المحاضرة السادسة عشر

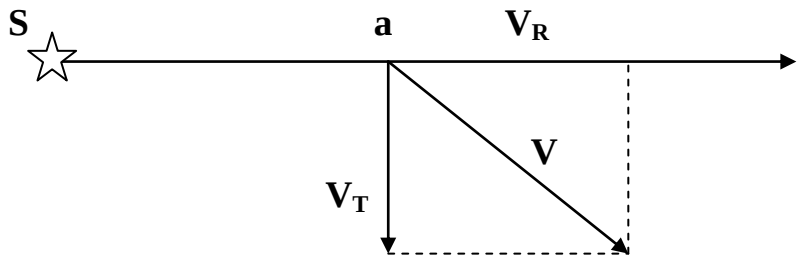
حركة النجوم:-

أ- **الحركة الزاوية (الحقيقية):** هي معدل تغيير موضع النجم بالنسبة الى النجوم الخلفية في القبة السماوية وتقاس عادة بالثواني القوسية لكل سنة ويتم حسابها بمقارنة صور فوتوغرافية تؤخذ على مدى سنوات عديدة تتراوح بين ٢٠ الى ٥٠ عاما ومنها يحسب الحركة الزاوية للعام الواحد. أن اكبر قيمة سجلت للحركة الزاوية حتى الان هي للنجم المسمى نجم برنارد حيث بلغت حركته الزاوية ١٠.٢٥ ثانية قوسية للعام الواحد.

ب- **السرعة النصف قطرية V_R:** وتدعى احيانا سرعة النجم على امتداد خط الرؤية، وهي عبارة عن سرعة النجم باتجاه مقتربا او مبتعدا عن الشمس ويمكن حسابها باستخدام ظاهرة دوبلر وهي في الحقيقة احدى مركبات السرعة الفضائية للنجوم (سرعة النجم بالنسبة الى الشمس) وتقاس عادة بالكيلومترات لكل ثانية . وتعتبر موجبة عندما تكون النجم وسالبة عندما يكون مقتربا من الشمس.

ج- **السرعة المماسية V_T :** ان السرعة نصف قطرية للنجم هي سرعته على امتداد خط البصر غير ان الحركة الزاوية ناتجه من حركته في اتجاه عمودي على خط البصر وبما ان سرعة النجم النصف قطرية تقاس عادة بالكيلومترات في الثانية فان الحركة الزاوية لا تمثل سرعة النجم الماسية والتي هي سرعته الحقيقية باتجاه عمودي على خط الرؤية.

د- **السرعة الفضائية V:** وهي السرعة الكلية للنجم بالكيلومترات في الثانية بالنسبة للشمس والسرعة الفضائية عبارة عن الازاحة المحصلة التي يقطعها النجم خلال وحدة الزمن ويمكن تمثيل متجه هذه السرع بمثلث قائم الزاوية كما في الشكل.



وعند استخدام قاعدة فيثاغورس نتمكن من حساب سرعة النجم الحقيقية في الفضاء.

مثال: وجد ان الحركة الزاوية لنجم ما يقارب ٣ ثواني قوسية وانه يبعد عن الشمس بمقدار ٢.١١ فرسخ فلكي فاذا علمت ان سرعته النصف قطرية تبلغ ٤٠ كم بالثانية فما مقدار سرعته الفضائية علما بان

$V_T = 4.74 \times \mu / p''$

$r = 2.11 P_c$

حيث μ = الحركه الزاوية

p'' = زاوية اختلاف المنظر

الحل:

$V_T = 4.74\ \mu r$
$= 4.74 \times 3'' \times 2.11 = 30$ Km/sec
$V = (V_R^2 + V_T^2)^{1/2}$
$= ((40)^2 + (30)^2)^{1/2}$
$V = 50$ Km/sec

دورة حياة النجوم:-

ولادة الأنجم وتشكلها حدث يومي كحدث فنائها، وهذا ما يطلق عليه دورة حياة النجوم .إن الوحدة أو اللبنة الأساسية في الكون هي المجرة، وهي تجمع كبير للنجوم والأجرام الفضائية، وهناك ألوف الملايين من المجرات تتسابق فيما بينها وتتخذ إتجاهاً يبتعد عن المجرات الأخرى، وفي هذه المجرات تحدث الولادة للنجوم، ففيها مجموعة كبيرة من الغاز والسدم المتكتلة والمتجمعة في أنحاء شتى منها لتكوين كميات ضخمة من النجوم الفتية، وكذلك فيها النجوم التي في أوج قوتها، وفيها أيضاً النجوم التي تقضي نحبها وسط انفجارات نووية جياشة وكل هذه تمثل بدأ الخليقة وشبابها وشيخوختها ثم فنائها ونهايتها، وتتكون النجوم بشكل أساسي من كرات من الغاز (الهيدروجين)، وكلما تراكم وازداد ضغطه على قلب النجم أزدادت الحرارة وبدأ النجم بالتهيء للتحولات النووية، التي تبدأ نتيجة الضغط الهائل في قلب النجم والذي يجعل الأندماج النووي لذرات غاز الهيدروجين، سببا لتألق نجم جديد.

وسرعان ما تزداد عملية الاندماج
بين ذرات الهيدروجين مكونة غاز الهيليوم مع حرارة وضوء ناتجة من مخلفات التفاعل، وتتوجه الطاقة الناتجة من التفاعلات النووية نحو سطح النجم ليشع بنوره معلنا ولادة نجم جديد.

ويمكننا تعريف عملية ولادة النجوم بصيغة أخرى: وهي التي يتكاثف بها أجزاء من الغيوم الجزيئية منتقلة إلى كرة من البلازما لتكون لاحقاً نجماً ضمن الفضاء .وتعتبر ولادة النجوم أحد فروع الفيزياء الفلكية وتتضمن دراسة تشكل وولادة النجوم ودراسة الوسط بين النجمي interstellar medium والغيوم الجزيئية العملاقة كأسلاف لعملية تشكل وولادة النجوم ودراسة نجوم النمط المبكر early type stars وولادة الكواكب planet formation كنواتج مباشرة لولادة النجوم أيضاً. ونظريات تكون وولادة النجوم، بالإضافة لاعتبارات ولادة نجم وحيد، تقوم باعتبار ودراسة إحصائيات النجوم الثنائية ودالة الكتلة الأولية.initial mass function

خلاصة دورة حياة الشمس المحتملة حسب الدراسات النظرية للتطور النجمي:-

١- نشأت الشمس من سحب البلازما التي تكثفت وكونت الشمس وكوكبها وان مقدار المادة التي تكونت منها كانت كتلتها كافية بان تضع الشمس في مرحلة التتابع الرئيسي
٢- ومن المحتمل إن تستمر عمليات الاندماج النووي (تحول الهيدروجين الى هيليوم) الى ٨ بلايين سنة
٣- تصبح الشمس في حالة تمدد بسبب الضغط الإشعاعي الداخلي الكبير
٤- تصبح الشمس من مجموعة النجوم العملاقة الحمراء وتقل درجة حرارتها السطحية

٥- بعد ذلك تبدأ بأبعاث نورانيتها على شكل نبضات مستمرة ربما تستمر آلاف السنين
٦- ثم تحرق الشمس نفسها بحيث تولد عملية انفجار
٧- تنكمش المادة المتبقية من الانفجار وتتكدس إلى أن تصبح من مجموعة الأقزام البيضاء وعندئذ ربما يكون حجمها مساويا إلى حجم الأرض.

النجوم النيترونية :-

النجم النيوتروني بالإنكليزية (Neutron Star):هو جرم سماوي ذو قطر متوسط يقدر بحوالي ٢٠ كم وكتلته تتراوح ما بين ١,٤٤ و ٣ كتلة شمسية، وهو نوع من البقايا ينتج عن الانهيار الجاذبي لنجم ضخم في مستعر أعظم من نوع "II" :أو "Ib" أو "Ic". يتكون هذا النجم بشكل خاص من مادة مكونة من النيترونات، وكثافته كبيرة فقد تصل إلى أكثر من 10^{12} في مركزه، أي أن سنتيمترا مكعباً من هذه المادة يعادل كيلومتراً مكعباً من الجليد ذو كثافة ١ غرام لكل سنتيمتر مكعب. والنجم النيوتروني يتمتع بخصائص أخرى غير كثافته الكبيرة، مثل الحقل المغناطيسي المحيط به، ودرجة حرارته العالية.

- بعد نفاذ الوقود الذري في النجم وهو عنصر الإيدروجين تتغلب قوى الجذب في النجم على قوى التشتت، وتنقلب مناطقه الغازية الخارجية لتصب في الداخل، وتزيد كثافة النجم شيئاً فشيئاً بتزايد انكماش الذرات داخله تحت تأثير الجاذبية. ويظل انكماش الذرات داخله مع فقدانه المتزايد للحرارة، حتي يأتي الوقت الذي تبتلع فيه نوى الذرات الإلكترونات المحيطة بها، وشيئاً فشيئاً يُصبح النجم عبارة عن نواة واحدة عظيمة الكبر، وبامتصاص البروتونات للإلكترونات تتحول بالتفاعل النووي إلى نيوترونات، وتصبح كل تلك المادة الغريبة للنجم مادة النيوترونات. ولهذا يسمى النجم النيوتروني.
- يحدث هذا التحول للنجوم حيث تنقلب إلى نجوم نيوترونية عندما تكون كتلتها في الحدود بين ١٤٤و١ و ٣ كتلة شمسية .أما إذا كانت كتلة النجم أكبر من هذا الحد، فإن النجم يتحول في آخر عمره إلى ثقب أسود.

النجوم السوداء(الثقوب السوداء)

الثقب الأسود هو منطقة في الفضاء تحوي كتلة كبيرة في حجم صغير يسمى بالحجم الحرج لهذه الكتلة، والذي عند الوصول إليه تبدأ المادة بالانضغاط تحت تأثير جاذبيتها الخاصة، ويحدث فيها انهيار من نوع خاص بفعل الجاذبية ينتج عن القوة العكسية للانفجار، حيث أن هذه القوة تضغط النجم وتجعله صغيرًا جدًا وذا جاذبية قوية خارقة. وتزداد كثافة الجسم (نتيجة تداخل جسيمات ذراته وانعدام الفراغ البيني بين الجزيئات)، تصبح قوّة جاذبيته قوّية إلى درجة تجذب أيجسم يمر بالقرب منه، مهما بلغت سرعته. وبالتالي يزداد كمّ المادة الموجودة في الثقب الأسود، وبحسب النظرية النسبية العامة لأينشتاين، فإن الجاذبية تقوّس الفضاء الذي يسير الضوء فيه بشكل مستقيم بالنسبة للفراغ، وهذا يعني أن الضوء ينحرف تحت تأثير الجاذبية.

المادة تندفع إلى ثقب أسود. تدور حوله البلازمابسرعات فائقة ويندفع جزء منها في هيئة نفاثات تحت تأثير مجاله المغناطيسي الشديد.

يمتص الثقب الأسود الضوء المار بجانبه بفعل الجاذبية، وهو يبدو لمن يراقبه من الخارج كأنه منطقة من العدم، إذ لا يمكن لأي إشارة أو موجة أو جسيم الإفلات من منطقة تأثيره فيبدو بذلك أسود [1].أمكن التعرف على الثقوب السوداء عن طريق مراقبة بعض الأشعاعات السينية التي تنطلق من المواد عند تحطم جزيئاتها نتيجة اقترابها من مجال جاذبية الثقب الأسود وسقوطها في هاويته.

لتتحول الكرة الأرضية إلى ثقب أسود، يستدعي ذلك تحولها إلى كرة نصف قطرها ٠.٩ سم وكتلتها نفس كتلة الأرض الحالية، بمعنى انضغاط مادتها لجعلها بلا فراغات بينية في ذراتها وبين جسيمات نوى ذراتها، مما يجعلها صغيرة ككرة الطاولة في الحجم ووزنها الهائل يبقى على ما هو عليه، حيث أن الفراغات الهائلة بين الجسيمات الذرية نسبة لحجمها الصغير يحكمها قوانين فيزيائية لا يمكن تجاوزها أو تحطيمها في الظروف العادية.

حجم الثقوب السوداء وأدلة وجودها:-

في عام ١٩٧٠م بين" براندون كارتر " أن حجم وشكل أي ثقب أسود ثابت الدوران يتوقف فقط على كتلة ومعدل دورانه بشرط يكون له محور تناظر، وبعد فترة أثبت ستيفن هوكنغ أن أي ثقب أسود ذى دوران ثابت سوف يكون له محور تناظر. واستخدم" رو بنسون " هذه النتائج ليثبت أنه بعد انسحاق الجاذبية بان الثقب الأسود من الاستقرار على وضع يكون دوارا ولكن ليس نابضا، وأيضا حجمه وشكله يتوقفان على كتلته ومعدل دورانه دون الجسم الذي انسحق ليكونه.

ما هي الادلة على وجود هذه الثقوب:-

الثقوب السوداء لا دليل عليها سوى حسابات مبنية على النسبية لذلك كان هناك من لم يصدق بها. وفي عام ١٩٦٣م، رصد "مارتن سميدت " وهو عالم فلكي أمريكي الانزياح نحو الأحمر في طيف جسم باهت يشبه النجم في اتجاه مصدر موجات الراديو فوجد أنة أكبر من كونه ناتج عن حقل جاذبية فلو كان انزياحه بالجاذبية نحو الأحمر لكان الجسم كبير الكتلة وقريبا منا بحيث تنزاح مدرات الكواكب في النظام الشمسي .وهذا الانزياح نحو الأحمر ناتج عن
توسع الكون وهذا يعني بدوره أن الجسم بعيداً جدا عنا ولكي يرى على هذه المسافة الكبيرة لابد وأنه يبث مقدار هائلاً من الطاقة والتفسير الوحيد لهذا ناتج انسحاق بالجاذبية ليس لنجم واحد بل لمنطقة مركزية من إحدى المجرات بكاملها وتسمى الكوازار وتعني شبيه النجوم.