جامعة تكريت

كلية التربية طوزخورماتو

قسم الفيزياء

محاضرات عن فيزياء الفلك

المرحـــــلة الثـــــــانية

مدرسة المادة : م. م. زينب سمين علي

مقدمة:

تبدو حركة النجوم فى الكون بطيئة بشكل لا يمكن معه للعين المجردة أن تدركه على مدار حياة الإنسان. وتتميز النجوم على عكس باقى الأجرام السماوية بكونها مكمن تفاعلات نووية حرارية تجعلها مضيئة بذاتها. وجدير بالذكر أن تلك الصور الهندسية التى تبدو لتشكيلات النجوم وهى الكوكبات، لا تعبر عن حقيقة فيزيائية، أى أن نجمين متجاورين فى إحدى الصور النجمية يمكن أن يكونا متباعدين تماما بعضهما عن البعض، ولا يبدوان قريبين إلا إذا كنا نراهما من منظور الأرض.

وفضلا عن الكوكبات أو الصور النجمية، والتى لا تعبر عن مواقع حقيقية للنجوم، ثمة تجمعات حقيقية للنجوم يمكن رصدها بمِرْقَب صغير.

يمكننا أن نرصد فى كل مكان تجمعات تمتد لتشمل عشرات من النجوم مترابطة قليلاً وتبدو موجودة بالأساس فى المنطقة الوسطى بمجرتنا. ونطلق عليها مجموعات النجوم المفتوحة أو المجموعات المَجَرِيَّة. وتكون بشكل عام مشكلة من النجوم الأكثر شبابا. والنموذج الشهير هو مجموعة الثريا التى تبدو مكوناتها الأكثر بريقا مرئية بالعين المجردة. أما المجموعات الكروية فتضم الآلاف من النجوم القديمة.

مصطلحات فلكية

1 ـ سمت الرأس (Zenth):

(هي النقطة الواقعة عموديا فوق رأس الراصد الواقف على سطح الارض وممتدة الى الفضاء الخارجي).

2 ـ النظير (Nadir):

(هي النقطة الواقعة عموديا تحت قدم الراصد وممتدة الى الفضاء الخارجي مرورا بمركز الارض وتبعد عن سمت الرأس بزاوية 180 درجة).

3 ـ دائرة الافق (Horizon):

(هي الدائرة السماوية العظمى المتمثلة بسطح الكرة السماوية بحيث يكون قطباها سمت الرأس والنظير).

الافق الظاهري: هو الافق الذي نشاهده عند إنتهاء حدود السماء بالنسبة للارض.

الافق الحقيقي: هو الافق الذي يكون أسفل الافق الظاهري بقليل ولكننا لا نراه بسبب تحدب الارض، ويكاد ينطبق الافقان عند سطح البحر.

4 ـ القطبان السماويان: (وهما نقطتان في طرفي القبة السماوية والتي عندهما يلتقي إمتداد محور الكرة الارضية ويقعان مباشرة فوق وأسفل القطبان الشمالي والجنوبي الجغرافي الارضي). إن النجم القطبي يمثل الدليل الرئيسي للقطب الشمالي السماوي وهو يبعد درجة واحدة عنه.

5 ـ دائرة الزوال: (وهي الدائرة السماوية العظمى التي تمر بسمت الرأس والقطب الشمالي السماوي ونقطة النظير والقطب الجنوبي السماوي وهي دائرة تحيط بالقبة السماوية بصورة كاملة لكن الراصدلا يرى الا نصفها مهما كان موقعه).

6 ـ منحنى الزوال: (وهو نصف الدائرة من دائرة الزوال التي يشاهدها الراصد وتقسم السماء الى قسمين شرقي وغربي وتكون الشمس على هذه الدائرة عند الساعة (12) ظهرا.

7 ـ دائرة الاستواء السماوي: (وهي الدائرة السماوية الوهمية العظمى الواقعة في منتصف المسافة بين القطبين الشمالي والجنوبي السماوي وهي موازية لدائرة الاستواء الارضي وتقسم السماء الى قسمين).

8 ـ دوائر الساعة: (هي الدوائر الوهمية العظمى التي تمر بالقطبين السماويين الشمالي والجنوبي وتكون عمودية على دائرة الاستواء).

9 ـ الدوائر الرأسية: (هي الدوائر الوهمية العظمى التي تمر بنقطتي السمت والنظير وتكون عمودية على دائرة الافق).

10 ـ دائرة البروج: (وهي الدائرة الوهمية العظمى التي تمثل مسار الشمس الظاهري وتميل بزاوية مقدارها (23.27°) عن دائرة الاستواء السماوي وتتقاطع معها بنقطتي الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي).

الفرسخ الفلكي:-

هي وحدة القياس الفلكية للاجرام السماوية البعيدة جدا , وهو يمثل المسافة التي يصنع فيها الجرم السماوي زاوية إختلاف منظر مقدارها ثانية قوسية واحدة :

$r_{(pc)} = 1/p''$

$1pc = 3.2\ L.y$

$r_{(L.y)} = 3.26/p''$

مثال 1: وجد إن زاوية إختلاف المنظر لنجم هي (0.1") فما هو بعد النجم بالوحدة الفلكية والسنة الضوئية والفرسخ الفلكي؟

الحل:

$r_{(a.u)} = 206265/p'' = 206265/0.1 = 2062650$ a.u

$r_{(L.y)} = 3.26/p'' = 3.26/0.1 = 32.6$ L.y

$r_{(pc)} = 1/p'' = 1/0.1 = 10$ pc

المجموعة الشمسية:

1- الشمس (Sun) : هي إحدى النجوم المتوسطة الحجم والعمر وهي أقرب نجم الينا لذلك تظهر على شكل قرص غازي وهي المصدر الرئيسي للطاقة على الارض وطاقتها ناتجة من الاندماج النووي لذرات الهيدروجين الذي يتحول الى هليوم.

الخواص الفيزيائية للشمس:

1- معدل بعدها عن الارض (149598000 km)

2- زمن وصول ضوئها الى الارض هو (8.25min)

3- قطرها (1391000 km)

4- كتلتها ($1.99 *10^{33}$gm) وكثافتها ($1.41 gm/cm^3$)

5- جاذبيتها تعادل (28) بقدر جاذبية الارض وطاقتها تساوي ($3.8*10^{23}$ kwatt)

6- درجة حرارة سطحها (5700 k) وحرارة المركز ($15*10^6$k) و لونها أصفر من الطيف (G_2)

7- تركيبها الكيمياوي مكون من (0.9) هيدروجين و(0.1) هليوم بالاضافة الى نسبة قليلة من العناصر

8- أهم طبقاتها :

a- طبقة الفوتوسفير(الطبقة الضوئية) (Photo sphere) :

وهو السطح الخارجي الضوئي المرئي للشمس مكون من غاز غير شفاف لايمكن رؤية ماتحتة ويتكون من ملايين من بقع براقة مختلفة الحجوم مفصولة بمناطق معتمة تمثل هذه البقع فورانات غازية ساخنة جدا تنبعث من المناطق السفلى للشمس وتمتد إرتفاعاتها الى الاف الكيلو مترات وتؤدي الى رفع درجة حرارة السطح وتسمى بالالسنة اللامعة وتتراوح درجة حرارة السطح مابين (4500k- 6800k) .

b- طبقة الكروموسفير(الكرة اللونية) (Chromosphere) :

وهي الطبقة الجوية الشفافة الواقعة فوق الفوتوسفير ويمكن مشاهدتها كحلقة ملونة أثناء الكسوف الشمسي ،إرتفاعها يقارب (1200km) وتتراوح كثافتها في الارتفاعات العالية مابين (10^{-8}-10^{-11}) (gm/cm^3) ودرجة حرارة مناطقها العليا تصل الى (10^5k) .

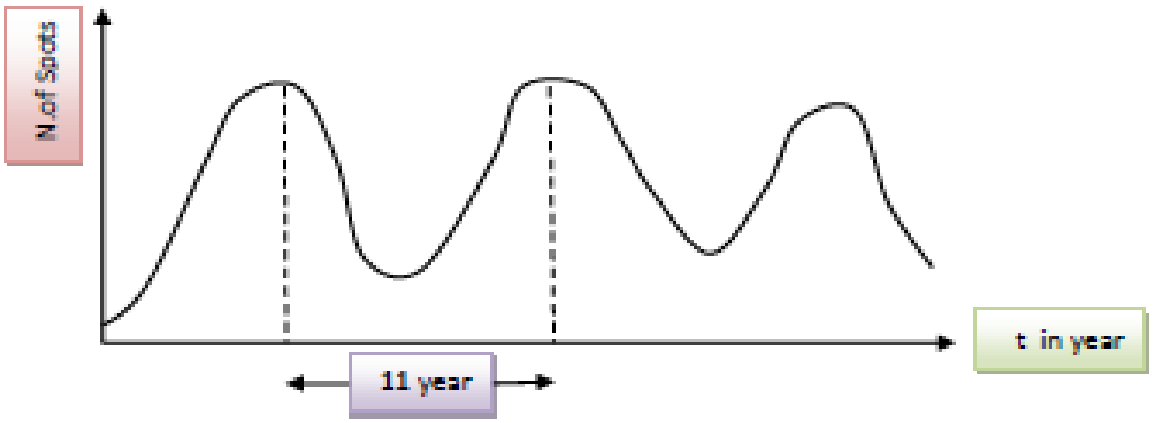
c- الاكليل (الهالة) (Corona) :

وهي الطبقة الخارجية للشمس وتكون فوق الكروموسفير وتمتد الى ملايين الكيلو مترات ودرجة حرارتها تصل الى (10^6k) ويعتقد إن مصدر هذه الحرارة العالية هي أمواج تدعى (أمواج الرجة Shak waves) سببها الفورانات الغازية في طبقة الكروموسفير حيث تتحرك الغازات بسرعة أعلى من سرعة الصوت مولدة هذه الامواج. إن الحرارة العالية وإنخفاض الجذب يؤدي الى توليد الرياح الشمسية ،وإن غازات الاكليل مكونة من ذرات متأينة تسمى بالبلازما .

الظواهر السطحية للشمس :

1- البقع الشمسية (الكلف الشمسي) (Sun spots) :

هي مناطق داكنة تظهر باحجام مختلفة على سطح الشمس (الفوتوسفير) تتألف من منطقة مركزية داكنة تدعى الظل ومنطقة أكثر إضاءة تدعى شبة الظل وتكون درجة حرارتها أقل ب (1500k) من درجة حرارة السطح ويعتقد بأنها تحدث نتيجة الانفجارات الداخلية غير الاعتيادية للشمس ويمكن مشاهدتها بوضوح على السطح .إن عدد هذه البقع يتغير مع الزمن فيزداد حتى يصل الى أعلى قيمة ثم يهبط الى أقل قيمة في مدة مقدارها (11year) وتبدأ هذه البقع بالظهور في خطوط العرض العالية من سطح الشمس ثم تزداد وتتجمع مقتربة من خط الاستواء الشمسي وتكون مجالات مغناطيسية قوية جدا ثم تبدأ بالاضمحلال والشكل التالي يمثل دورة حياتها:



2- الشعيلات الشمسية (الصياخد والندف) (Floccole and Faculae) :

هي سحب غازية وهاجة في طبقة الكروموسفير وتكون أكثر حرارة من الغازات المحيطة بها وتظهر قبل البقع الشمسية وتكون دليل على ظهورها وتبقى فترة طويلة بعد إختفاء البقع.

3ـ الشواظ الشمسية (Solar Flares) :

وهي بقع صغيرة تحدث بصورة مفاجئة في المناطق المجاورة للكلف الشمسي يمكن مشاهدتها على حافة القرص الشمسي على هيئة لهب مذبب وتختفي بعد فترة وجيزة ،وخلال فترة حدوثها تنبعث طاقة هائلة على هيئة أشعة فوق بنفسجية وموجات راديوية ودفائق كهربائية بسرعة عالية جدا.

4ـ التأججات اللامعة (Prominences) :

وهي فورانات هائجة من غاز الهيدروجين تصاحب الكلف الشمسي وتكون على شكل ألسنة مذبية حمراء اللون ترتفع الى الاف الكيلو مترات .

5ـ الفتائل السوداء (Filaments) :

وهي ظواهر شمسية مشابه للتأججات اللامعة تظهر على شكل خيوط معتمة سوداء اللون على سطح الشمس وترتبط كليا بظاهرة الكلف الشمسي وتعتبر دليل على النشاط الشمسي.

6ـ الاشعاعات والرياح الشمسية:

وهي ظواهر شمسية لها تأثير كبير على مناخ الارض وهي نوعين:

a- **إشعاعات كهرومغناطيسية** مكونة من أشعة سينية وراديوية وتحت الحمراء ومرئية وفوق بنفسجية ...إلخ ومن ميزات هذه الاشعة :

_ تسير بخطوط مستقيمة وبسرعة الضوء
_ الجزء الواصل يؤثر على نصف الكرة الارضية المواجة للشمس كما في حالة الكسوف الشمسي
_ الاشعة السينية تقع ضمن الاطوال الموجية القصيرة مصدرها طبقة الاكليل
_ الاشعة فوق البنفسجية تصدر من مناطق الاضطرابات الشمسية وهي المسؤولة عن تكوين الطبقة المتأينة لجو الارض لذلك تؤدي في بعض الاحيان الى حدوث عطل في المواصلات اللاسلكية خاصة في فترة زيادة النشاط الشمسي
_ الاشعاعات الراديوية وتكون على **ثلاثة أنواع** :

الاول : إنبعاثات راديوية نبضية مكثفة تستمر لبضع دقائق وهي ناتجة من البلازما المقذوفة من الشمس.
الثاني :عواصف إضطرابية تستمر من عدة ساعات الى عدة أيام تتولد من تصادم الجسيمات المغناطيسية وموجات البلازما المتحركة .
الثالث : إنبعاثات راديوية قصيرة تستمر لبضعة أسابيع مرتبطة بفعالية البقع الشمسية .

b- **إشعاعات تنبعث على هيئة غازات** وسحب رقيقة تتألف من دقائق مشحونة ومن مميزاتها:

- تسير بسرعة بطيئة وزمن وصولها الى الارض مابين (20-30) ساعة .
- هذه الدقائق لاتؤثر على الجزء الارضي المقابل للشمس لانها تنحرف عن مسارها بسبب تأثير المجال المغناطيسي الارضي لذلك فهي مستمرة بالوصول الى الارض حتى أثناء الكسوف .
- تأثيرها على جو الارض قصير لانها تصدر من مناطق معينة من قرص الشمس .
- هذه الاشعة هي المسببة لظاهرة الشفق القطبي (Aurura) وهي عبارة عن ظاهرة منيرة متغيرة الشكل تحدث قرب القطبين سببها إتجاه الدقائق المشحونة الى القطبين وإصطدامها بالعناصر الموجودة في أعالي الجو من أوكسجين وهيدروجين.

2- ***القمر (Moon) :*** هو أقرب الاجرام السماوية الينا وأولها من حيث الدراسة والاهتمام وهو التابع الوحيد للارض .

الخواص الفيزيائية:

1- يبعد عن الارض مسافة (384404km) وهذه المسافة مقاسة بالليزر ،ومعدل قطره (3476km)

2- كتلته تعادل (1/81.3) من كتلة الارض وتساوي ($7.35*10^{22}$kg) وكثافته ($3.34gm/cm^3$) .

3- جاذبيته تعادل (1/6) من جاذبية الارض وسرعة الافلات من سطحه تساوي (2.4km/sec).

4- ضغطه الجوي يعادل (10^{-3}) من الضغط الجوي الارضي ولايوجد هواء ولا ماء على سطحه.

5- درجة الحرارة على سطحه تتراوح بين (130°+) نهارا و (170°-) ليلا بسبب عدم وجود الماء.

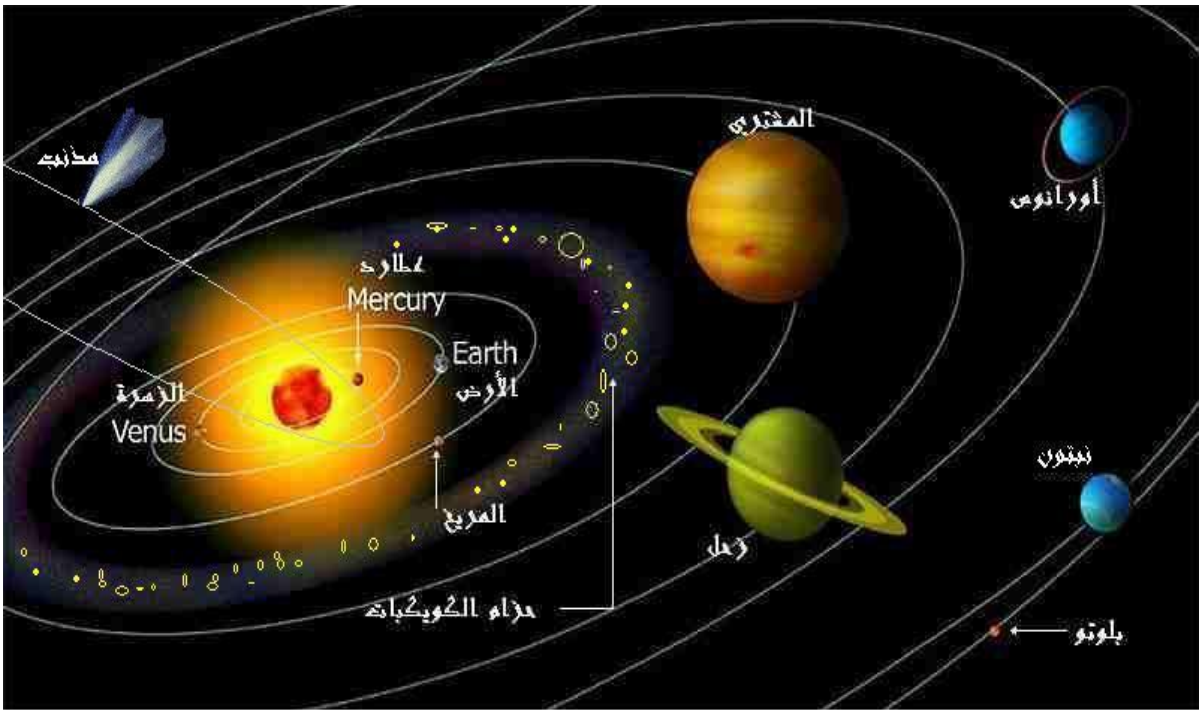
6- مجاله المغناطيسي يعادل (1%) من المجال المغناطيسي الارضي وإنعكاسية سطحه (7%) .

7- داره يميل عن مدار الارض بمقدار (5.09°) وتنوذ داره المركزي (0.055) .

نشأة المجموعة الشمسية

ينبغى لأى نموذج لتفسير نشأة المجموعة الشمسية أن يتيح تفسير الحالة الحالية لها. وقبل أن نرى كيف تشكلت المجموعة الشمسية، فلنقُم بجولة سريعة لرؤية بعضٍ من خصائصها.

تضم المجموعة الشمسية ثمانية كواكب كبيرة. ويمكن تقسيم تلك الكواكب لمجموعتين؛ الكواكب الأرضية ذات الحجم الصغير والكتلة الصغيرة والكثافة العالية، وهى عطارد والزهرة والأرض والمريخ. والمتعملقات الغازية ذات الحجم الكبير والكتلة الكبيرة والكثافة القليلة، وهى المشترِى وزحل وأورانوس ونبتون. وتبدو مدارات الكواكب حول الشمس وكأنها تقع فى مستوى واحد يعرف بالفلك البروجى، وبالتالى فإن المجموعة الشمسية من الخارج تبدو مسطحة للغاية. ولهذا السبب بالتحديد، تبدو الكواكب بالنسبة للراصد الأرضى وكأنها تتحرك فى دائرة ضيقة للغاية من السماء تدعى دائرة البروج.



نشأة اغلفة الجوية:

أحد الخصائص الأكثر إثارة للدهشة لكواكب المجموعة الشمسية هو التنوع الشديد فى تكوين أغلفتها الجوية، بدءا من الكواكب الغازية العملاقة التى يسود بها الهيدروجين والهليوم، إلى الزهرة والمريخ اللذين يتكون غلافهما الجوى بشكل رئيس من ثانى أكسيد الكربون، مرورا بغاز الميثان بالقمر تيتان، وبالتأكيد الحالة الخاصة للغاية للأرض ووفرة الأكسجين بها.

الخواص الفيزيائية للنجوم:

النجم (Star) : هو كتلة ملتهبة من الغاز تشع ضوء وطاقة حرارية عالية جدا ناتجة من التفاعل النووي الاندماجي لذرات الهيدروجين مولدة غاز الهليوم ،والشمس هي نجم متوسط العمر والحجم وهنالك المليارات من النجوم في الكون مكونة مجاميع تسمى مجرات ولكل نجم دورة حياة تبدأ بالولادة وتنتهي بالموت.

أقدار النجوم: (Steller Magnitude) : وهي مقاييس لوغارتمية للمعان النجوم واللمعان يمثل مقدار الطاقة الضوئية الواصلة من النجم . إن النجوم الاكثر لمعانا تكون اقل قدرا والعكس صحيح وقد اعطيت مجموعة الارقام الصحيحة لتمثل مقدار اللمعان ،إن العين المجردة لاتستطيع ان ترى النجم اذا كان قدره أقل من (6+) والاقدار عدة انواع هي:

1- الاقدار الظاهرية (Apperent mag.) : وهي مقاييس لوغارتمية للنجوم كما نرى من الارض ويقاس القدر الظاهري حسب قانون (**فخنر**)كما يلي:

$$m^* = constant - 2.5 \log_{10}(b^*)$$

m تمثل القدر الظاهري وb تمثل مقدار اللمعان. واذا كان لدينا نجمين فأن الفرق بين اقدارهما الظاهرية:

$$m^*_1 - m^*_2 = 2.5 \log(b_2/b_1)$$

ان الاقدار الظاهرية لا تعطي نتيجة صحيحة عن اللمعان الحقيقي للنجوم لان بعد النجوم عن الارض يكون عاملا رئيسيا لقيمة اللمعان مثلا أن لمعان النجم القطبي يفوق لمعان الشمس (1500) مرة ولكن قدره يساوي(2.1+) وقدر الشمس يساوي (26.8-) بسبب بعده الهائل المقارب (400L.y) لذلك اعتمد نظام أخر من الاقدار .

مثال(1) : ثلاثة نجوم هي (A,B,C) حيث (m_A=+12) والنجم B المع من النجم A بمقدار (10000) مرة أما النجم C فهو أخفت من النجم النجم A بمقدار (10000) فما اقدار النجمين (B,C) ؟

الحل:

$b_B/b_A = 10000$

$m_A - m_B = 2.5 \log b_B/b_A$

$+12 - m_B = 2.5 \log(10000)$

$+12 - m_B = 2.5*4$

$m_B = 12-10 = +2$

$b_C / b_A = 1/10000$

$m_A - m_C = 2.5 \log b_C / b_A$

$+12 - m_C = 2.5 \log 1/10000$

$+12 - m_C = 2.5*(-4)$

$m_C = +22$

2- الاقدار المطلقة (Absolute mag.) :

هو القدر الظاهري للنجم عندما يكون على بعد (10pc) من الارض ويساوي:

$$M_* = m_* + 5 - 5\log(r_{pc})$$

$$r_{pc} = 1/p''$$

$$M_* = m_* + 5 + 5\log(p'')$$

(r_{pc}) البعد بالفرسخ الفلكي و(p'') زاوية اختلاف المنظر.

مثال(2) : أوجد بعد النجوم التالية بوحدة الفرسخ الفلكي وزاوية اختلاف المنظر وحسب الجدول التالي:

star	m_*	M_*
A	10	5
B	5	10
C	13.5	15

1- A---- $5=10+5-5\log(r_{pc}) \longrightarrow r_{pc}=100pc$, $p''=0.01$

3- الاقدار البولومترية (Bolematric mag.) :

وهي اقدار النجوم التي تشمل جميع الطاقة الاشعاعية الواصلة من النجم وتقاس بواسطة جهاز البولومتير ومن خارج الغلاف الجوي حسب العلاقة التالية:

$$M_{bol*} = m_{bol*} + 5 - 5\log(r_{pc})$$

نورانية النجوم (Steller Luminesity) :

وهي عبارة عن الطاقة المنبعثة من النجم خلال وحدة الزمن وتقاس بوحدات (erg/sec) او (joul/sec). ويمكن حساب نورانية النجوم من قانون ستيفان-بولتزمان :

$$L_* = 4\pi\, \delta R_*^2\, Te_*^4$$

حيث ($\delta=5.67* 10^{-5} erg/cm^2.sec.k^4$)، ($R$) نصف قطر النجم، ($Te$) درجة الحرارة الفعالة.

وتقاس نورانية النجوم بدلالة نورانية الشمس التي تساوي:

$$L_\odot = 3.8*10^{26} watt = 3.8*10^{33} erg/sec$$

وهنالك علاقة رياضية بين النورانية والاقدار البولومترية للنجوم وهي:

$$M_{bol\odot} - M_{bol*} = 2.5\log(L_*/L_\odot)$$

مثال(1): نجم حرارته السطحية واقداره البولومترية ($Te=8700k$, $M_{bol*}=+1.6$, $m_{bol*}=+7.2$) أوجد:

1- بعد النجم عن الشمس وزاوية إختلاف المنظر. 2- نورانية النجم . 3- نصف قطر النجم ،اذا علمت:

$(6=5.67*10^{-5}, L\odot=3.8*10^{33}, M_{bol\odot}=4.8)$

الحل:

$M_{bol*}=m_{bol*}+5-5\log(r_{pc})$

$+1.6=+7.2+5-5\log(r_{pc})$

$r_{pc}=131.5pc$

$p''=1/r_{pc}=1/131.5=0.0076''$

$M_{bol\odot}-M_{bol*}=2.5\log(L*/L\odot)$

$4.8-1.6=2.5\log(L*/L\odot)$

$L*=74.3*10^{33}\ erg/sec$

$L*=4\pi\ 6R*^{2}\ Te*^{4}$

$R*=(L*/4\pi 6\ Te*^{4})^{1/2}$

$R*=3.5*10^{11}cm=1.9\ R\odot$

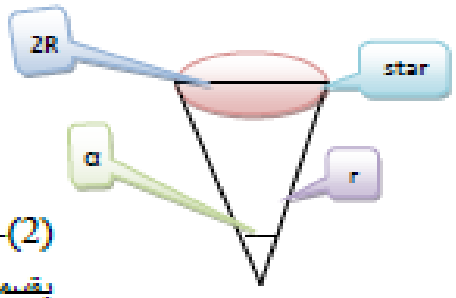
علاقة الطاقة الواصلة من النجم(E_*) بقدارة البولومترية:

إذا كان النجم ببعد مسافة (r) عن الراصد يمكن استخراج مقدار الطاقة الواصلة من النجم خلال وحدة الزمن من وحدة المساحة باستخدام قانون التربيع العكسي وكما يلي:

$E* \alpha L*/r*$

$E*=L*/4\pi r*$ but $L*=4\pi\ 6R*^{2}\ Te*^{4}$

$E*=(R*^{2}/r*^{2})\ 6\ Te*^{4}$



ومن الشكل فأن القطر الزاوي للنجم يساوي:

$\alpha_\star = 2R_\star / r_\star$

وبالتعويض نحصل على :

$E_\star = 1/4\ \alpha_\star^2 6\ Te_\star^4$ ------(1) $E_\odot = 1/4 \alpha_\odot^2 6\ Te_\odot^4$ ------(2)

بقسمة المعادلة (1) على (2) نحصل على:

$E_\star / E_\odot = (\alpha_\star/\alpha_\odot)^2 (Te_\star/Te_\odot)^4$ ----------**(A)**

$M_{bol\odot} - M_{bol\star} = 2.5 \log(L_\star/L_\odot)$---------(3)

$M_{bol\star} = m_{bol\star} + 5 - 5\log(r_\star)$ ---------(4)

$L_\star = E_\star 4\pi\ r_\star^2$----------(5)

بتعويض المعادلتين (4,5) في (3) نحصل على

$(m_{bol\odot} + 5 - 5\log(r_\odot)) - (m_{bol\star} + 5 - 5\log(r_\star)) = 2.5\log(E_\star 4\pi\ r_\star^2 / E_\odot 4\pi\ r_\odot^2)$

$m_{bol\odot} - 5\log(r_\odot) - m_{bol\star} - 5\log(r_\star) = 2.5\log(E_\star\ r_\star^2 / E_\odot\ r_\odot^2)$---------**(B)**

بتعويض المعادلة (A) في (B) ينتج:

$m_{bol\odot} - m_{bol\star} + 5\log(r_\star/r_\odot) = 5\log(\alpha_\star/\alpha_\odot) + 10\log(Te_\star/Te_\odot) + 5\log(r_\star/r_\odot)$

$\mathbf{m_{bol\odot} - m_{bol\star} = 5\log(\alpha_\star/\alpha_\odot) + 10\log(Te_\star/Te_\odot)}$

مثال : نجم نسبة قطره الزاوي الى قطر الشمس الزاوي (1/100000) وقدره الظاهري ($m_{bol\star}$=+4) ،أوجد درجة حرارته السطحية اذا علمت ان ($m_\odot$=-26.7,$Te_\odot$=6000k) .

الحل:

$\alpha_\star/\alpha_\odot = 1/100000 = 10^{-5}$

$m_{bol\odot} - m_{bol\star} = 5\log(\alpha_\star/\alpha_\odot) + 10\log(Te_\star/Te_\odot)$

$-26.7 - 4 = 5*(-5) + 10\log(Te_\star/Te_\odot)$

$-30.7+25 = 10\log(Te_\star/Te_\odot)$

$\log(Te_\star/Te_\odot) = -0.57$

$(Te_\star/Te_\odot) = 10^{-0.57}$

$Te_\star = 0.27\ Te_\odot = 0.27 * 6000$

$\mathbf{Te_\star = 1615\ k}$

دورة حياة النجوم (Steller Evolution) :

1- تولد النجوم من تجمع سحب من الغازات والاتربة الكونية في الفضاء وتبدأ بالانكماش والتقلص بفعل الجاذبية ينتج عن ذلك دوران هذه السحب حول نفسها وزيادة درجة حرارتها مكونة ما يسمى بالنجم الابتدائي .

2- عندما تصل درجة حرارة النجم الابتدائي الى (10^6k) تبدأ التفاعلات النووية في باطنه ويتحول الى نجم نموذجي وينتج عن هذه التفاعلات طاقة على شكل ضوء وحرارة وعندها يتوقف تقلص النجم ، إن عملية التقلص تتناسب عكسيا مع كتلة الكرة الغازية .

3- التفاعلات النووية أعلاه تتمثل بتحول الهيدروجين الى هليوم وبعد استهلاك الهيدروجين يبدأ النجم بالتقلص مرة اخرى فيسبب ارتفاع اكثر في درجة الحرارة وعندها تبدأعمليات إحتراق الهليوم عندها يتوقف التقلص مرة اخرى.

4- عند إحتراق كامل الهليوم في باطن النجم فانه يبدأ بالتقلص مرة اخرى بفعل الجاذبية ثم ينهار ويتحول الى قزم ابيض اونجم نيوتروني اوثقب اسود وقد ينفجر النجم مكونا السديم الكوكبي .

الاقزام البيضاء (White dwarfs) :

هي نجوم صغيرة الحجم في مراحلها النهائية من التطور ولمعانها خافت وذات درجة حرارة وكثافة عالية جدا .

النجوم النيوترونية (Neutron stars) :

وهي نجوم صغيرة الحجم ذات كثافة عالية جدا تتحد فيها الالكترونات مع البروتونات الذرية مكونة النيوترونات ، ان النجم النيوتروني الذي كتلته تعادل ثلاثة أمثال كتلة الشمس يكون نصف قطره يساوي (20km) تقريبا وسرعة الافلات على سطحه تساوي (1/3) سرعة الضوء وتبلغ كثافته (10^{15}gm/cm^3) .

النجوم السوداء (الثقوب السوداء Blak Holes):

اذا كانت كتلة النجم المنهار اكبر من (3) كتلة شمسية فانه يستمر بالانكماش ويحدث له انهيار تام ومتكامل نحو المركز الباطني ويتحول الى جرم معتم يسمى بالثقب الاسود لانه يبتلع جميع المواد التي تقترب منه حتى الضوء الذي يصدر او يقترب منه حيث يكون نصف قطره أقل من (10km) وكثافته لانهائية وسرعة الافلات من على سطحه اعلى من سرعة الضوء وهذة النجوم لايمكن مشاهدتها ولكن يمكن التحسس بجاذبيتها لما حولها من الاجسام.

المنظومات والمتغيرات النجمية

المنظومات النجمية:

تتألف كل مجرة من عدد كبير من النجوم المختلفة موزعة بصورة عشوائية اضافة الى كمية كبيرة من الغازات والاتربة الكونية ،ان هذه النجوم قد تكون منفردة او ثنائية او متعددة او على شكل تجمعات تسمى العناقيد النجمية وهذه النجوم قد تكون ثابتة النورانية او متغيرة .

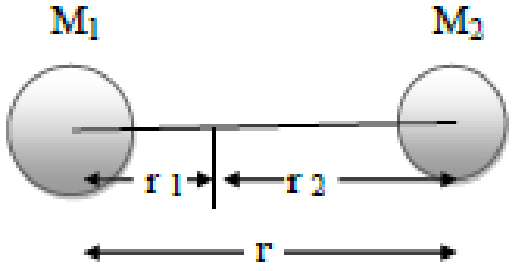
النجوم الثنائية : (Binary Stars)

هي نجوم تكونت بسبب تفكك التجمع الغازي البدائي الى جزئين بسبب التغيرات الفيزياوية التي تحصل عليه ويعتقد ان (60%) من نجوم المجرة هي ثنائية التكوين والنظام الثنائي هو عبارة عن نظام نجمي يتكون نجمين مرتبطين برباط الجاذبية المشترك ويدوران حول مركز ثقليهما.

قياس كتلة نجمين بدلالة كتلة الشمس:

يمكن استخدام قانون كبلر الثالث لاستخراج مجموع كتلتي نجمين في منظومة ثنائية بدلالة كتلة الشمس وكما يلي:

نفرض ان كتلة كل من النجمين (M_1,M_2) وان بعديهما عن مركز ثقليهما المشترك هو (r_1,r_2) والسرعة الزاوية لكل منهما (w_1,w_2) والزمن الدوراني (p) فأن:



$r = r_1 + r_2$

$w_1 = w_2 = 2\pi/p = 2\pi f = v/r$

حيث f التردد ، v سرعة خطية وبسبب وجود حالة التوازن فأن:

$M_1r_1 = M_2r_2 = (M_1M_2/(M_1+M_2))\, r$ -------(1)

واستنادا الى قوانين نيوتن في الجاذبية فأن:

$F = GM_1M_2/r_2 = M_1v_1^2/r_1 = M_2V_2^2/r_2$

حيث $(M_1v_1^2/r_1 \ , \ M_2V_2^2/r_2)$ هي القوة الطاردة المركزية للنجمين التي تعادل قوة الجذب لكل واحد منهم والتي تؤدي الى استمرارية الحركة لذلك فأن :

$GM_1M_2/r^2 = M_1v_1^2/r_1 = M_1w_1^2r_1 = 4\pi^2M_1r_1/p^2$

$G M_1M_2/r^2 = 4\pi^2M_1r_1/p^2$

$G M_2/r^2 = 4\pi^2r_1/p^2$ --------(2)

من معادلة (1) نحصل على :

$r_1 = (M_2/M_1+M_2)\, r$--------(3)

وبتعويض المعادلة (3) في المعادلة (2) ينتج:

$P^2 = 4\pi^2r^3/G(M_1+M_2)$----------(4)

وهذه العلاقة تمثل قانون كبلر الثالث ، وفي حالة الارض والشمس فأن (r =A) وزمن الدوران يساوي (P =1yr) لذلك فأن:

$P^2 = (4\pi^2/G(M_\odot + M_\oplus))\, A^3$--------(5)

وبما ان ($M_\odot >>> M_\oplus$) لذا يمكن اهمال ($M_\oplus$) ونحصل على:

$1 = (4\pi^2/GM_\odot)\, A^3$

$G = (4\pi^2/ M_\odot)\, A^3$----------(6)

بتعويض المعادلة (6) في (4) نحصل على:

$M_1 + M_2 = (r/A)^3M_\odot/P^2$-------(7)

ومن المثلثات الهندسية نجد ان:

$\sin \alpha = \alpha = r/d$ ----------(8)

وبالنسبة للراصد من الارض فأن:

$p'' = A/d$ ----------(9)

وبقسمة المعادلة (8) على (9) ينتج:

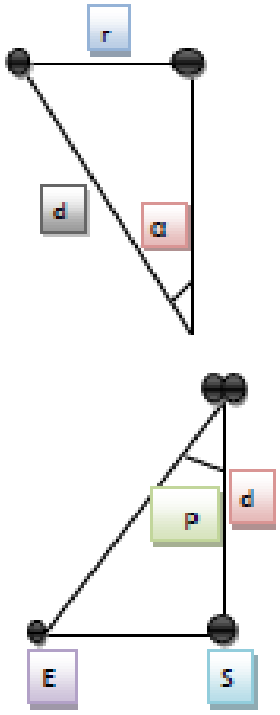
$\alpha/p'' = r/A$ ----------(10)

وبتعويض المعادلة (10) في (7) نحصل على:

$M_1 + M_2 = (\alpha/P'')^3\, M_\odot/P^2$ ----------(11)

(α) البعد الزاوي ،(p") البرلاكس ،(p) الزمن الدوراني

هذه العلاقة تمثل استخراج كتلة نجمين بدلالة كتلة الشمس.



مثال : نجم ثنائي كتلة الاول ثلاثة اضعاف كتلة الثاني فاذا كانت زاوية اختلاف المنظر ("p"=0.37) والبعد الزاوي للثنائي (α=7.57°) . أوجد كتلة كل نجم بدلالة كتلة الشمس علما ان الزمن الدوراني للنجم (p= 50 yr) .

الحل:

$M_1 + M_2 = (\alpha/P")^3 M_\odot/P^2 = (7.57°/0.37")^3 * (M_\odot/50^2) = 3.4 M_\odot$

$M_1 = 3M_2$

$4M_2 = 3.4 M_\odot$

$M_2 = 0.85 M_\odot$

$M_1 = 3 * 0.85 = 2.55 M_\odot$

أنواع النجوم الثنائية:

1ـ **الثنائيات الظاهرية (الوهمية)**

2ـ **الثنائيات البصرية**

3ـ **الثنائيات الطيفية**

4ـ **الثنائيات الفلكية**

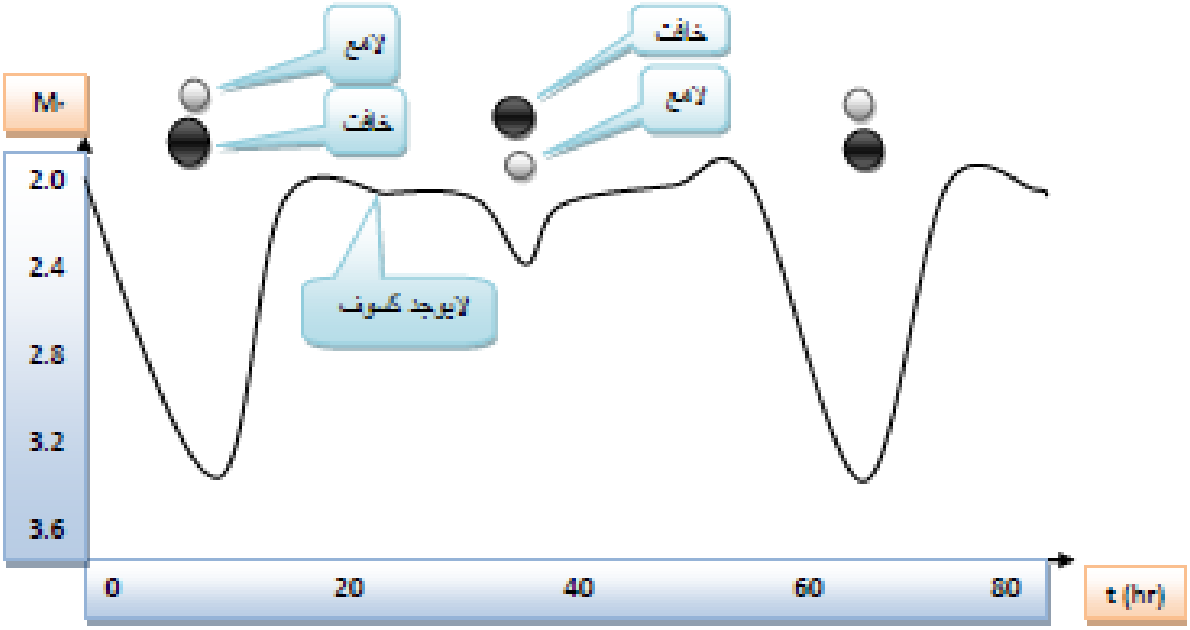
5ـ **الثنائيات الكسوفية:** هي نظام ثنائي يتألف من نجمين متقاربين ومرتبطين برباط الجاذبية المشترك ويدوران حول مركز ثقلهما المشترك وقد يمر أحد هذين النجمين أمام الاخر فيحجبه بالنسبة للراصد وتحدث عملية الكسوف وعندها تتغير نورانية الثنائي . إن دراسة هذا الكسوف مهمة لتوفير معلومات عن الخواص الفيزيائية للنجوم ويمكن وصف التغير في نورانية الثنائي بواسطة منحني اللمعان الذي يمثل تغير لمعان النجم الثنائي مع الزمن ودراسة هذا المنحني له فوائد كثيرة منها :

1ـ حساب كتلة ونصف ونورانية النجم الثنائي

2ـ حساب مقدار تغير النجم عن الشكل الكروي بفعل الجاذبية

3ـ حساب زاوية الميل

4ـ حساب عامل العتومة ومقدار الانعكاسية للنجم



مخطط لمعان النجم

النجوم المتغيرة:

وهي نجوم غير مستقرة تعاني تغيرات فيزياوية مثل اللمعان والحجم ودرجة الحرارة وهي نوعين :

1ـ المتغيرات النابضة:

وهي نجوم تكون تغيراتها على شكل ذبذبات منتظمة ومستمرة وتعتمد على اساس التمدد والتقلص في الحجم بسبب عدم التوازن الداخلي لها الناتج من الصراع القائم بين القوى النووية والحرارية وقوى الجاذبية داخل النجم ، ان نصف قطرها يتغير بمقدار (10%) في الحالتين وهذا التغير يولد تغيرا في النورانية والمرتبة الطيفية وتقسم هذه النجوم الى ثلاثة انواع حسب المدة الزمنية للتغير.

2ـ المتغيرات البركانية:

وهي نجوم تمتاز بالزيادة المفاجئة في نورانيتها في حالة تشبه الانفجارات البركانية ثم تعود الى حالتها الاصلية خلال عدة شهور وهي نجوم في مراحلها العمرية الاخيرة ومن امثلتها المستعرات والمستعرات العظمى والسدم الكوكبية .