النجم هو جسم هائل من [البلازما](http://www.alkoon.alnomrosi.net/plasma.html)، وهو الجسم الذي في جزء من حياته يولد ضوئه وحرارته بالتفاعلات النووية، وبشكل محدد بإنشطار الهيدروجين إلى الهليوم تحت شروط درجة الحرارة والكثافة الهائلتين، عندما تندمج ذرات الهيدروجين لخلق العنصر الأثقل وهو "الهليوم" تفقد حينئذ الكتلة، فننحول الكتلة إلى الطاقة، والمثال الاقرب لنا على النجوم هو شمسنا وهو أقرب نجم إلينا يبعد عن الارض مسافة متوسطة تقدر بـ 94 مليون ميل.

طاقة الشمس مثل العديد من النجوم تستمد من إنشطار الهيدروجين وهذا الإنشطار لا يحدث في كل أنحاء النجم، لكنه يحدث فقط داخل النجم، وبالتحدبد في مركزه، حيث أنه ساخن جدا بما فيه الكفاية، ودرجة الحرارة في مركز الشمس تبلغ 15 مليون درجة كيلفن (K = الدرجة المئوية فوق الصفر المطلق، - 273 مئوية).

لا تتشابه النجوم ولكن هناك إختلاف بين بعضهم البعض يعود ذلك إلى عوامل عدة مثل كتلتهم الكلية، تركيبهم، وأعمارهم، فمثلا الكتلة الكلية للنجم هي التي تحدد تطور نجم معين بالإضافة إلى مصيره النهائي.

المكون الاساسي للنجوم هو الهيدروجين مع بعض الهليوم وعناصر اخرى أثقل والتي تحدد معدنية نجم معين، وخلال تطور النجم يتحول جزء من الهيدروجين إلى عناصر أثقل خلال عملية الإنشطار النووي، جزء من المواد يحدث له ما يسمى إعادة تدوير، حيث تتحول بدورها داخل البيئة المحيطة بها لتشكيل جيل جديد من نجوم غنية بالمعادن.

في القرن الثاني قبل الميلاد، قسم الفلكي اليوناني Hipparchus النجوم إلى ست مجموعات طبقا لدرجة سطوعها وسميت بمقدار الاضاءة، الأول في المقدار هو الألمع، والسادس هو الأضعف، ومازال هذا النظام مستخدم الى اليوم مع تعريف رياضي ( النجم ذا المقدار واحد 2.5 مرة ألمع من التالي الأضعف) ذلك يأخذ النجوم والكواكب ذوات اللمعان الشديد من خلال المقدار صفر وإلى الأعداد السلبية.

يمكن للعين المجردة ان تري أكثر قليلا من 1,000 سنة ضوئية بعد، ولكن من خلال المنظار نستطيع أن نرى الأضعف بكثير، تقريبا قرب مقدار الثلاثون سطوعا (4 بليون مرة أضعف مما تراه العين البشرية بدون مساعدة). والنجوم تحمل بعض الشبه للشمس، تظهر كنقاط في السماء وذلك لبعدهم جدا عنا، وأقرب نجم الينا هو ألفا سينتريون يبعد مسافة أربع سنوات ضوئية عنا تقريبا، وبما إن السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها شعاع الضوء في سنة، وسرعة الضوء حوالي 300,000 كيلومتر بالثانية، لذا فإن سنة الضوء حوالي 10 تريليون كيلومتر (63,000 مرة الذي المسافة بين الأرض والشمس)، اذن قس المسافة بالكيلومتر بيننا وبين اقرب نجم.

كتل النجوم

لخلق شروط الإنشطار النووي الحراري داخل النجم، يجب ان تكون تلك النجوم هائلة، فشمسنا لها كتلة تساوي 333,000 أرض، والنجوم يمكن أن تتراوح إلى حوالي 100 مرة من كتلة الشمس وإلى حوالي 8 % من الشمس، النجوم التي كتلتها تحت 8 % تسمى الأقزام السمر او الاقزام البنية، وهذا النوع غير موجود بكثرة، وأقل من ذلك إلى حولي 1/80 من الكتلة الشمسية (13 كتلة المشتري) يمكن أن تصهر الهيدروجين الثقيل.

إحدى أكبر النجوم المعروفة هي Eta Carinae الذي يبلغ من 100 إلى 150 كتلة شمسية؛ وفترة حياة مثل هذا النجم الضخم تكون قصيرة جدا، تبلغ على الأغلب عدة ملايين السنين فقط. والدراسات الاخيرة تشير بأن الحد الأعلى لكتل النجوم في العصر الحالي للكون لايتعدى 150 كتلة شمسية، ولكن سبب ذلك غير معروف بالتحديد، لكنه قد يكون جزئيا بسبب لمعان ادنجتون Eddington (الذي يحدد الكمية القصوى للمعان التي يمكن أن تمر من الغلاف الجوي للنجم بدون طرد الغازات إلى الفضاء الخارجي).

من المعتقد أن تكون النجوم الأولى التي تشكلت بعد الإنفجار الكبير كانت أكبر وبحدود 300 كتلة شمسية أو يزيد، بسبب الغياب الكامل للعناصر الثقيلة (الأثقل من الليثيوم) في تركيبهم. وهذا الجيل من النجوم الهائلة جدا، هي نجوم منقرضة منذ مدة طويلة وليس لها وجود حاليا، ويقتصر وجودها على النظريات فقط.

وكتلة تساوي حوالي 93 مرة كتلة المشتري، هي أصغر النجوم المعروفة حاليا، ونظريا أدنى كتلة يمكن أن يكون عليها نجم هي حوالي 75 مرة كتلة المشتري، وعمليا وجدت الدراسات الأخيرة نجوم بحولي 8.3 % من كتلة الشمس، أو حوالي 87 مرة كتلة المشتري، وهي ماتسمى الأقزام البنية التي ذكرناها سابقا، وهي تحتل مناطق معينة بين النجوم وبين العمالقة الغازية.

الجمع بين نصف قطر وكتلة نجم يحددان الجاذبية السطحية له، فالنجوم العملاقة لها جاذبية سطحية أقل بكثير من نجوم السلسلة الرئيسية، بينما على العكس للنجوم المضغوطة مثل الأقزام البيض.

تركيب النجوم

النجوم تصنع من نفس العناصر الكيميائية الموجودة في الأرض، التراكيب الكيميائية التي وجدت من أطياف النجوم يتكون أكثرها تقريبا من الهيدروجين (حوالي 90 % من عدد الذرات) وهليوم (حوالي أقل من 10 %)، والباقي عناصر اخرى قليلة، يسيطر عادة الأكسجين يليه الكربون ثم النيون والنتروجين. والمعادن يسيطر عليها الحديد وعلى الرغم من هذا هناك ذرة وحيدة من الأكسجين في الشمس لكل 1,200 ذرة هيدروجين وفقط ذرة حديد لكل 32 ذرة أكسجين، النجوم الأخرى يمكن أن تختلف إلى حد كبير إعتمادا على عمر النجم أو موقعة في المجرة.

ولادة النجوم

إن الفراغ الهائل بين النجوم يمتلئ بالغاز والغبار، وغيوم الغبار السميكة يمكن أن ترى بالعين المجردة داخل مجرتنا [درب التبانة](http://www.alkoon.alnomrosi.net/galaxy/galsprlmilky.html) التي تمنع ضوء النجوم البعيدة ويزود معظم تراكيب الاجسام داخل المجرة، وتلك الغيوم يمكن أن تتعرض لضغط أكبر خلال الإصطدامات أو بموجات الإنفجار الصادرة من النجوم المنفجرة ذات الكتل الكبيرة، لذا تتشكل كتل المواد داخل الغيوم المتناثرة بين النجوم، وإذا كانت جاذبيتهم هائلة وكافية فإنها سوف تتكثف مكونة نجم أو اكثر. ويساعد الإنكماش الحادث لتكون النجم على رفع درجة الحرارة الداخلية إلى حد إيقاد إنشطار الهيدروجين، بينما تعمل الجاذبية على أن تجعل النجم صغير بقدر الإمكان، لكن ردود أفعال الإنشطار تثبته وتمنعه من التقلص مرة اخرى، من هنا تبدا قصة الحياة الكاملة لنجم صراع بين الجاذبية والتفاعلات النووية، تبدأ الاولى ثم تتبعها الثانية وتكون لها الغلبة ما دام النجم حيا.

نجوم السلسة الرئيسية

تقضي النجوم حوالي 90 % من عمرها في دمج الهيدروجين لإنتاج الهليوم في درجات حرارة وضغط عاليين في قلبها، مثل هذه النجوم يطلق عليها نجوم السلسلة الرئيسية وتسمى النجوم القزمة.

وهناك العديد من أنواع وأصناف النجوم، تلك التي تحول الهيدروجين بشكل نشط إلى الهليوم في مركزها والتي تسمى نجوم "السلسلة الرئيسية" أو نجوم التتابع الرئيسي، (نجوم السلسلة الرئيسية أيضا يطلق عليها  "الأقزام" )، والسلسلة الرئيسية هي المرحلة الأولى بعد ولادة النجم.

نجوم السلسلة الرئيسية لها تراكيب كيميائية مشابهة لتركيب [الشمس](http://www.alkoon.alnomrosi.net/solar/Sun.html)، النجم الأعلى كتلة في السلسلة الرئيسية هو الأكبر في قطره والأعلى في درجة حرارته السطحية وتتراوح الأبعاد من حوالي 5 % من حجم الشمس (التي هي 1.5 مليون كيلومتر - تقريبا 109 أرض) إلى حوالي عشرة مرات من كتلة الشمس، ودرجات حرارة سطحية من حوالي 3,000 درجة كيلفن إلى حوالي 50,000 كيلفن (سطح الشمس 5,800 كيلفن).

في بداية عمر نجوم السلسلة الرئيسية، تزداد نسبة الهليوم في قلب النجم بمعدلات ثابتة، وكنتيجة لذلك ولكي تستمر النسبة المطلوبة للإنشطار النووي في القلب فإن درجة حرارة ولمعان النجم تزداد ببطء، والشمس على سبيل المثال تقدر الدراسات أن لمعانها قد زاد حوالي 40 % منذ أن وصلت إلى نجم في السلسلة الرئيسية قبل 4.6 بليون سنة.

كل نجم يولد رياح نجمية من الجزيئات التي تسبب فيضان مستمر من الغاز إلى الفضاء. في أكثر النجوم كمية الكتلة المفقودة تعتبر تافهة، الشمس تفقد 10−14 كتلة شمسية كل سنة، أي حوالي 0.01 % من كتلتها الكلية خلال كامل فترة حياتها، والنجوم العملاقة يمكن أن تفقد من 10−7 إلى 10−5 كتلة شمسية كل سنة، يؤثر ذلك على تطورهم بشكل ملحوظ، النجوم التي تبدأ بأكثر من 50 كتلة شمسية يمكن أن تفقد نصف كتلتها الكلية بينما مازالت ضمن السلسلة الرئيسية.

المدة التي يقضيها نجم في السلسلة الرئيسية تعتمد أساسا على كمية الوقود التي يجب أن تحرقها والنسبة التي يتم بها حرق هذا الوقود. بمعنى أخر، كتلته الأولية ولمعانها. بالنسبة للشمس فإنها من المحتمل أن تكون حوالي  1010 سنة. تحرق النجوم الكبيرة وقودهم بسرعة كبيرة وهي ذات آجال قصيرة، اما النجوم الصغيرة (المسماه الأقزام الحمر) فإنها تحرق وقودها ببطء شديد وتدوم من عشرات إلى مئات البلايين من السنين. وفي نهاية حياتها تصبح خافتة أكثر فأكثر، متحولة إلى أقزام سود، وعلى كل حال وحيث أن فترة حياة مثل تلك النجوم أكبر من العمر الحالي للكون (13.7 بليون سنة) فمن غير المتوقع إيجاد أقزام سود في الكون حتى الآن.

إضافة إلى الكتلة، جزء من العناصر الأثقل من الهليوم تلعب دور هاما في تطور النجوم، في علم الفلك تعتبر كل العناصر التي هي أثقل من الهليوم تعتبر معدن، والتركيز الكيميائي لهذه العناصر تسمى معدنية metallicity. والمعدنية يمكن أن تؤثر على المدة التي سيحرق فيها النجم وقوده ويتحكم في تشكيل الحقول المغناطيسية ويؤثر على قوة الرياح النجمية. النجوم الأقدم "الجيل الثاني للنجوم" لها أساس معدني أقل من النجوم الأصغر، الجيل الاول للنجوم وبسبب تركيب الغيوم الجزيئية التي تشكلت منها وبمرور الوقت هذه الغيوم تصبح أغنى على نحو متزايد في العناصر الثقلية عندما تموت النجوم الأقدم ناثرة أجزاء من أغلفتها في الفضاء.

نجوم السلسلة مابعد الرئيسية (العملاقة الحمر)

عندما يتحول الهليوم في مركز النجم إلى الكربون أو الأكسجين، ينكمش المركز ثانية، ويبدأ الهليوم بالتحول إلى الكربون والأكسجين في قشرة حول المركز، هذه القشرة تكون قد أحيطت بالهيدروجين المتحول إلى الهليوم، وينفتح الاثنان ويغلقان في تتابع. تزيد إضاءة النجم ثانية ويتوسع لدرجة أكبر، ويصبح أبرد وأشد إحمرارا بمستوي اكبر من ذي قبل، وبينما يزيد توهج النجم يصبح غير مستقر ويبدأ في الانبضاض " اي يصدر نبضات"، تلك النبضات تتفاوت أو تغير في سطوع النجم ويصبح ضخم جدا ( تقريبا بحجم مدار الأرض حول الشمس او اكثر من ذلك ) تلك النبضات ممكن أن تستغرق مدة سنة أو أكثر ( أول نجم وجد في هذه الحالة هو النجم ميرا في [كوكبة قيطس Cetus](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Constellations/Cetus.html)) والتغييرات في مقدار إضاءة النجم من الدرجة الثانية أو المقدار الثالث يقفز إلى المقدار العاشر ويصبح غير واضح للعين المجردة، مثل هذه النجوم ما يسمى الآن بنجوم "الفترة الطويلة" أو "متغيرات ميرا".

وتتم هذه العملية تبعا لكتلة النجم قبل البدء في التحول ففي حالة النجوم التي كتلتها 0.4 كتلة شمسية على الأقل فإنها تستنزف مخزونها من الهيدروجين في القلب، وتتوسع طبقاتهم الخارجية وتبرد لتشكيل ما يعرف بالعملاق الأحمر (في غضون 5 بليون سنة وعندما تصبح الشمس عملاق أحمر ستكون كبيرة جدا بحيث تلتهم كوكب عطارد ومن المحتمل الزهرة أيضا، وتتنبأ النماذج أن الشمس سوف تتوسع إلى حوالي 99 % من المسافة بينها وبين مدار الأرض الحالي (وحدة فلكية واحدة أي حوالي 150 مليون كيلومتر) وفي ذلك الوقت فإن مدار الأرض سوف يتوسع إلى حوالي 1.7 وحدة فلكية نظرا خسارة الكتلة بتأثير الشمس وهكذا سوف تهرب الأرض من التغلغل داخل الشمس إلا إنها سوف تخلو من محيطاتها وغلافها الجوي بينما يزداد لمعان الشمس الالاف المرات).

وفي حالة العملاق الأحمر الذي هو بحدود 2.25 كتلة شمسية، يستمر إنشطار الهيدروجين في الطبقة التي تحيط بالقلب، وفي النهاية يضغط القلب بما يكفي لبدء إنشطار الهليوم، وينكمش النجم بشكل تدريجي وتزداد درجة حرارته السطحية، واما في النجوم الأكبر تتحول مباشرة منطقة القلب من عملية دمج الهيدروجين إلى عملية دمج الهليوم، وبعد أن يكون النجم قد إستهلك الهليوم في القلب، يستمر الإنشطار في الطبقة التي حول القلب الحار المتكون من الكربون والأكسجين، ثم يتبع النجم مسار أخر من التطور الذي يشابه تطور النجوم الحمراء العملاقة، لكن في درجة حرارة سطحية أعلى.

النجوم العملاقة

النجوم التي هي بحجم اقل او اكبر من الشمس (تلك الكتل من حوالي 0.8 مرة مثل الشمس إلى حوالي 10 مرات الكتلة الشمسية) عندما ينتهي منها الوقود الموجود في قلب ذلك النجم، يتقلص قلبه المكون من الهليوم تحت تأثير الجاذبية ويسخن ومن ثم يتمدد بتأثير إنشطار الهيدروجين ويتحول إلى قشور حول مركزه المحترق، وينتج مزيدا من الطاقة التي تزيد من لمعان النجم بشكل مؤقت ويتضاعف حجم النجم مرات عديدة، ثم يبرد هذا التوسع محولا النجم إلى تصنيف اخر وهو التصنيف M "عملاق أحمر"، وعندما تصل درجة الحرارة حول 100 مليون درجة كيلفن، يكون الهليوم قد أصبح ساخنا جدا بما يكفي لحدوث عملية دمج بينه وبين الكربون. يوقف مصدر الطاقة الجديد إنكماش القلب ويستقر النجم لفترة من الوقت، وتخفت اضائته وتقل حرارته بعض الشيء على السطح، تصنف نجوم دمج الهليوم بالعمالقة تصنيف K. أمثلة لذلك النجم الدبران Al Debaran والنجم اركتوروس Arcturus، مثل تلك النجوم لها أقطار تصل لعشرات قطر شمسنا. المراحل العملاقة واللاحقة للموت الفعلي للنجم (نهاية الإنشطار النووي) يأخذ تقريبا 10 % من عمر النجم.

خلال مرحلة حرق الهليوم، النجوم ذات الكتل الكبيرة جدا أكثر من تسعة كتل شمسية تتوسع لتشكيل عملاق أحمر، وعندما بنتهي هذا الوقود في القلب، يمكن أن تتواصل عملية دمج العناصر الأثقل من الهليوم، يتقلص القلب وينكمش حتى تصل درجة الحرارة والضغط الى الدرجة الكافية لدمج الكربون. هذه العملية تستمر مع تتابع المراحل التي تدعم الأكسجين والنيون والسيليكون والكبريت، وقرب نهاية حياة النجم يمكن أن يحدث الإنشطار على طول سلسلة الطبقات التي تشبه طبقات البصل ضمن النجم، كل طبقة تدمج عنصر مختلف والطبقة الابعد تدمج الهيدروجين والتي تليها في البعد تدمج الهليوم وهكذا.

وفي المرحلة النهائية وهي وصول النجم لإنتاج الحديد، وحيث أن نواة الحديد تكون مرتبطة باحكام أكثر من أي نواة أثقل أخرى، فإذا اندمجت فلا ينتج عنها طاقة بل على العكس يستهلك طاقة. على نفس النمط، ولكونهم مرتبطين بإحكام أكثر من كل النوى الأخف، فإن الطاقة لا يمكن أن تصدر بالإندماج في النجوم القديمة نسبيا والهائلة جدا، وسيتجمع الحديد الخامد في مركز النجم. العناصر الأثقل في هذه النجوم تأخذ طريقها صعودا إلى السطح، منتجة أجسام متطورة والتي تعرف بنجوم وولف رايت Wolf-Rayet التي لديها ريح نجمية كثيفة والتي تتناثر في الفضار الخارجي.

التصنيف النجمي

في بداية القرن العشرون قسم الفلكيون النجوم إلى سبع مجموعات اعطوا الحروف الابجدية رمزا يتعلق بدرجة الحرارة السطحية.

         وحديثا تم اضافة تصنفين أخرين لتفسير النجوم الحمراء الضعيفة التي اكتشفت بالتقنيات الجديدة:

        المجموعة الكاملة الآن هي OBAFGKMLT، وكل مجموعة من تلك تقسم إلى عشرة تقسيمات فرعية من الأسخن إلى الابرد وتستعمل الارقام من صفر إلى الرقم 9، وعلى سبيل المثال O0 يعتبر أسخن نجم، اما شمسنا فهي تعتبر في التصنيف G. وبإستخدام النظام العشري يجعل الشمس في التصنيف G2، عموما التصنيف يشتق من أطياف النجوم.

الوان النجوم

نظرا لاعتماد اللون على درجة الحرارة، فإن التصنيفات تكون مختلفة بدرجة قد تكون غير ملحوظة، والألوان تتدرج من الحمرة الخفيفة بعض الشئ للتصنيف M إلى البرتقالي للتصنيف K، وتتدرج بين الأبيض المائل للصفرة إلى الازرق للتصنيف B و O. الألوان الامعة يمكن أن تلاحظ بسهولة حتى بالعين المجردة خصوصا عندما يكونون قريبون لبعضهما البعض وملاحظة التدرج في اللون. نجوم التصنيف L و T، لايروا بالعين المجردة، المدى من أحمر الى الأحمر الغامق إلى "الأشعة تحت الحمراء" (هذه النجوم ترى بسهولة بمساعدة تلسكوبات وتحت أية ظروف).

أعمار النجوم

نجوم السلسلة الرئيسية لها كمية معينة من الوقود الداخلي المتوفر داخل مركزهم الحار وعندما يتحول كل وقود الهيدروجين إلى الهليوم، يبدأ النجم بالموت وإنتاج اشكال مختلفة أخرى. وحيث أن النجوم ذوات الكتل الضخمة تستهلك وقود الهيدروجين بسرعة أكثر بكثير من النجوم ذوات الكتل الاقل فإن تلك ذوات الكتلة الأعلى تعيش حياة أقصر من غيرها الاصغر حجما وشمسنا لها عمر يقدر بـ 10 بليون سنة (وهي في نصف عمرها الان)، وتعيش النجوم ذات الكتل الهائلة حوالي مليونين سنة تقريبا، اما الأصغر تظل لتريليونات السنين وهو عمر طويل جدا بحيث انه لايوجد نجم كتلته أقل من 0.8 كتلة الشمس مات في تاريخ المجرة. ونظريا نحسب بأن مثل هذا النجم (الذي له كتلة اقل من 0.8 من كتلة الشمس) يجب أن يعيش لمدة 13 بليون سنة تقريبا، ويجب ان تكون المجرة بعمر اقدم نجومها، مما يعني  بعمر 13 بليون سنة تقريبا.

خلق العناصر

غازات النجوم العمالقة الحمر يمكن أن تتوزع صاعدة إلى سطح النجوم حاملة معها النواتج العرضية من الإنشطارات النووية، وعادة ما يكون الأكسجين أكثر وفرة من الكربون، فإذا كانت الشروط صحيحة فإن سطح بعض النجوم يمكن أن تغير من تراكيبهم الكيميائية، البعض منهم سيصبح غني جدا بالكربون والذي قد تكون بفعل إنشطار الهليوم في القلب، ويؤدي ذلك إلى عكس النسبة الطبيعية، لذا فإن متغيرات ميرا والعمالقة الحمر الاكبر عمرا الآخرين تقسم إلى نجوم غنية بالأكسجين ونجوم كربونية، زيادة عناصر مثل الزركونيوم zirconium والعديد من العناصر الآخرى التي تكونت في تشكيلة ضخمة من التفاعلات النووية التي تستمر في نفس الوقت مع إنشطار الهليوم يجعل سطح النجوم الأخرى غنية بالهليوم والنتروجين.

الرياح وخسارة الكتلة

مثل هذه النجوم العملاقة الضخمة لها جاذبية منخفضة وتفقد كتلتها بفعل الرياح القوية التي تنطلق من سطحهم، فيتكثف بعض ذلك الغاز إلى جزيئات وغبار، ومن الممكن ان يقوم النجم بحرقها وتختفي عن الانظار، ويمكن رؤية وهج الغبار الساخن فقط بواسطة أشعته تحت الحمراء (الحرارة) المشعة منه، النجوم العملاقة الغنية بالأكسجين تنتج غبار السيليكات بينما النجوم الكربونية تنتج غبار الكربون الذي يشبه الجرافيت والرماد. أغلب الغبار الذي يسكن الفضاء بين النجوم بدأ من هذا الطريق، لذلك تلعب هذه النجوم دور جيدا في تشكيل نجوم جديدة.

الأقزام البيض

بينما يتفرق السديم الكوكبي إلى غازات في الفضاء بين النجوم فإنه يترك وراءه القلب القديم المستهلك (الذي يتضمن اثار العمليات النووية الميتة). هذه النجوم تكون قد ضغطت تحت تأثير جاذبيتها وإنكمشت إلى حجم يبلغ حوالي حجم الأرض. امثلة لتلك النجوم (كوكب شعرى Procyon B و 40 Eridani B) كانت ساخنة جدا وبيضاء، لذا إكتسبت اسم "قزم أبيض" لتمييزه من السلسلة الرئيسية للنجوم (التي سميت أصلا "أقزام عاديون" لتمييزهم عن العمالقة). مع ذلك فإن الأقزام البيض ما زالت كتلتهم قريبة من كتلة الشمس، مما يعطيهم كثافة متوسطة تقدر بطن متري لكل سنتيمتر مكعب، ويعمل الضغط الخارجي الكبير الواقع تحت تأثير الكثافة العظيمة على منع الجاذبية من تقليصهم. الأقزام البيض، بقايا النجوم التي بدأت حياتهم بين 0.8 الى 10 كتلة شمسية، ليس لها أي مولد لمصدر طاقة وبالتالي يبدأ التبريد، وقت التبريد يكون طويل جدا، وبأية حال فإن كل الأقزام البيض التي خلقها الله ما زالت مرئية، مع مرور الوقت تصبح باردة وتخفت، ويحمر لونها. (ليس هناك مثل هذا الشيء الغير مرئي  والبارد "القزم الأسود") ونظريا يحسب عمر المجرة بحسب عمر اقدم الأقزام البيض سنا.

نجوم الكتل الهائلة والسوبرعملاقة

عندما تبدأ النجوم السوبر عملاقة (والتي تبلغ كتلتها اكثر من 10 مرات كتلة الشمس) بالموت، تطور نفس الطريقة التي تتبعها النجوم العمالقة في البداية ثم يصبح التطور مختلف جدا.

فإن في تلك النجوم ذوات الكتل الهائلة الكبيرة واللامعة، يحدث أن يسخن الهليوم الميت لتحويله إلى الكربون والأكسجين، تتوسع النجوم في الحجم بدرجة رهيبة تقترب من حجم مدار الكواكب الخارجية للمجموعة، وتنتفخ تلك العمالقة الحمر. أمثلة لذلك نجم Betelgeuse في [برج الجوزاء](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Constellations/Orion.html) Orion ونجم Antares في [برج العقرب](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Constellations/Scorpius.html) Scorpius.

وبالرغم من خسارة النجوم السوبر عملاقة والهائلة جدا لمقدار هائل من الكتلة خلال الرياح الضخمة التي يطلقها النجم، فإن الإنشطار النووي يمكن أن يستمر على نحو اكبر منه في العمالقة العاديين، وعندما ينتهي الهليوم يصبح خليط الكربون والاكسجين كثيفا وساخنا جدا مما يسبب التحول إلى خليط من النيون والمغنيسيوم والأوكسجين. إنشطار الهليوم والهيدروجين كان قد بدأ بالتحرك الى خارج القلب ويحيط به، وعندما ينتهي إنشطار الكربون في القلب تاركا وراءه مزيج النيون والمغنيسيوم والأكسجين، تبدأ بالتحرك للخارج بإتجاه القشرة، ومازال خليط من الأوكسجين والمغنيسيوم والنيون في القلب، ومن ثم تبدأ بالسخونة ويحدث أندماج محولا المكونات إلى مزيج من السيليكون والكبريت، وكل مرحلة من مراحل الإنشطار تأخذ فترة زمنية أقصر من سابقتها.

وخلال فترات تطور النجوم السوبر عملاقة الحمراء يمكن أن يتقلص بعضها ويسخن ليتحول الى سوبر عملاق أزرق خلال تلك العمليات، أما خسارة الكتلة العظيمة التي عانت منها من قبل يمكن أن يلاحظ بأن نرى سطح ضخم غني بالهليوم والنتروجين والكربون الذي نتج عن الإنشطار النووي.

نجوم السوبر نوفا

أخيرا وفي داخل قلب النجم، يندمج السيليكون والكبريت لتكوين الحديد، العنصر الذي يعجز عن إبداء ردود أفعال الإنشطار الحاصلة لتوليد الطاقة. تربح الجاذبية الحرب الآن والتي استمرت طول عمر النجم، وحيث أن الحديد يرفض أو لا يستطيع أن يدعم نفسه، فإن مركز النجم يبدأ بالإنهيار وتتجزء ذرات الحديد إلى جزيئاته الاولية بروتونات ونيوترونات والكترونات (مكونات الذرة)، وتصبح الكتلة الكاملة مضغوطة في كرة ضيقة من النيوترونات بحجم يبلغ بضعة عشرات الكيلومترات، وينتج عن الإنهيار موجة إنفجار التي تمزق القشرة التي تحيط بعمليات الدمج النووية وبقايا الغلاف الخارجي، ويمزق بقية النجم تمزقا شديدا. من على الأرض يمكننا أن نرى النجم ينفجر في  صورة مستعر أعظم "سوبر نوفا" في حدث قوي جدا لدرجة انه يكون مرئيا وملحوظا بسهولة حتى ولو كان في مجرة أخرى تبعد مسافات شاسعة.

السوبر نوفا ما زال حدث نادر في مجرتنا، تتكرر فقط مرتين او ثلاث مرات خلال قرن من الزمان، وأكثرها يختفي عنا بسبب سحب الغبار الواسعة المنتشرة في الفضاء والتي يتولد منها النجوم. من  الأرض نلاحظ حوالي خمسة انفجارات عملاقة لكل ألفية، ولم نرى واحدا منذ ما حدث مع النجم Kepler 1604 (من المحتمل انه تكون من إنهيار قزم أبيض) والذي كان لامع جدا بحيث كان مرئيا في وضح النهار.

نحصل على معرفتنا بالانفجارات العملاقة من ملاحظتنا للمجرات الأخرى، أفضل هذه الإنفجارات كان في عام 1987 للسوبرنوفا المسمى ([SN 1987A](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Stars/sn1987A.htm)) في [مجرة ماجلان الكبرى Large Magellanic Cloud](http://www.alkoon.alnomrosi.net/galaxy/galdwrflmc.html) والتي تبعد عن مجرتنا مسافة حوالي 170,000 سنة ضوئية.. لقد كان الإنفجار قويا جدا بحيث انه لو حدث ضمن 30 سنة ضوئية حولنا فإن من المحتمل ان يتسبب ذلك بإنهاء الحياة على الأرض، ولقدرة الله تعالى لا توجد نجوم قربنا مرشحة لتلك النهاية.  [للمزيد](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Stars/supernova.html)

بقايا السوبر نوفا

عندما ينقشع حطام السوبر نوفا، نرى غلاف غازي واسع حول النجم القديم، بقايا السوبر نوفا هو الحطام الغني بالنواتج العرضية من التفاعلات النووية التي لا تعد ولا تحصى. نعتقد ان كل الحديد في الكون جاء من مثل هذه الاحداث وذو علاقة بالإنفجارات.

في الحقيقة بين العمالقة العاديين و[السدم الكوكبية](http://www.alkoon.alnomrosi.net/nebula/neblaplan.htm) وكذلك إنفجارات النجوم العظيمة فإن كل العناصر ما عدا الهيدروجين والهليوم قد تكونت في النجوم.

بقايا السوبر نوفا الأكثر شهرة هو [سديم السرطان Crab Nebula](http://www.alkoon.alnomrosi.net/nebula/neblasprngc1952.htm) في [برج الثور Taurus](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Constellations/Taurus.html)، وبقايا السوبرنوفا الاعظم 1054 الذي لوحظ جيدا من قبل الفلكيين الصينيين، بعد مرور عشرات آلاف السنوات من الإنفجار ما زال بإمكاننا أن نرى موجات الإنفجار الهائلة تكتسح غازات الفضاء الواسع بين النجوم، يضغطها وربما لتشكيل نجوم جديدة.[للمزيد](http://www.alkoon.alnomrosi.net/nebula/neblaspr.htm)

نجوم النيترون والاشعاعات الكونية

في مركز غيمة متوسعة يوجد نجم نيوتروني وحيد يسرع العديد من المرات خلال الثانية الواحدة، مع كتل أعظم من كتلة الشمس، يكون القطر بحجم بلدة صغيرة وذو كثافة رهيبة تبلغ حوالي 100 مليون طن لكل سنتيمتر مكعب، إن الحقول المغناطيسية لمثل هذه النجوم المنهارة تزداد مع الكثافة إلى ملايين الملايين المرات مثل التي للأرض.

تكون المغناطيسية قوية جدا بحيث ان الإشعاع يشع خارج المحور المغناطيسي، ويميل المحور بالنسبة إلى محور الدوران (مثل الأرض)، والتذبذب الحاصل حوله مثل نجوم صغيرة تسبح والطاقة المشعة تنتشر في الفضاء. من بعيد يبدو النجم مثل فنار، إذا كانت الأرض في الطريق نحصل على إشعاع الإنفجار، ومن هنا نرى النجم النيوتروني مثل إشعاع كوني. الاشعاع الحديث ينبعث على شكل موجات راديوية وأشعة سينية وأشعة غاما. وعندما تتقدم تلك الاشعة في العمر تتباطأ وتبعث فقط بموجات راديوية.

الثقوب السوداء

إنهيار نجم وتحوله الى سوبر نوفا سيحوله إلى نجم نيوتروني فقط إذا كانت كتلته أقل من حوالي مرة او ثلاث مرات مثل كتلة الشمس، اما إذا كانت الكتلة أعظم واكبر فإن كثافة النجم الضخمة لا تستطيع الاحتفاظ بالجاذبية، وبدلا من تكون نجم نيوتروني يكون الانفجار الكبير للنجم لا يمكن أن يدعم شئ ضد الجاذبية، ويتقلص الجسم إلى الأبد في نصف قطر صغير، وتصبح القوة الجذبية عظيمة جدا بحيث ان الضوء لا يستطيع الهروب، ويختفي النجم إلى الأبد في إنهيار ضخم وهائل مكونا حفرة مظلمة التي نشير إليها بالثقب الاسود.      [للمزيد إضغط هنا](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Holes/blackhole.html)

النجوم المزدوجة

مكونات بعض النجوم المزدوجة متساوية تقريبا في الكتلة ودرجة السطوع ويسيطر واحدا منهم على الآخر، بعض النجوم المزدوجة تكون بعيدة جدا عن بعضهما البعض ويستغرقون آلاف السنوات للدوران حول بعضهما البعض، والآخرون قريبون جدا بحيث ان دورتهم حول بعضهم البعض تستغرق أياما قليلة أو حتى ساعات. تسمح النظرية الجذبية لنا بقياس كتل النجوم من تشخيص مداراتها، مثل هذه المقاييس هي الطريق الوحيد لايجاد كتل نجمية.

أمثلة للنجوم المزدوجة المرئية بشكل بصري Alpha Centauri، Acrux، Almach، Albireo، وMizar.

تشكيل النجوم المزدوجة

عندما يتكثف نجم جديد من الغازات يدور بسرعة، وإذا كان تقلص النجم بسرعة بما فيه الكفاية يمكن أن ينفصل أو يتطور إلى زوج من النجوم بدلا من نجم واحد، ومكونات هذا التقلص يمكن أن تنفصل الى الضعف، منتجا نجم ثنائي مضاعف، والأكثر شهرة هو Epsilon Lyrae في [برج القيثارة Lyra](http://www.alkoon.alnomrosi.net/Constellations/Lyra.html).

تجمعات النجوم

انتشرت تجمعات النجوم في مجرتنا درب التبانة في الماضي، فقد ظهرت أولا عندما تشكلت مجرتنا، ربما آلاف العناقيد جابت مجرتنا اما اليوم فما تبقى منها في حدود 200 تجمع. العديد من تجمعات النجوم تحطمت على مدار الحقب المتوالية بالمواجهات المتكررة مع بعضهم البعض أو بتأثير مركز المجرة، أما الآثار الباقية على قيد الحياة فهي أقدم من العصور المتحجرة للأرض واقدم من أية تراكيب أخرى في مج