

الكون في جعبتي

نحن أبناء النجوم

غرا زينا ستاسينسكا
(Grażyna Stasińska)
من مرصد باريس



تتكون أجسامنا من ماء بنسبة (63%) بروتينات (20%)، دهون (10%) سكريات (2%) ومعادن أخرى مختلفة (5%).

تطورت مادة الكيمياء في نهاية القرن الثامن عشر، و في ذلك الوقت كل ما كنا نعلمه أن جميع هذه المواد متكونة من جزيئات معقدة و التي بدورها تحتوي على ذرات الهيدروجين والكربون والأكسجين وعناصر أخرى بكميات أقل.

و هي نفس العناصر الموجودة في النباتات، في أديم الأرض وفي الغلاف الجوي.

و باستخدام التحليل الطيفي، أظهر الفلكيون أن هذه العناصر توجد أيضاً في النجوم. ولكن لم ينجح علماء الفلك حتى منتصف القرن العشرين في فهم أصل هذه العناصر واكتشاف الصلة الوثيقة جدا التي تربطنا بالنجوم.

تعتبر **الذرات** المكونات الأساسية للمادة. وهي تتكون من **نواة** (تحتوي على بروتونات ونيوترونات) ومن **الإلكترونات**. تتحد الذرات في جزيئات عن طريق تبادل الإلكترونات. وتتكون خلايا جسم الإنسان من بلايين **الجزيئات**.

تاريخ الاصطناعي النووي النجمي:

نشر روبرت ديسكورت أتكينسون أ مقاله "التركيب الذري والطاقة النجمية" في عام 1931. وحدد هانز بيث ب في عامي 1938 و 1939 الأليتين اللتين تحولان الهيدروجين إلى هيليوم في النجوم. ثم أظهر فريد هويل في عام 1946 كيف يتم تركيب العناصر من الهيدروجين. نشر كل من مارغريت وجيفري بوربيدج وويليام فولر وفريد هويل B^2FH في عام 1957 مقالته المفصلة بدقة "توليف العناصر في النجوم"، وفي نفس العام، نشرت أليستير كاميرون ت "التركيب النووي في النجوم والتوليد النووي".

2



3



الهيدروجين و الهيليوم

في البدايات بعد وقت قصير من الانفجار العظيم* عندما كان الكون كثيفا جدا و ساخن (درجة حرارة = 10^{12} كلفن)، كان يتكون فقط من الجسيمات الأولية للمادة و الحبوب من الضوء تسمى الفوتونات.

و بمجرد انخفاض درجة حرارة هذه الجسيمات، تتحد لتشكّل بروتونات و نيوترونات بكميات متساوية، لكن مع انخفاض درجة حرارة البروتونات يزداد عددها بسبب كتلتها الصغيرة. عندما انخفضت درجة الحرارة تحت 10^9 كلفن ، كان هناك 7 بروتونات لكل نيوترون واحد .

بعد ذلك اجتمعت النيوترونات والبروتونات لتشكّل النواة. النواة الأكثر استقرارا التي تم تكوينها في ذلك الوقت هي الهيليوم. كل النيوترونات التي كانت متوفرة شكلت الهيليوم ، مما يعطي نواة هيليوم واحدة لكل 12 نواة هيدروجين في نهاية الحقبة البدائية.

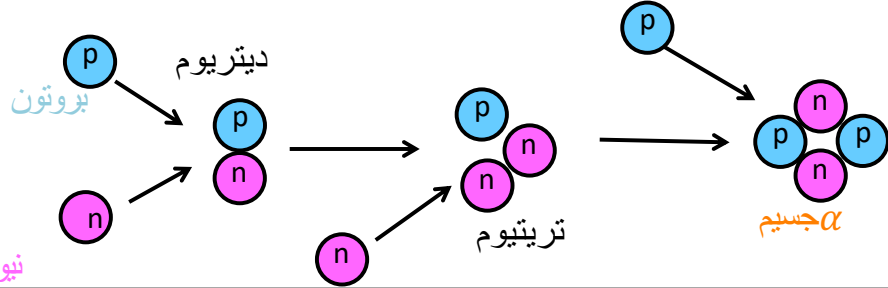
البروتون يتكون من ثلاثة جزيئات أولية، وهي الكواركات يحمل شحنة كهربائية موجبة وكتلته 1.672649×10^{-24} غ.
النيوترون يتكون أيضا من ثلاثة كواركات. لكن ليس لديه شحنة كهربائية. كتلته 1.67493×10^{-24} غ.

الإلكترون: جسيم نو شحنة كهربائية سالبة، وكتلته حوالي $1/2000$ من كتلة البروتون.

الهيدروجين: أخف العناصر. ويتكون من بروتون و إلكترون.

الهيليوم: أكثر العناصر استقراراً بعد الهيدروجين ويتكون من جسيم α و إلكترونين.

احدى عمليات تكوين الهيليوم



اقترح جورج غامو، في مقال له مع ألبر وبيث عام 1948 ، نظرية تكوين الهيدروجين و الهيليوم البدائين. وفي هذه المقالة، ناقش المؤلفان كذلك بأن جميع العناصر الأخرى تشكلت أيضا في الانفجار العظيم بإضافة جزيئات α على التوالي. ولكن في هذه النقطة كانوا مخطئين.

النجوم و عملية الاندماج

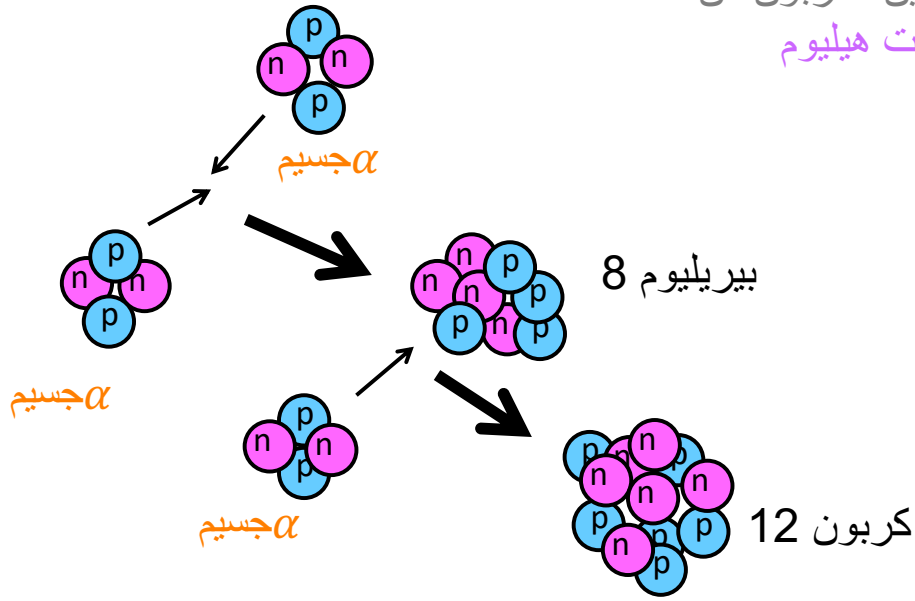
الدرجة الحرارة العالية و الكثافة الكبيرة داخل النجم يوفران الظروف المثالية لإنتاج أنوية ضخمة جدا .

أولاً، تتحد ذرات الهيدروجين لتشكل الهيليوم. وهي تعتبر أطول مرحلة في حياة النجم. تقريبا كل النجوم اللامعة تحصل على طاقتها من هذه العملية.

عندما يستخدم الهيدروجين، يتكثف قلب الهيليوم وترتفع درجة حرارته. ثم تندمج أنوية الهيليوم في مجموعات من ثلاثة لتشكل الكربون ، بينما يستمر الهيدروجين في إنتاج الهيليوم في الطبقات الخارجية من النجم.

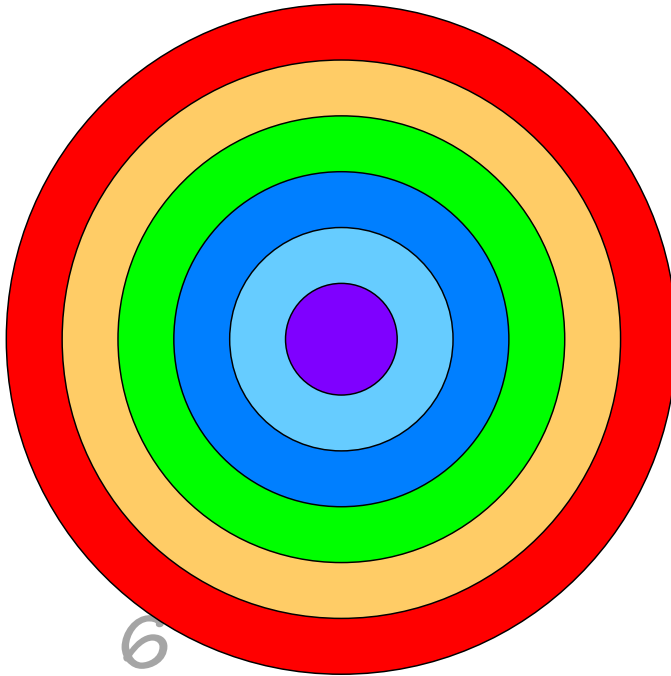
ثم تتكون **نويات أثقل**، من خلال إضافات أخرى **لجسيمات α** في طبقات مختلفة. إذا كان النجم ضخما بما فيه الكفاية ، تستمر هذه العملية حتى يتكون **الحديد**. الأنوية الأثقل من الحديد تنشأ تحت ظروف مختلفة بإضافة **النيوترونات**.

تكوين الكربون من ثلاث نويات هيليوم



رسم بياني لبنية البصل لنجم ضخم في نهاية تطوره. كل طبقة لها تركيبة مختلفة. **العناصر** أثقل من الحديد يتم إنتاجها بواسطة **أسر النيوترونات**

هيدروجين
هيليوم
كربون
أكسجين
سيليكون
الحديد



6

7

الرياح ، التصادمات ، الانفجارات

بعض **العناصر** التي تتكون في النجوم تطرح في الوسط بينجمي بينما البقية محبوسة إلى الأبد في "اجتث النجمية" وهي الأقزام البيضاء والنجوم **النيوترونية** والثقوب السوداء.

النجوم ذات كتلة أقل من 8 كتل شمسية تشتت طبقاتها الخارجية بهدوء، قاذفة كل من النيتروجين والكربون وبعض **العناصر** الأثقل من الحديد .

النجوم الأكثر ضخامة تنهي حياتها في انفجار مذهل، بسوبرنوفا، وتذف الكربون، الأكسجين، النيون، المغنيسيوم والسيليكون. وخلال هذا الانفجار، تتكون **عناصر** ثقيلة مثل اليورانيوم.

العناصر الثقيلة الأخرى، مثل الذهب، تتطلب كثافة عالية جدا من **النيوترونات** لتشكيلها.

صورة مركبة لسديم عين القطعة الكوكبي. ينتج هذا الجرم عن تتابع موجات من الرياح النجمية الصادرة من النجم المركزي الذي هو الآن في طور التحول إلى قزم أبيض.



لسديم عين القطعة الكوكبي (حقوق النشر R. Corradi بواسطة NOT)

G292.0 + 1.8

بقايا مستعر أعظم تشكل من انفجار نجم نو كتلة كبيرة، اذ قذف الكثير من الأوكسجين والمغنيزيوم والنيون إلى الوسط البينجمي.

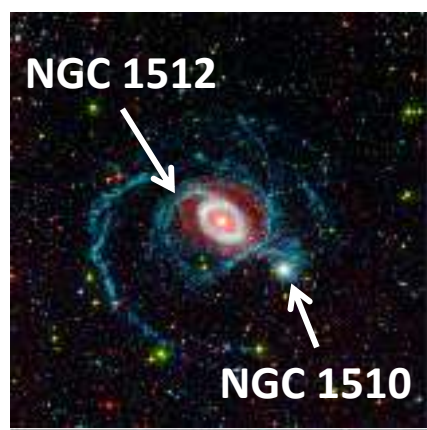


صورة السديم G292.0+1.8 بأشعة اكس، حقوق النشر NASA/CXC/SAO

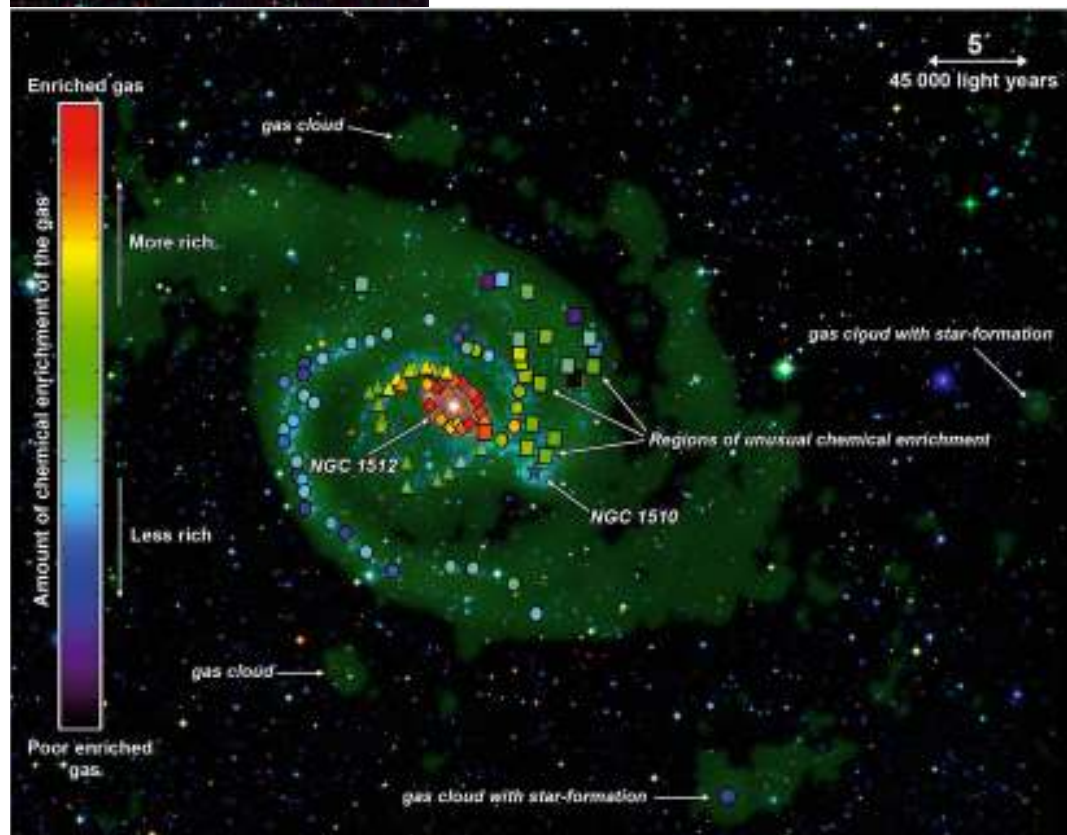
تمثيل تصادم نجمين نيوترونيين. ويعتقد أن كل الذهب في النظام الشمسي قد تشكل خلال حدث مشابه.



صورة الفنانة (دانا بيرري سكاى ووركس الرقمية)



مجرتا NGC و NGC 1512
 1510 بالضوء فوق البنفسجي. تمثل
 المناطق الساطعة مناطق تكون النجوم
 الجديدة.
 (حقوق النشر: ناسا) (GALEX)



تشير الرموز إلى وفرة الأكسجين (الأحمر حيث يكون وفيراً، والأزرق حيث يكون قليلاً). حقوق: لوبيز سانثيز (AAO/MTO) وكوربيالسكي (CSIRO).

بمجرد إطلاقها في الوسط بين النجوم، تبدأ العناصر رحلتها الطويلة عبر المجرات، قبل أن يتم محاصرتها خلال تشكيل نجوم جديدة. وهكذا، تدريجياً تصبح الأجيال المتعاقبة من النجوم غنية بالكربون والنيتروجين والأكسجين وغيرها من العناصر.

رحلة العناصر في الوسط بين نجمي يمكن أن تكون صعبة جداً، مع الاضطرابات المرتبطة بالاصطدامات بين المجرات. العناصر التي تطلق خلال انفجارات سوبرنوفا يمكن حتى أن تحدث غارات في الوسط بين المجري، وأخيراً ينتهي بها المطاف في مجرات أخرى.

في الواقع، أشارت المحاكاة العددية الحديثة إلى أن العديد من العناصر الموجودة في درب التبانة جاءت من مجرات أخرى.

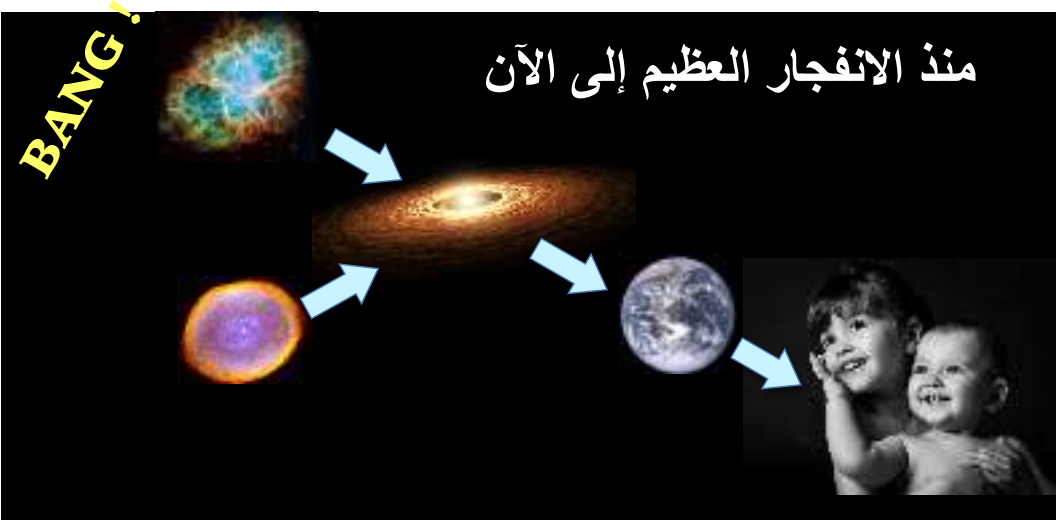
جسم الانسان	القشرة الأرضية	النظام الشمسي	عدد البروتونات
H	0.14	70.5	1
He	-	27.5	2
C	0.030	0.30	6
N	0.005	0.11	7
O	46.6	0.96	8
Si	27.7	0.065	14
S	0.050	0.040	16
Ca	3.6	0.006	20
Fe	5.0	0.117	26

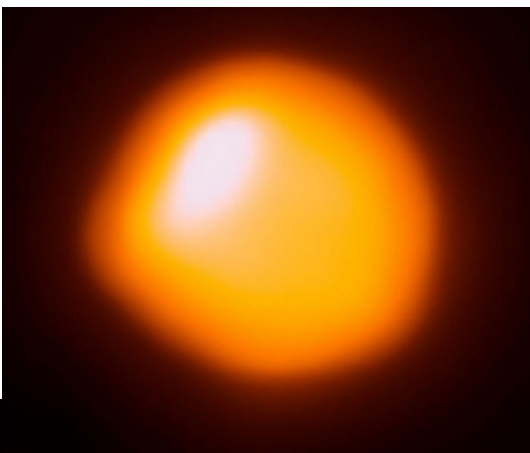
من النجوم الى المخلوقات البشرية

وقبل أن تصبح هذه **العناصر** جزءا من كائن حي، يجب أن تمر بمراحل عديدة لا تزال غير مفهومة جيداً.

أولا تتكون سحب **الجزبيئات** والغبار، التي تولد فيها النجوم بينما هذه النجوم لا تزال صغيرة جدا، تحاط بقراص أولي، يتكون من مخلفات من الغبار والجليد. ومن مواد هذا القرص تتشكل الكواكب. ويختلف تركيبها الكيميائي باختلاف المسافة من النجم: فكلما قلت المسافة كلما كان من السهل على **العناصر** المتطايرة أن تنبذ. ويعتمد أيضا على كتلة الكواكب: كلما كانت الكتلة أصغر كلما كان من السهل على الجسيمات الأخف أن تهرب.

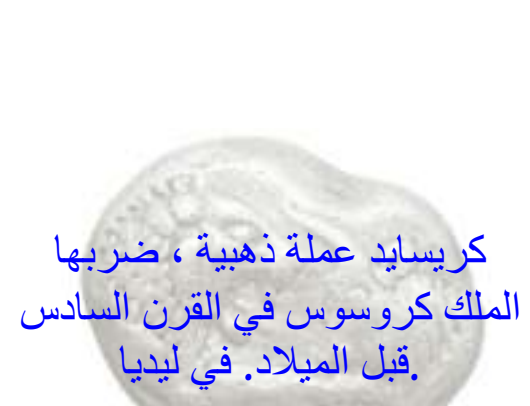
أثناء تشكل الكوكب، يحدث فصل **العناصر** بحيث يكون للنواة تكوين مختلف عن القشرة. وفي الأخير، تتشكل الكائنات الحية من المواد الموجودة في القشرة.





نجم إبط الجوزاء

كوكب المشتري

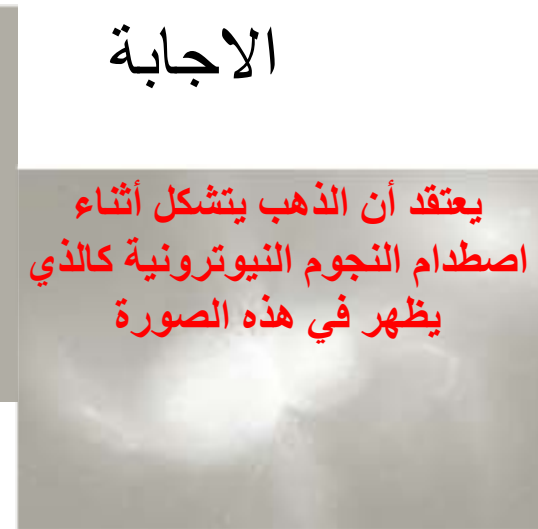


كريسايد عملة ذهبية ، ضربها الملك كروسوس في القرن السادس قبل الميلاد. في ليديا

السديم الكوكبي
IC 418

لغز

ما هو أصل الذهب؟



بقايا المستعر الأعظم السرطان

الاجابة

يعتقد أن الذهب يتشكل أثناء اصطدام النجوم النيوترونية كالذي يظهر في هذه الصورة

الإجابات تجدها في الصفحة الموالية



كون في جعبتي رقم 14

ألف هذا الكتيب سنة 2020 من قبل فرانسواز كومبس (Grażyna Stasińska)، من مرصد باريس بفرنسا ونقحه نيكوس برانتزوس من معهد باريس للفيزياء الفلكية.

Nr 1

صورة الغلاف:

مقتطفة من لوحة للفنان الياباني KAGAYA

ترجمة أمين خوجة

الشيما

من فريق أبودار

جمعية الشعري لعلم الفلك

للاطلاع على مزيد من المعلومات

عن هذه السلسلة وعن المواضيع

المعرضة في هذا الكتيب

يرجى زيارة هذا الموقع

<http://www.tuimp.org>



TUIMP Creative Commons

