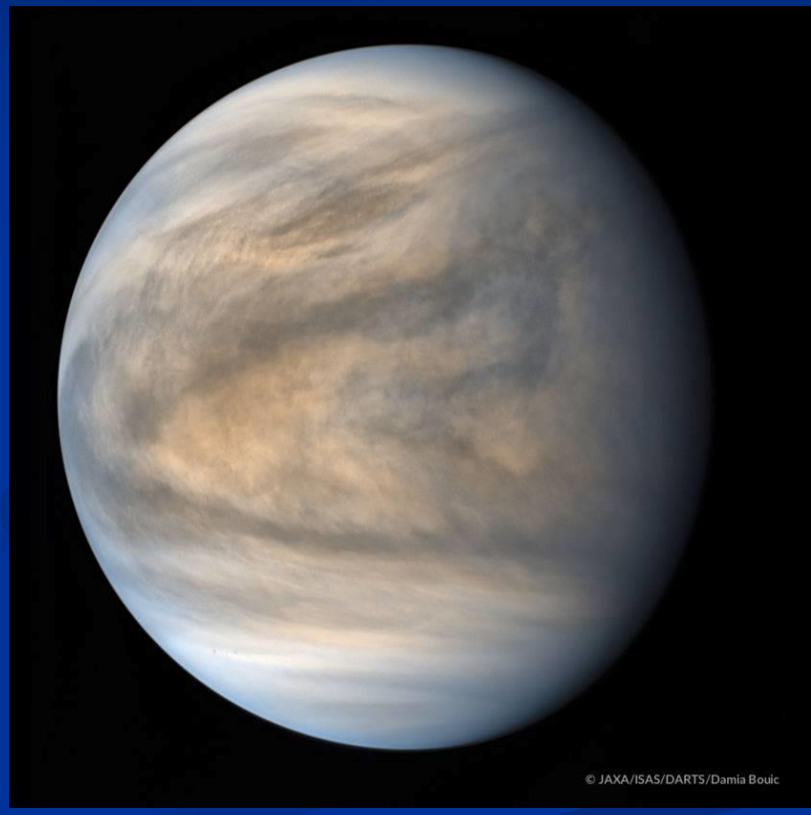
التجربة على "الكوكب الحمضي"

(مثل الزهرة التي بها أمطار كبريتية): كرر إذابة الخل أو عصير الليمون في الوسط المائي.

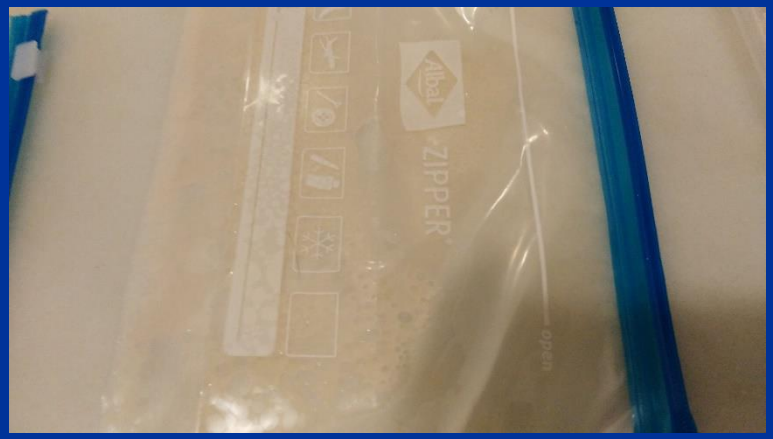
جداول ph الحمض :

الخل: 2.9 Ph

عصير الليمون: 2.3 Ph



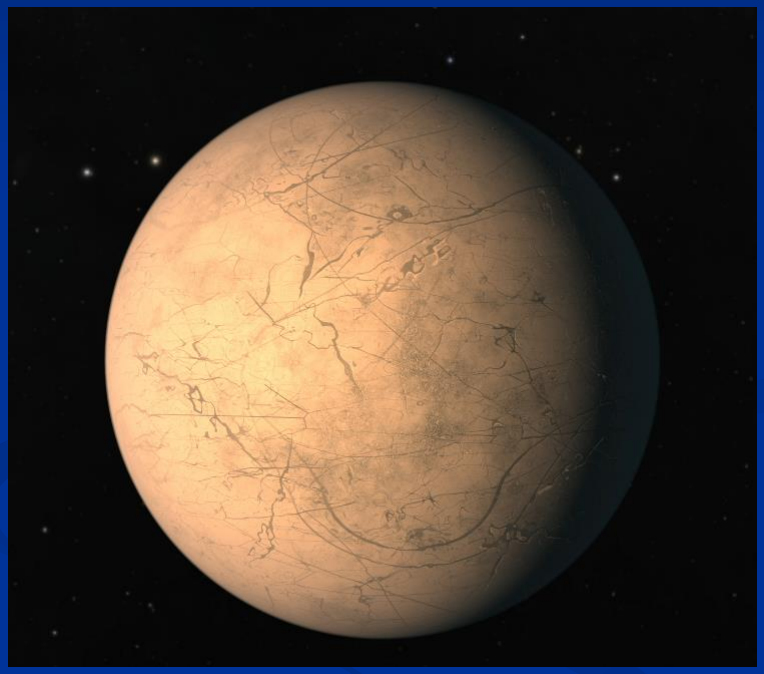
Venus, Credit NASA



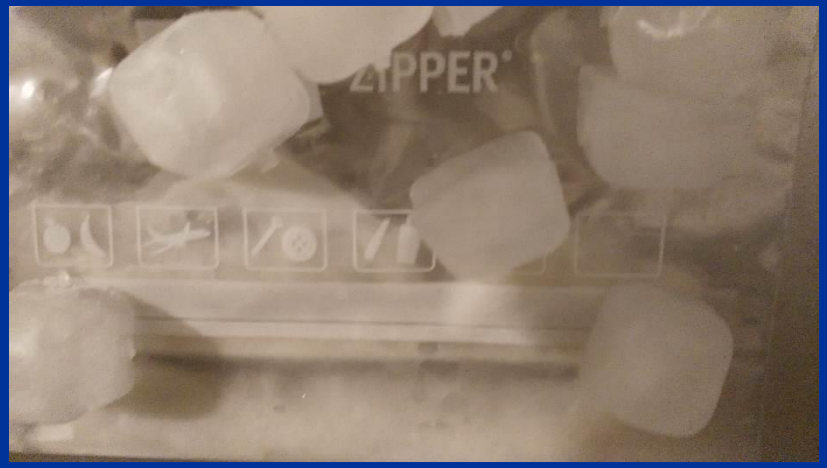
توجد حياة إذا كانت هناك فقاعات

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

التجربة على "كوكب جليدي" (مثل أوروبا أو ترابيست 1-h):
ضع الكيس في وعاء مليء بالثلج أو استخدم المجمد.



Trappist 1h Artist's impression



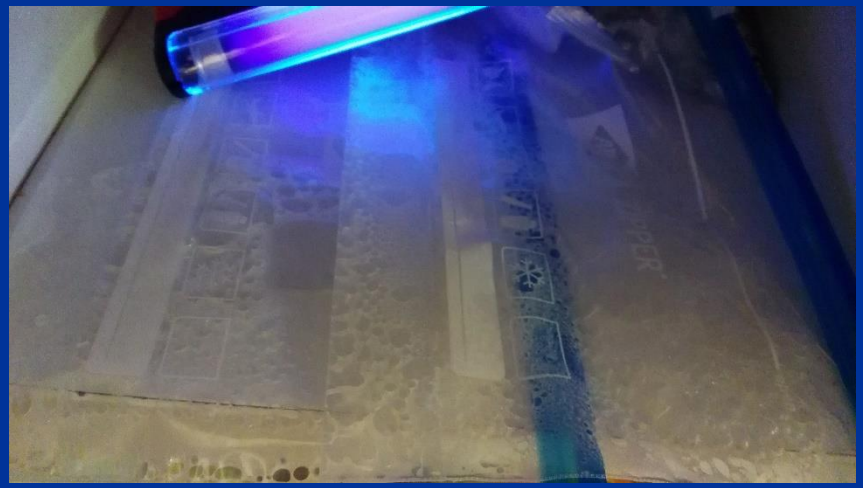
إذا لم تكن هناك فقاعات فلا حياة

النشاط 9: الحياة في ظروف قاسية

التجربة على "كوكب مع الأشعة فوق البنفسجية"

(مثل المريخ)

قم بإجراء التجربة ولكن مع الكيس تحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية



Marte, Credit iStock

إذا لم تكن هناك فقاعات فلا حياة

النشاط 10: البحث عن أرض ثانية

الأرض هي الكوكب الوحيد المعروف بالحياة. دعونا نبحث عن كوكب خارج المجموعة الشمسية بظروف مماثلة. لكن ما هي المعايير المهمة؟

- نصف القطر وكتلة الكوكب (خارج المجموعة الشمسية)
- منطقة صالحة للحياة
- كتلة النجم المضيف

نصف القطر والكتلة (كوكب خارج المجموعة الشمسية)

يجب مراعاة نصف قطر وكتلة الكوكب لتقييم كثافة مناسبة.

باستخدام معايير مهمة كبلر:
يجب أن يكون نصف قطر الكواكب بحجم الأرض أقل من نصف قطر الأرض. $R<2Re$
10 كتل الأرض تعتبر الحد الأعلى للكواكب فوق الأرض
$M<10Me$

المنطقة الصالحة للحياة

النجوم المتسلسلة الرئيسية لها علاقة مباشرة بين السطوع ودرجة الحرارة. كلما كانت درجة حرارة السطح أكثر سخونة ، كان النجم أكثر إشراقًا وكلما كانت المنطقة الصالحة للسكن أبعد.

النوع الطيفي	درجة الحرارة K	منطقة السكن AU
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

كتلة النجم المضيف

يعتمد تطور النجم وحياته على كتلته. تتناسب الطاقة التي يمكن أن يحصل عليها النجم من اندماج الهيدروجين مع كتلته. **ويتم الحصول على وقت التسلسل الرئيسي بقسمة لمعان النجم.** باستخدام الشمس كمرجع ، فإن حياة النجم في التسلسل الرئيسي هي:

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

بالنسبة للتسلسل الرئيسي ، يتناسب اللمعان مع الكتلة وفقًا لـ

$$L \alpha M^{3.5}$$

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

كتلة النجم المضيف

وبالتالي $t*/ts=(Ms/M*)2.5$

مثل حياة الشمس $tS=1010$ سنة

عمر النجم هو: $t*\sim1010\cdot(Ms/M*)2.5$ سنة

دعونا نحسب الحد الأعلى لكتلة النجم بحيث يكون وقت الإقامة في التسلسل الرئيسي 3×10^9 سنوات على الأقل لإعطاء وقت لتطور الحياة.

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

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

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

البحث عن الأرض الثانية

اسم كوكب خارج المجموعة الشمسية	الكتلة في كتل من الأرض	نصف القطر في نصف قطر الأرض	المسافة إلى نجمة في AU	كتلة النجوم في كتل الشمس	نوع الطيف النجمي / درجة حرارة السطح
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

البحث عن الأرض الثانية

اسم كوكب خارج المجموعة الشمسية	الكتلة في كتل من الأرض	نصف القطر في نصف قطر الأرض	المسافة إلى نجمة في AU	كتلة النجوم في كتل الشمس	نوع الطيف النجمي / درجة حرارة السطح
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

الخلاصة

- التعرف على مفهوم منطقة صالحة للحياة.
- تقديم مفاهيم علم الأحياء الفلكي.
- اظهار كيفية توليد الأكسجين والحصول على ثاني أكسيد الكربون.
- كيفية تحديد موقع الأرض الثانية.

شكرا جزيلا لكم على انتباهكم!