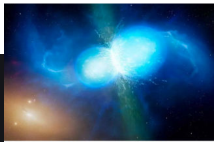
الكون في جعبتي

نحن أبناء النجوم

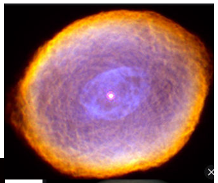
رقم 14

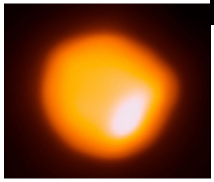
غرازينا ستاسينسكا
(Grażyna Stasińska)
من مرصد باريس



لغز

ما هو أصل الذهب؟





الإجابات تجدها في الصفحة الموالية

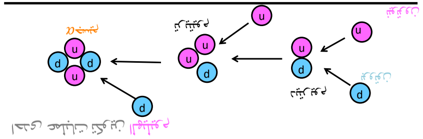
البروتون: يتكون من ثلاثة جزيئات أولية وهي الكواركات يحمل شحنة كهربائية موجبة و كتلته $1.672\,649 \times 10^{-24}$ غ.

النيوترون: يتكون أيضا من ثلاثة كواركات لكن ليس لديه شحنة كهربائية كتلته $1.674\,93 \times 10^{-24}$ غ.

الإلكترون: جسيم ذو شحنة كهربائية سالبة و كتلته حوالي 1/2000 من كتلة البروتون.

الهيدروجين: أخف العناصر ويتكون من بروتون و الكترون.

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



احدى عمليات تكوين الهيليوم

اقترح جورج غاموف في مقال له مع ألبر وبيث عام 1948، نظرية تكوين الهيدروجين و الهيليوم البدائيان. 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.

الهيدروجين و الهيليوم

في البدايةو 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 بمجردانخفاض درجة حرارة هذه الجسيمات، تتحد لتشكل 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 لتشكل النواة. النواةالأكثر 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.

الرياح ، التصادمات ،الانفجارات

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

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

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

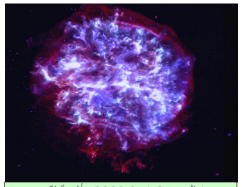
العناصر الثقيلة الأخرى ، مثل الذهب ، تتطلب كثافة عالية جدا من النيوترونات لتشكيلها.

سديم عين القطةالكوكبي(حقوق النشر بواسطة R. Corradi لتلسكوب NOT

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

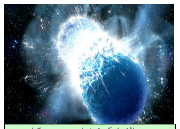
G292.0 + 1.8

بقايا مستعر أعظم تشكل من انفجار نجم ذو 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

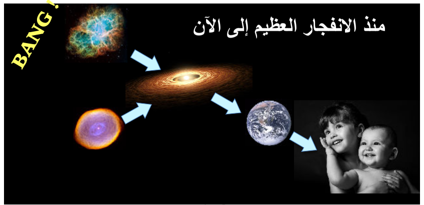
تمثيل تصادم نجمين نيوترونيين. ويعتقد أن كل الذهب في النظام الشمسي قد تشكل خلال حدث مشابه.



صورة الفنانة (دانا بيري سكاي ووركس الرقمية)

نسبة الكتل للعناصر الكيميائية في مواقع مختلفة

جسم الانسان	القشرة الأرضية	النضام الشمسي	عدد البروتونات	
9.5	0.14	70.5	1	H
-	-	27.5	2	He
18.5	0.030	0.30	6	C
3.2	0.005	0.11	7	N
65	46.6	0. 96	8	O
0.00002	27.7	0.065	14	Si
0.3	0.050	0.040	16	S
1.5	3.6	0.006	20	Ca
0.006	5.0	0.117	26	Fe


منذ الانفجار العظيم إلى الآن
BANG !

من النجوم الى المخلوقات البشرية

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

أولا تتكون سحب الجزيئات والغبار التي تولد فيها النجوم. بينما هذه النجوم لا تزال صغيرة جدا، تحاط بقرص أولي، يتكون من مخلفات من الغبار و الجليد. ومن مواد هذا القرص تتشكل الكواكب. ويختلف تركيبها الكيميائي باختلاف المسافة من النجم. فكلما قلت المسافة كلما كان من السهل على العناصر المتطايرة أن تتبدد. 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 النواة تكوين مختلف عن القشرة. وفي الأخير، تتشكل الكائنات الحية من المواد الموجودة في القشرة.

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.

صورة الغلاف:
مقتطفة من لوحة للفنان الياباني KAGAYA

ترجمة أمين خوجة
الشيماء
من فريق أبودار
جمعية الشعرى لعلم الفلك

للاطلاع على مزيد من المعلومات
عن هذه السلسلة وعن المواضيع
المعروضة في هذا الكتيب
يرجى زيارة هذا الموقع
http://www.tuimp.org

TUIMP Creative Commons
BY NC SA

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 أيضًا في النجوم. ولكن لم ينجح علماء الفلك حتى منتصف القرن العشرين في فهم أصل هذه العناصر واكتشاف الصلة الوثيقة جدا التي تربطنا بالنجوم.

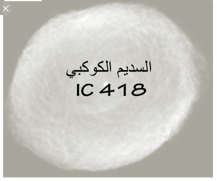
تعتبر الذرات المكونات الأساسية للمادة. وهي تتكون من نواة (تحتوي على بروتونات ونيوترونات) ومن الإلكترونات. تتحد الذرات في جزيئات عن طريق تبادل الإلكترونات. وتتكون خلايا جسم الإنسان من بلايين الجزيئات.

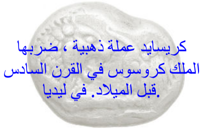
تاريخ الاصطناع النووي النجمي:

نشر روبرت د'يسكورت أتكينسون أ مقاله "التركيب الذري والطاقة النجمية" في عام 1931. وحدد هانز بيث ب في عامي 1938 و1939 الآليتين 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 فاولر وفريد هويل B²FH في عام 1957 مقالتهم المفصلة بدقة "توليف العناصر في النجوم" وفي نفس العام نشرت ألاستير كاميرون ت "التركيب النووي في النجوم والتوليد النووي"..

نجم إبط الجوزاء

كوكب المشتري


السديم الكوكبي IC 418


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

الاجابة

بقايا المستعر الأعظم السرطان

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

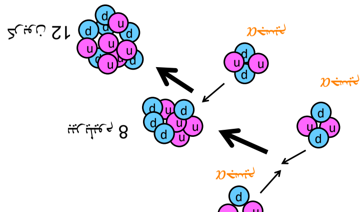
العناصر في

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

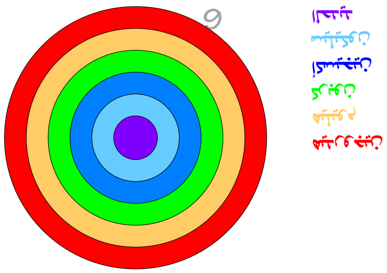
رحلة العناصر في الوسط بين نجمي يمكن أن تكون صعبة جدا،مع الاضطرابات المرتبطة بالاصطدامات بين المجرات.العناصر التي تطلق خلال انفجارات سوبرنوفا يمكن حتى أن تحدث غارات في الوسط بين المجري، وأخيرا ينتهي بها المطاف في مجرات أخرى.

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

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



النجوم و عملية الاندماج

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

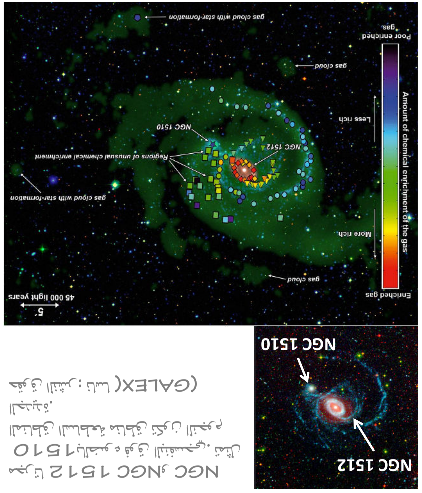
أولا، تتحد ذرات الهيدروجين لتشكل الهيليوم. وهي تعتبر أطول مرحلة في حياة النجم. تقريبا كل النجوم اللامعة تحصل على طاقتها من هذه العملية.

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.

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



تشير الرموز إلى وفرة الأكسجين(الأحمر حيث يكون وفيرا،و الأزرق حيث يكون قليلا). حقوق: لوبيز سانشيز (AAO/MTO) وكوريبالسكي (CSIRO).