جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

محاضرات مادة

فيزياء الفلك والفضاء

لطلبة المرحلة الثانية – الفصل الدراسي الاول
قسم الفيزياء

اعـــــــداد
الاستاذ المساعد فريد مصعب مهدي
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

المحتويات

ت	الفصل	عنوان الفصل	المادة	تسلسل الصفحات
-1	الاول	القبة السماوية	قوانين كبلر	2
-2	الاول	القبة السماوية	القبة السماوية	3
-3	الاول	القبة السماوية	مصطلحات فلكية	4-5
-4	الاول	القبة السماوية	أنظمة احداثيات القبة السماوية	5-9
-5	الاول	القبة السماوية	الفصول الفلكية- وحدات القياس	10 –11
-6	الثاني	المجموعة الشمسية	الخواص الفيزياوية للشمس وطبقاتها	12 - 13
-7	الثاني	المجموعة الشمسية	الظواهر السطحية للشمس - القمر	13 - 15
-8	الثالث	الكواكب السيارة	الخواص الفيزياوية للكواكب السيارة	16 - 17
-9	الثالث	الكواكب السيارة	الشهب والنيازك والمذنبات	17 - 18
-10	الثالث	الكواكب السيارة	أصل المنظومة الشمسية	18
-11	الرابع	الخواص الفيزياوية للنجوم	أقدار النجوم- نورانية النجوم	19 - 22
-12	الرابع	الخواص الفيزياوية للنجوم	مخطط (H-R)	23
-13	الرابع	الخواص الفيزياوية للنجوم	دورة حياة النجوم	24
- 14	الخامس	المنظومات والمتغيرات النجمية	النجوم الثنائية- قياس كتلة نجمين	25 - 27
-15	الخامس	المنظومات والمتغيرات النجمية	أنواع النجوم الثنائية- النجوم المتغيرة	27 - 28
-16	السادس	المجرة	مجرتنا درب اللبانة	29
-17	السادس	المجرة	حركة المجرة	30 - 31
-18	السادس	المجرة	حساب كتلة المجرة	32
-19	السابع	المجرات	انواع المجرات	33 - 34
20	السابع	المجرات	المجرات الفعالة	35- 36
21	الثامن	الكويزرات والكون والحياة	الكويزرات – تمدد الكون	37 - 38
22	الثامن	الكويزرات والكون والحياة	نظريات نشوء الكون	38 - 41
-23	الثامن	الكويزرات والكون والحياة	الحياة في الكون - المصادر	41 - 42

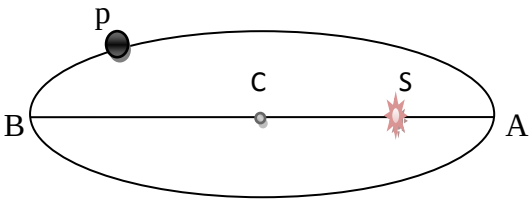
الفصل الأول

القبة السماوية

قوانين كبلر:

1 - القانون الاول :(قانون المدارات البيضوية)

(جميع الكواكب السيارة تدور حول الشمس في مدارات إهليليجية (قطع ناقص) بحيث تقع الشمس في إحدى بؤرتيها)



- أقرب نقطة الى الشمس تسمى الحضيض- A
- أبعد نقطة الى الشمس تسمى الاوج- B

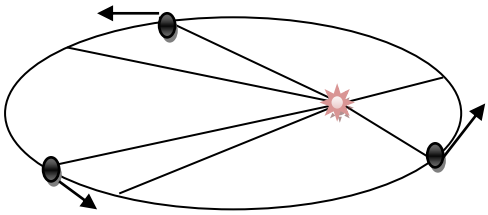
الشذوذ المركزي (Eccentricity) :(e)

(هو النسبة بين بعد البؤرة (S) عن المركز وبين نصف المحور الكبير للمدار (**CB** *or* **CA**) حيث (S) يمثل موقع الشمس).

e =CS/CB

2 - القانون الثاني :(قانون المساحات)

يمسح المستقيم الواصل بين مركز الشمس ومركز الكوكب مساحات متساوية في أزمان متساوية). وهذا يعني ان المساحة الممسوحة في وحدة الزمن تساوي كمية ثابتة.أي إن سرعة الكوكب في المدار غير ثابتة.



3 - القانون الثالث : (قانون زمن الدوران)

(مربع زمن دوران أي كوكب حول الشمس يتناسب طرديا مع مكعب نصف المحور الكبير لمدار ذلك الكوكب)

$P^2 \alpha\ r^3$----------(1)

$P^2 = k\ r^3$----------(2)

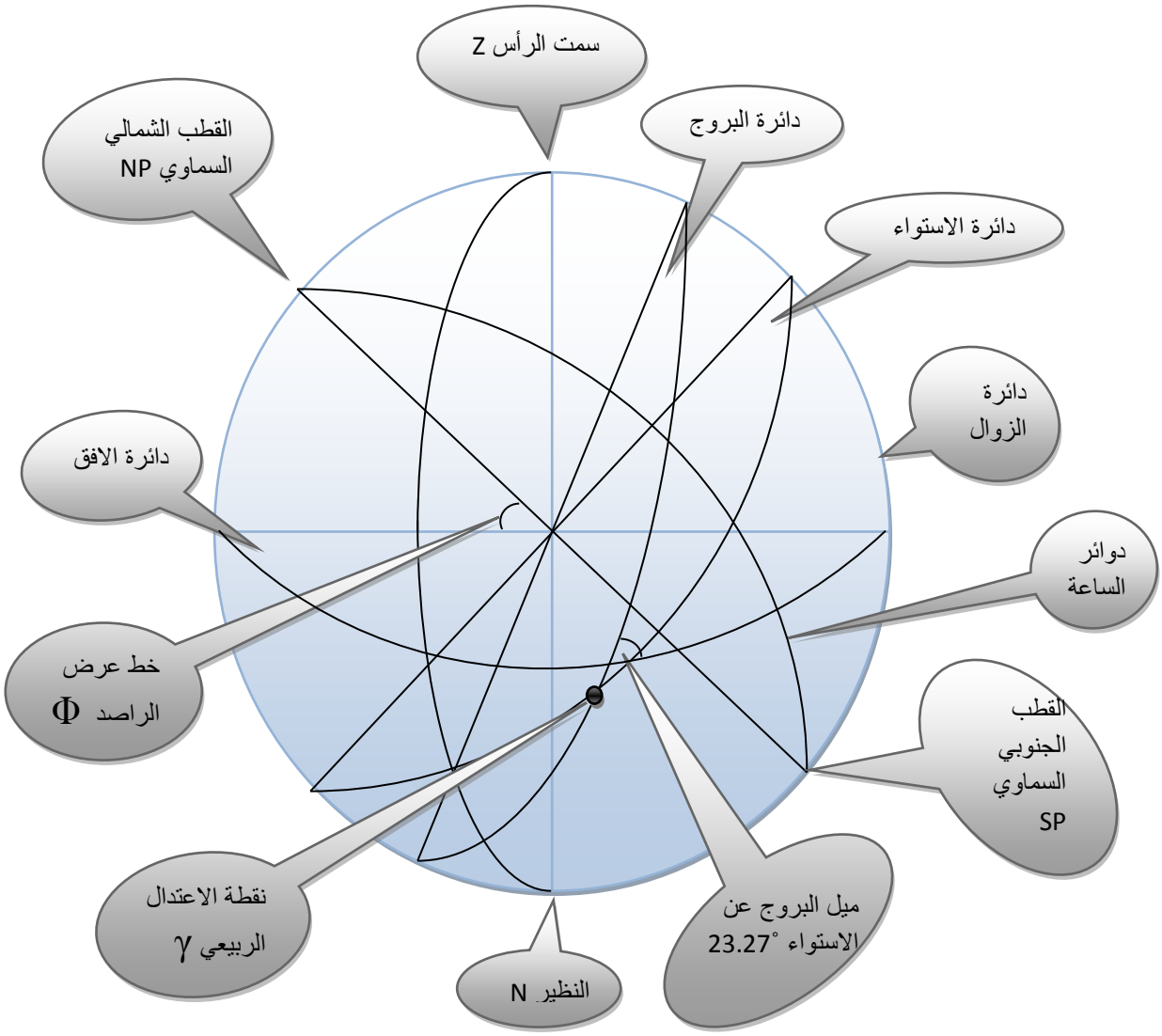
$\mathbf{k = 4\pi^2/G(M_\odot + m_p)}$ ----------(3)

حيث (p) زمن الدوران ،(r) نصف المحور الكبير،($M_\odot + m_p$) كتلة الشمس والكوكب.

القبة السماوية: (Celestial Sphere)

(هي الكرة الوهمية العظمى التي تترآى لنا وكأننا نقع في مركزها وتنتشر على جدرانها الداخلية النجوم والاجرام السماوية)

إن ظهور السماء وكأنها كروية ناتج من الانحناء الكروي للارض ،أما الحركة الظاهرية للنجوم من الشرق الى الغرب فأنه ناتج عن دوران الارض حول نفسها من الغرب الى الشرق.



مصطلحات فلكية

1 - سمت الرأس (Zenth):

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

2 - النظير (Nadir):

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

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

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

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

10 - 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).

أنظمة إحداثيات القبة السماوية: *(Coordinat's systems)*

1 - نظام الافق : *(Horizen system)*

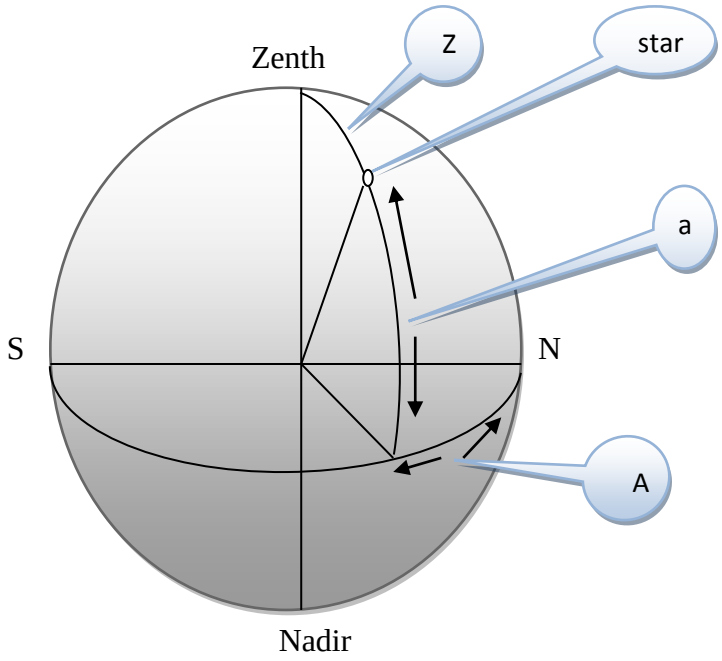
الدائرة الاساسية في هذا النظام هي دائرة الافق والنقطة الاساسية هي سمت الرأس والاحداثيات هي:

1 - البعد السمتي (z): وهي الازاحة الزاوية المحصورة بين سمت الرأس وموقع الجرم السماوي في الفضاء وتقاس بالدرجات وأجزائها.

2 - *الارتفاع الزاوي (altitude) (a)*: وهي الازاحة الزاوية المحصورة بين دائرة الافق وموقع الجرم السماوي في الفضاء وتقاس بالدرجات وأجزائها وإن:

$$Z + a = 90^{\circ}$$

3 - *الاتجاة الافقي (Azimuth) (A):* وهي الازاحة الزاوية على دائرة الافق المحصورة بين الشمال الافقي والدائرة الرأسية المارة بالجرم السماوي وبأتجاه الشرق وتقاس بالدرجات وأجزائها .



2 - نظام الاستواء: (Equatarial system)

يستخدم هذا النظام لمعرفة مواقع الاجرام السماوية في الفضاء نسبة الى دائرة الاستواء . والنقطة الاساسية هي القطب الشمالي السماوي ونقطة الاعتدال الربيعي (γ) والدائرة الاساسية هي دائرة الاستواء السماوي ، والاحداثيات هي:

1 - ***الميل (δ) : (Declination)***

وهي المسافة الزاوية للجرم السماوي عن دائرة الاستواء وتقاس بالدرجات وأجزائها شمال وجنوب خط الاستواء. (90+--------0--------90-)

2 - ***المطلع المستقيم (α) : (Riyht Ascention)***

هي الازاحة الزاوية المحصورة بين نقطة الاعتدال الربيعي ودائرة الساعة المارة بالجرم السماوي وتقاس بالساعات وأجزائها وبأتجاه الشرق لغاية (360°)

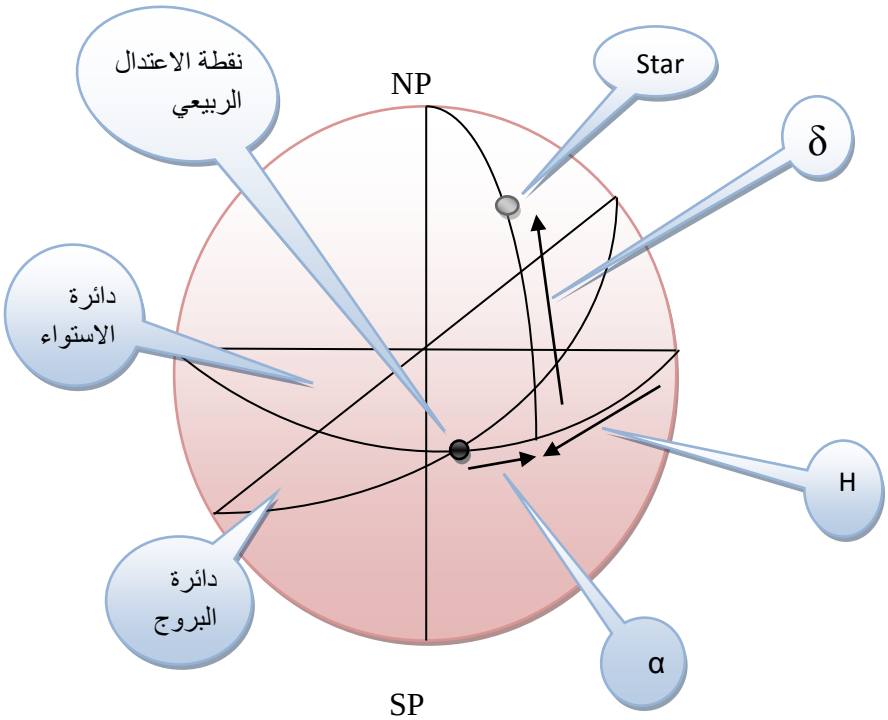
3 - ***زاوية الساعة (H) : (Hour Angle)***

هي الازاحة الزاوية المحصورة بين مستوي زوال الراصد (دائرة الزوال) وبين مستوي دائرة الساعة الواقع عليها الجرم وتقاس بالساعات وأجزائها وإن:

$$H + \alpha = St$$

حيث (**St**) يمثل ***الزمن النجمي (Sidereal time)*** ، وعندما يكون الجرم واقعا على دائرة الساعة المارة بنقطة الاعتدال الربيعي فأن :

$$H = St$$



العلاقة بين نظام الافق ونظام الاستواء:

يمكن التحويل بين إحداثيات نظام الافق وإحداثيات نظام الاستواء وبالعكس باستخدام العلاقات التالية:

Cosine formula:

$$\cos Z = \cos \delta \cos \Phi \cos H + \sin \Phi \sin \delta \text{ ----------(1)}$$

Sine formula:

$$\sin \delta = \cos \Phi \cos A \sin Z + \sin \Phi \cos Z \text{ ----------(2)}$$

حيث (Φ) تمثل خط عرض الراصد الجغرافي .

التحويل من الدرجات الى الزمن:

dgree	time
360˚	24^{h} hour
15˚	1^{h} hour
1˚	4^{m} minute
15′	1^{m} minute
1′	4^{s} second
15″	1^{s} second

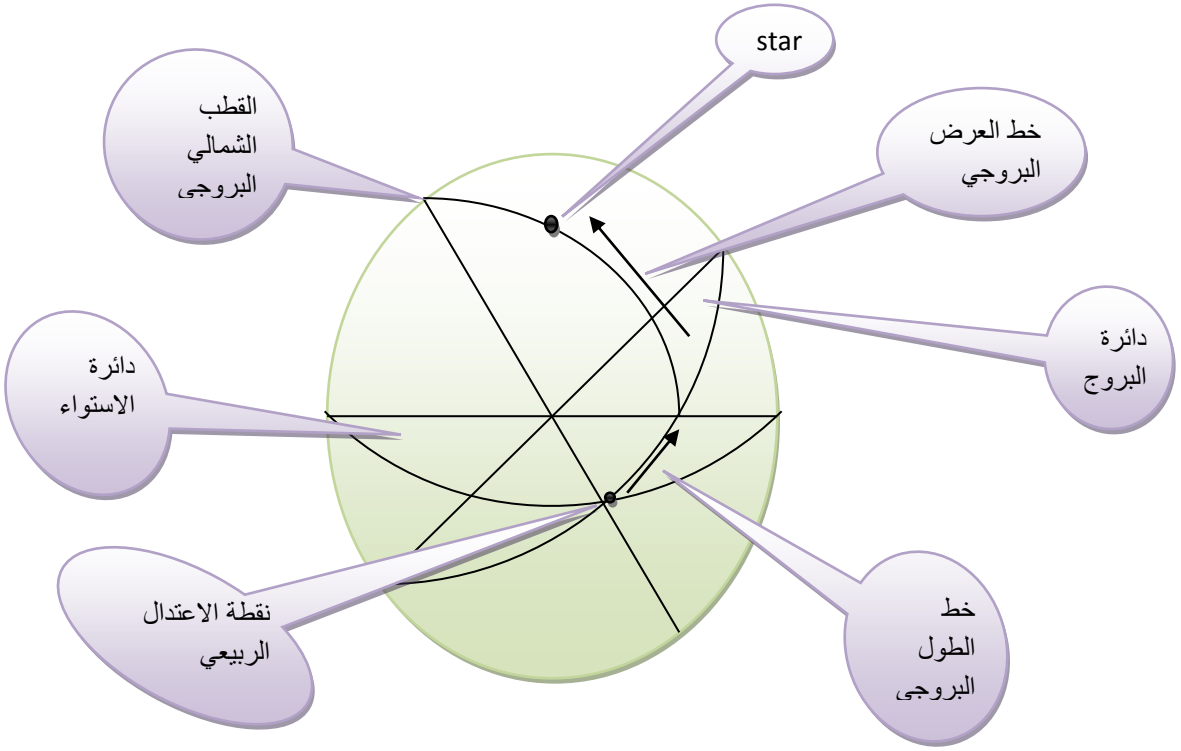
3- النظام البروجي: (Ecliptic system)

الدائرة الاساسية في هذا النظام هي دائرة البروج والنقطة الاساسية هي القطب البروجي الشمالي وإحداثيات هذا النظام هي :

1- خط العرض البروجي:هو عبارة عن بعد الجرم السماوي عن دائرة البروج .

2- خط الطول البروجي :هو عبارة عن الازاحة الزاوية بين نقطة تقاطع خط العرض البروجي مع دائرة البروج ونقطة الاعتدال الربيعي .

إن خط العرض البروجي للشمس يساوي صفر دائما لان دائرة البروج تمثل المسار الضاهري للشمس.

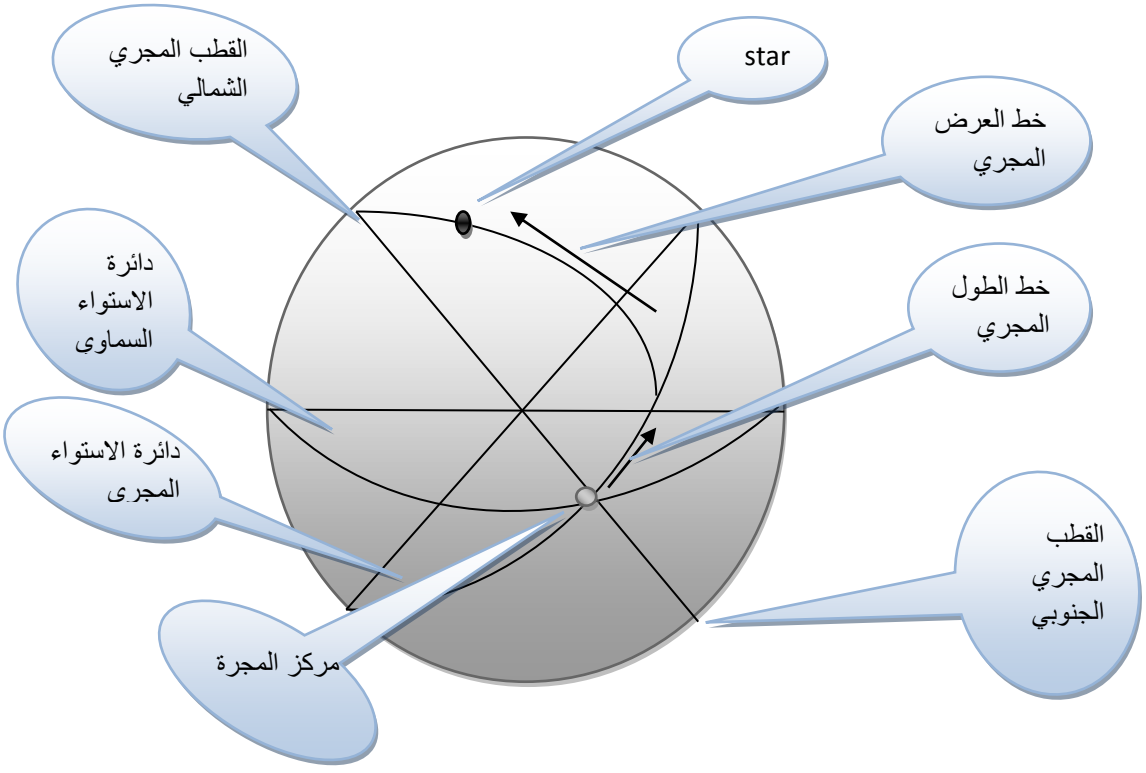


4- ***النظام المجري: (Galactic system)***

يستخدم هذا النظام لدراسة مجرتنا درب التبانة واحداثياته هي:

1- ***خط العرض المجري:*** هو الازاحة الزاوية بالدرجات شمال أو جنوب دائرة الاستواء المجري .

2- ***خط الطول المجري:*** هو الازاحة الزاوية بالدرجات بين نقطة تقاطع الدائرة المارة بالجرم السماوي ودائرة الاستواء المجري وبين النقطة المفروضة لمركز المجرة أو النقطة الصفرية (برج الرامي).



مثال (1):

تم رصد نجم ميله (42˚.21′) شمالا في منطقة خط عرض (60 ˚) في وقت كانت زاوية الساعة فيه ($8^h\ 16^m\ 42^s$) أوجد 1- الارتفاع الزاوي للنجم عن الافق.—2- الاتجاه الافقي للنجم .

الحل:

$\delta = 42˚.21′/60 = 42.35˚$

$H = 8^h\ 16^m\ 42^s/60 = = 8^h\ 16.7^m/60 = 8.2783^h * 15˚ = 124.175˚$

$\text{Cos } Z = \cos \delta \cos \Phi \cos H + \sin \Phi \sin \delta$

$\text{Cos } Z = \cos (42.35˚) \cos(60˚) \cos(124.175˚) + \sin(60˚) \sin(42.35˚)$

$\text{Cos } Z = 0.3758$

$Z = 67.9262˚$

$a = 90˚ – Z = 90˚ - 67.9262˚= 22.0738˚$

$\text{Sin } \delta = \cos \Phi \cos A \sin Z + \sin \Phi \cos Z$

$\text{Cos } A = \sin \delta – \sin \Phi \cos Z / \cos \Phi \sin Z$

$\text{Cos } A = (\sin (42.35˚) - \sin(60˚) \cos(67.9262˚))/(\cos(60˚) \sin(67.9262˚))$

$\text{Cos } A = 0.7571$

$A = 41.2738˚$

مثال (2):

شوهد هلال ميله (8˚37′17″) والمطلع المستقيم له ($14^h10^m4^s$) عندما كان الزمن النجمي ($19^h15^m1.9^s$) .أوجد الارتفاع الزاوي للهلال والاتجاه الافقي إذا علمت إن خط عرض الراصد (33.21˚) .

الحل :واجب على الطالب

الفصول الفلكية:

هي أربعة فصول مختلفة الظروف المناخية وسبب حدوثها هو ميلان محور دوران الكرة الارضية عن العمود المقام على مستوي دوران الارض حول الشمس ، وتفصل هذه الفصول أربعة مواقع في السنة تمثل مواقع الشمس على دائرة البروج وحسب الجدول التالي:

ت	الموقع	التاريخ	المجموعة النجمية	إحداثيات الشمس	الملاحظات
-1	نقطة الاعتدال الربيعي	21 أذار	الحمل	$\delta= o^{\circ}, \alpha=0^{h}$	يتساوى الليل والنهار
-2	نقطة الاعتدال الخريفي	23 أيلول	الميزان	$\delta= o^{\circ}, \alpha=12^{h}$	يتساوى الليل والنهار
-3	نقطة الانقلاب الصيفي	22 حزيران	السرطان	$\delta= 23.27^{\circ}, \alpha=6^{h}$	أطول نهار وأقصر ليل
-4	نقطة الانقلاب الشتوي	22 كانون1	الجدي	$\delta= -23.27^{\circ}, \alpha=18^{h}$	أقصر نهار وأطول ليل

وهنالك ظاهرة تسمى ظاهرة شمس منتصف الليل (بقاء الشمس مشرقة على مدار اليوم) تحصل في خطوط العرض العالية أكبر من (66˚) وأقل من (66˚-) أي القريبة من القطبين الشمالي والجنوبي حيث تحدث في 22 كانون الاول في القطب الجنوبي وفي 22 حزيران في القطب الشمالي.

وحدات القياس الفلكية:

1 - الوحدة الفلكية: (Astronomical Unit) (A.U)

وهي معدل المسافة بين مركز الشمس ومركز الارض وتساوي تقريبا (***$150*10^{6}$ km***) حيث تم قياس بعد الارض عن الشمس بأستخدام عدة طرق منها ظاهرة دوبلر أو الاشارات الراديوية.

2 - ***السنة الضوئية: (Light Year) (L.Y)***

وهي معدل المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة زمنية واحدة بوحدة الكيلو متر وتساوي:

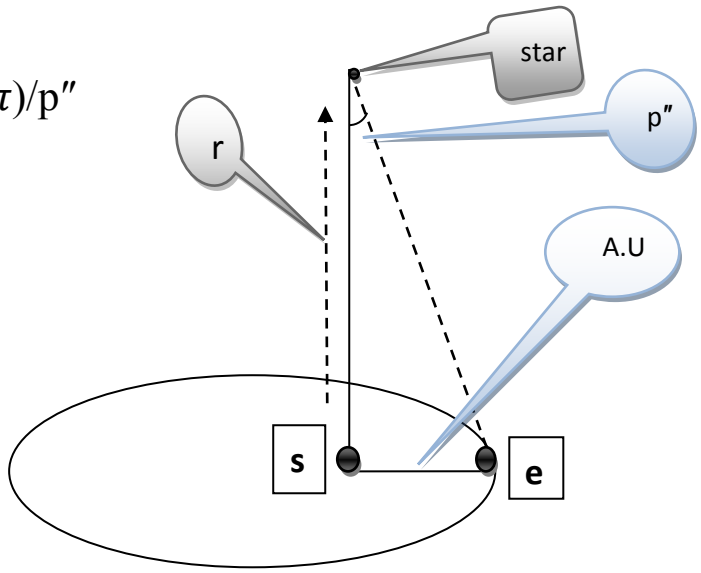
$$L.Y = 3*10^{5}\ km/s*365.25^{d}*24^{h}*60^{m}*60^{s} = \mathbf{9.45*10^{12}\ km}$$

3- زاوية اختلاف المنظر(البرالاكس): (Parallax) (p)

هو مقدار الزاوية التي يتغير فيها الموقع الظاهري للنجم بالنسبة الى موقع النجوم البعيدة الاخرى نتيجة تغير موقع الراصد على الارض أوتغير موقع الارض عند دورانها حول الشمس وتقاس بالثواني القوسية وتتناسب هذه الزاوية عكسيا مع بعد النجوم.

r (a.u)=(360*60*60/2π)/p″

r(a.u) = ***206265/p″***



4-***<u>الفرسخ الفلكي: (Parsec) (pc)</u>***

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

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

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

<u>الحل:</u>

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

<u>مثال 2 :</u> اذا علمت إن البرلاكس لنجمة الشعرى اليمانية هو (0.39″) أوجد بعد النجم بالوحدة الفلكية والسنة الضوئية والفرسخ الفلكي.

<u>مثال 3 :</u> ما الزمن اللازم بالسنين للوصول الى مجرة المرأة المسلسلة (Andromeda) التي تبعد عنا مليونا سنة ضوئية اذا سرنا بسرعة (0.01) من سرعة الضوء.

الفصل الثانـي

المجموعة الشمسية (The Solar system)

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 الفيزياوية 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) .

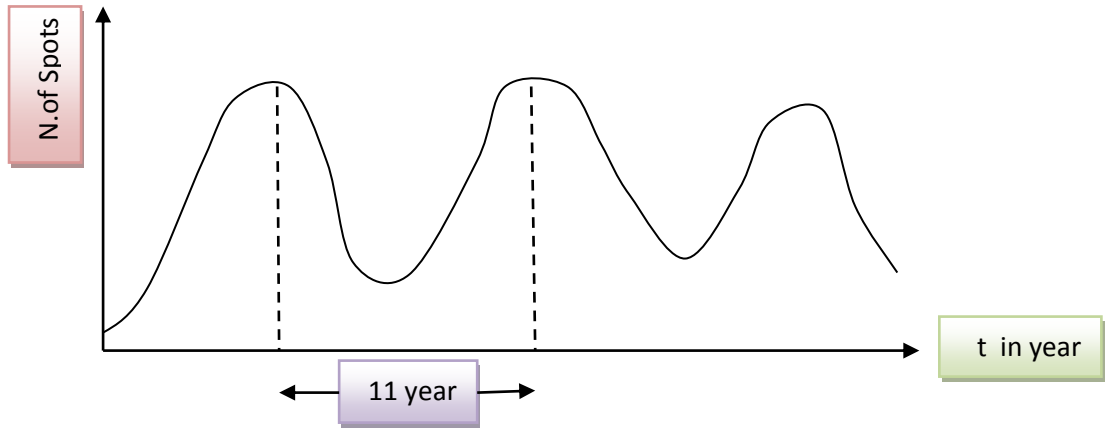
c- الاكليل (الهالة) (Corona) :

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.

3- الشواظ الشمسية (Solar Flares) :

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

4- التأججات اللامعة (Prominences) :

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

5- 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.

6- 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 (30-20) ساعة .
- هذه الدقائق لاتؤثر على الجزء الارضى 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 الفيزياوية:

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

2- كتلتة 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) وشذوذ داره المركزي (0.055) .

الفصل الثالث

الكواكب السيارة

1- الكواكب السيارة (The Planets) :

وهي الاجرام السماوية التي تدور حول الشمس وتمثل جزء من المنظومة الشمسية حيث يبلغ عددها تسعة كواكب تدور بمسافات مختلفة عن الشمس وتقسم الى قسمين حسب كثافتها وتركيبها الكيمياوي

a- الكواكب الارضية:

وهي **عطارد والزهرة والارض والمريخ** وهي أجسام صلدة متشابه في كثافتها وتركيبها الكيمياوي ولكن تختلف في الاحوال الطبيعية لسطحها مثل درجة الحرارة وقوة الجاذبية ووفرة الماء والهواء.

b- الكواكب العملاقة :

وهي **المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو** وتبلغ كثافتها ربع كثافة الكواكب الارضية ويوجد على سطحها بعض السحب الغازية وبعض المناطق الداخلية الحارة جدا محاطة بطبقات باردة .

قاعدة بود (Bode's low) :

وهي قاعدة وضعها العالم الالماني يوهان بود في منتصف القرن السابع عشر لتحديد بعد كل كوكب عن الشمس حسب الخطوات التالية:

1- نختار سلسلة من الارقام تمثل الصفر ومضاعفات الرقم (3) كما يلي:

(0 , 3 , 6 , 12 , 24 , 48 , 96 , 192 , 384 , ---)

2- نضيف لكل رقم الرقم (4) فينتج:

(4 , 7 , 10 , 16 , 28 , 52 , 100 , 196 , 388 , ---)

3- نقسم كل رقم في الخطوة (2) أعلاه على (10) فينتج:

(0.4 , 0.7 , 1 , 1.6 , 2.8 , 5.2 , 10 , 19.6 , 38.8 , ---)

إن القيم أعلاه تمثل البعد التقريبي لكل كوكب حول الشمس مقاسا بالوحدات الفلكية وقد وضع العالم بود المعادلة أدناه لوصف هذه القيم :

$$r = 0.4 + 0.3 * 2^n$$

(r) تمثل بعد الكوكب بالوحدة الفلكية،($n=\infty,0,1,2,3,4,---$) حسب تسلسل الكوكب .

$$r = 0.6 + 0.45 * 2^n$$

(r) تمثل بعد الكوكب بوحدة (100) مليون كيلو متر، (n) تمثل نفس القيمة أعلاه.

والجدول التالي يمثل الابعاد الحقيقية للكواكب مقارنة مع قاعدة بود:

البعد(a.u)	عطارد	الزهرة	الارض	المريخ	الكويكبات	المشتري	زحل	اورانوس	نبتون	بلوتو
البعد الحقيقي	0.39	0.72	1	1.52	2.8	5.2	9.52	19.13	30.6	39.4
قاعدة بود	0.4	0.7	1	1.6	2.8	5.2	10	19.6	38.8	77.6

وفيما يلي ***جدول يتضمن الخواص الفيزياوية للكواكب السيارة:***

الخواص الفيزياوية	عطارد	الزهرة	الارض	المريخ	المشتري	زحل	اورانوس	نبتون	بلوتو	الكويكبات
name	Mercury	Venus	Earth	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Ploto	Mi. p.
البعد ($*10^6$km)	57.9	108.2	149.5	228	778	1427	2870	4497	5900	420
المدة المدارية	88dy	224dy	365dy	687dy	11.8yr	29.4yr	84yr	164.8yr	247yr	4.6yr
المدة الدورية	58.6dy	243dy	24hr	24.6h	10hr	10.23h	17.24h	16.1hr	6.37d	9.8hr
السرعة المدارية	48 k/s	35 k/s	30 k/s	24 k/s	13 k/s	9.6 k/s	6.7 k/s	5.43 k/s	4.7 k/s	----
القطر (km)	4878	12104	12756	6794	143884	120536	51118	50538	2324	1000
الكثافة gm/cm^3	5.41	5.25	5.5	3.94	1.33	0.71	1.27	2.06	----	-----
الكتلة (gm)	3.3-26	4.8-27	5.9-24	6.4-26	318E	95.17E	14.6E	17.2E	0.002E	-----
الحجم الى الارض	0.056	0.86	1	0.15	1318	744	67	57	Chang	-----
سرعة الافلات	4.25 k/s	10.36 k/s	11k/s	5 k/s	60.2 k/s	32.2 k/s	22.5 k/s	23.9 k/s	1.18 k/s	-----
الجاذبية	0.38E	0.9E	1	0.38E	2.64E	1.07E	1.17E	1.2E	-----	-----
الشذوذ المركزي	0.2	0.007	0.017	0.093	0.048	0.056	0.047	0.009	0.248	0.078
درجة الحرارة	+350_-170	+480_-33	+22	-22	-150	-180	-214	-220	-220	-----
عدد الاقمار	------	------	1	2	63	47	27	15	2	----

2- الكويكبات الصغيرة (Minor Planets) :

وهي أجرام سماوية صغيرة الحجم صخرية التركيب وغير منتظمة الشكل يبلغ عددها (40000) تقريبا أكبرها سيرس قطرة (1000km) تدور في مدار يبعد عن الشمس (2.8a.u) ويقع بين مداري المريخ والمشتري وهو مدار غير منتظم ويعتقد العلماء إن أصل تكوينها هو السديم الشمسي .

3- الشهب (Meteors) :

جسيمات صخرية أو معدنية التركيب مختلفة الاشكال والاحجام وعند مرورها بالغلاف الجوي تحتك مع الهواء وتحترق وتتطاير مولدة ذيل متوهج ،إن شدة توهج الشهب تتناسب طرديا مع كتلتها ومربع سرعتها لذلك فأن البطيئة تفقد مابين (0.5-0.9) من كتلتها والسريعة تفقد جميع كتلتها .

إن سرعة هذه الكتل تتغير بتغيرحركة الارض حول الشمس فعند دخولها الغلاف الجوي قبل منتصف الليل تكون سرعتها إقل مايمكن (12km/sec) وبعد منتصف الليل تكون سرعتها أكبر مايمكن (72km/sec) بسبب إتجاه حركة الارض حول محورها.

4- النيازك (Meteoroites) :

الاجزاء الواصلة الى الارض من الشهب والتي لم تحترق في الغلاف الجوي وتكون ذات أحجام مختلفة من ذرات التراب الى عشرات الاطنان ويسقط على الارض يوميا حوالي (1000tan) من الدقائق الترابية .

5- المذنبات (Comets) :

وهي أجرام سماوية ذات أشكال خاصة لها رأس غازي كبير ومشوش يحيط بنواة صخرية ولها ذنب طويل ينمو بفعل ضغط الرياح الشمسية على المذنب الذي يؤدي الى تطاير مادته كلما أقترب من الشمس ومدارات هذه الاجسام على شكل قطع ناقص ذو إنحراف مركزي كبير ومن أشهرها مذنب هالي الذي يكمل دورة حول الشمس كل (76yr) .

أصل المنظومة الشمسية: لقد وضعت عدة فرضيات لتفسير أصل وتكون المجموعة الشمسية وأهمها:

1- فرضية ديكارتز :

وضعت عام 1644م وكانت اول فرضية تفسر اصل المنظومة الشمسية من السديم الغازي .

2- فرضية بوفون :

وضعت عام 1750 م وقد نصت على إن الكواكب تكونت على أثر إصطدام مذنب بالشمس ونتيجة ذلك انفصلت بعض الغازات من الشمس واستمرت تدور حولها ثم انكمشت هذه الغازات وكونت الكواكب ثم توابعها .

3- فرضية شامبرلن ومولتن:

وضعت عام 1900 م وقد نصت على إن نجم كبير أقترب من الشمس وبسبب الجذب أنفصلت كمية من الغازات وبقيت تدور حول الشمس ثم كونت الكواكب وهي نفس نظرية جينز وجيفر.

4- فرضية هنري رسل:

تنص على ان الشمس ربما كانت نجم ثنائي يدوران حول بعضهما ثم انفجر احد النجمين مكونا الكواكب وتوابعها.

5- الفرضية السديمية:

وهي افضل نظرية مقبولة لحد الان قدمت من قبل العالم لابلاس وتنص على إن المنظومة الشمسية تكونت من سديم كبير مؤلف من الغازات والاتربة بدرجة حرارة واطئة ويدور حول محوره بسرعة بطيئة وبسبب قوة الجذب بدأ بالانكماش لذلك أزدادت سرعته حسب قانون حفظ الزخم وبسبب زيادة سرعة الدوران أصبح شكله مفلطحا اكثر وبزيادة السرعة انفصلت الاجزاء الخارجية على شكل حلقات وبدأت بالتكثف لتكون كل حلقة احد الكواكب وتوابعه بنفس الطريقة ، ومركز السديم الرئيسي يتقلص بفعل الجذب مكونا كتلة حارة والتي سميت بالشمس .إن هذه النظرية هي الاكثر قبولا في تفسير تكون النجوم من الغازات والاتربة السائبة في فضاء مابين النجوم.

ألفصل الرابع

الخواص الفيزياوية 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) والاقدارعدة انواع هي:

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

$$m_* = \text{constant} - 2.5 \log_{10}(b_*)$$

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

(B,C) **على الطالب.**

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 :

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

حيث ($\sigma=5.67* 10^{-5} erg/cm^2.sec.k^4$)، (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:

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

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

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:

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

الحل:

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

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

$\mathbf{r_{pc} = 131.5pc}$

$\mathbf{p"} = 1/r_{pc} = 1/131.5 = \mathbf{0.0076"}$

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

$4.8 - 1.6 = 2.5\log(L_*/L_{\odot})$

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

$L_* = 4\pi\ б R_*^2\ Te_*^4$

$R_* = (L_*/4\pi б\ Te_*^4)^{1/2}$

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

مثال(2): نجم حرارته السطحية واقداره البولومترية ($Te=5000k$, $M_{bol*}= +2.6$, $m_{bol*}= +6.1$) أوجد:

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

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

- واجب على الطالب.

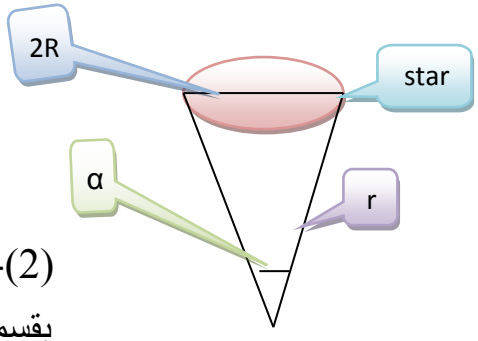
علاقة الطاقة الواصلة من النجم(E_*) باقدارة البولومترية:

إذا كان النجم يبعد 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 $L_* = 4\pi\ б R_*^2\ Te_*^4$

$E_* = (R_*^2/r_*^2)\ б\ Te_*^4$



ومن الشكل فأن القطر الزاوي للنجم بساوي:

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

وبالتعويض نحصل على :

$E_* = 1/4\ \alpha_*^2 \sigma\ Te_*^4$ ------(1) $E_\odot = 1/4\alpha_\odot^2 \sigma\ Te_\odot^4$ ------(2)

بقسمة المعادلة (1) على (2) نحصل على:

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

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

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

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

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

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

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

بتعويض المعادلة (A) في (B) ينتج:

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

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

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

الحل:

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

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

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

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

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

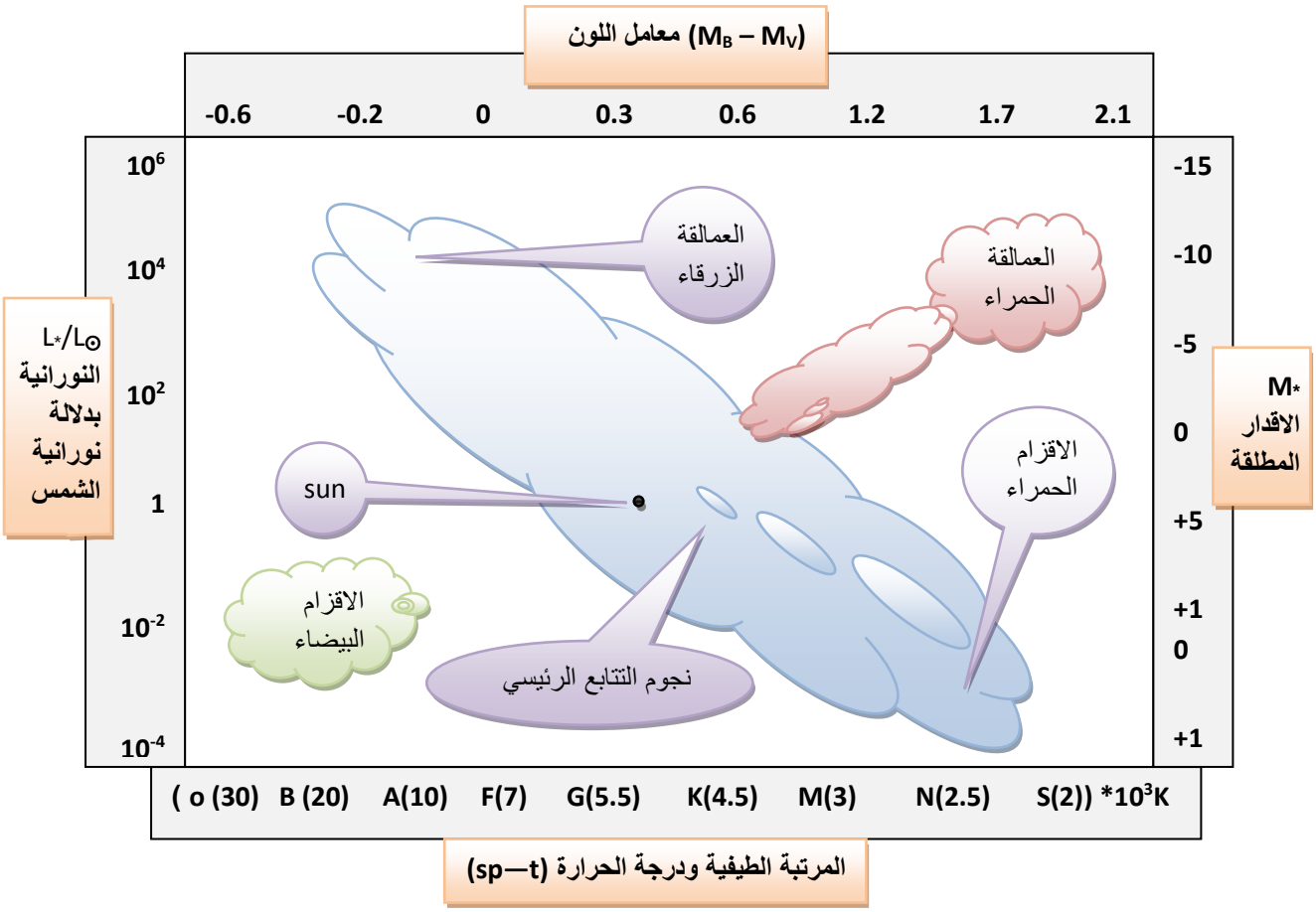
$(Te_*/Te_\odot) = 10^{-0.57}$

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

$Te_* = 1615$ k

مخطط هيرتز سبرانك- رسل (H- R;Digram) :

في بداية القرن العشرين اكتشفت علاقة مهمة جدا في علم الفلك تخص خواص النجوم وهي علاقة بيانية تربط الاقدار المطلقة للنجوم مع مراتبها الطيفية وحرارتها ونورانيتها من قبل عالمين سميت بأسمهما وهي :



من المخطط اعلاه نجد ان النجوم في الكون موزعة على ثلاث مجاميع رئيسية تقريبا هي:

1- مجموعة التتابع الرئيسي (Main sequence stars)

2- مجموعة النجوم العملاقة (Giant stars)

3- مجموعة الاقزام البيضاء (White dwarfs)

هذه المجاميع تكون مختلفة عن بعضها في خواصها الفيزياوية مثل الكتلة والكثافة والحجم والحرارة وشدة اللمعان.

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 فأنه 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 كتلتة تعادل ثلاثة أمثال كتلة الشمس يكون نصف قطره يساوي (20km) تقريبا وسرعة الافلات على سطحة 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 فأنه 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) وكثافتة لانهائية وسرعة الافلات من على سطحه اعلى من سرعة الضوء وهذة النجوم لايمكن مشاهدتها ولكن يمكن التحسس بجاذبيتها لما حولها من الاجسام.

الفصل الخامس

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 .

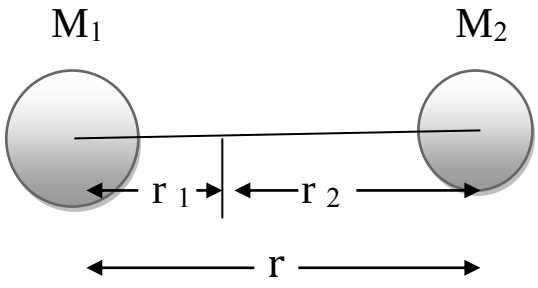
النجوم الثنائية : (Binary Stars)

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

$$M_1r_1 = M_2r_2 = (M_1M_2/(M_1+M_2))\ r \text{ -------(1)}$$

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:

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

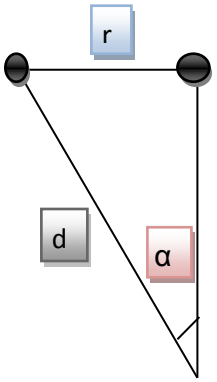
وبما ان ($M_\odot >>> M_\oplus$) لذا يمكن اهمال ($M_\oplus$) ونحصل على:

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

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

بتعويض المعادلة (6) في (4) نحصل على:

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



ومن المثلثات الهندسية نجد ان:

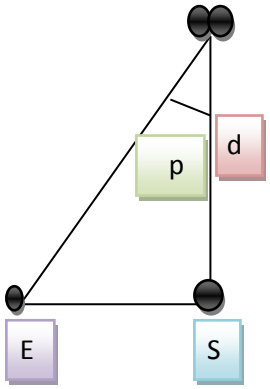
$\sin\alpha = \alpha = r/d$ ----------(8)

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:

$\mathbf{M_1 + M_2 = (\alpha/P'')^3\ M_\odot/P^2}$ ----------(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 فأذا 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:

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

$M_1 = 3M_2$

$4M_2 = 3.4\ M_\odot$

$M_2 = 0.85\ M_\odot$

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

أنواع النجوم الثنائية:

1- ***الثنائيات الظاهرية (الوهمية)***

2- الثنائيات البصرية

3- الثنائيات الطيفية

4- الثنائيات الفلكية

5- 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 فيحجبة بالنسبة للراصد وتحدث عملية الكسوف وعندها تتغير نورانية الثنائي . إن دراسة هذا الكسوف مهمة لتوفير معلومات عن الخواص الفيزياوية 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 :

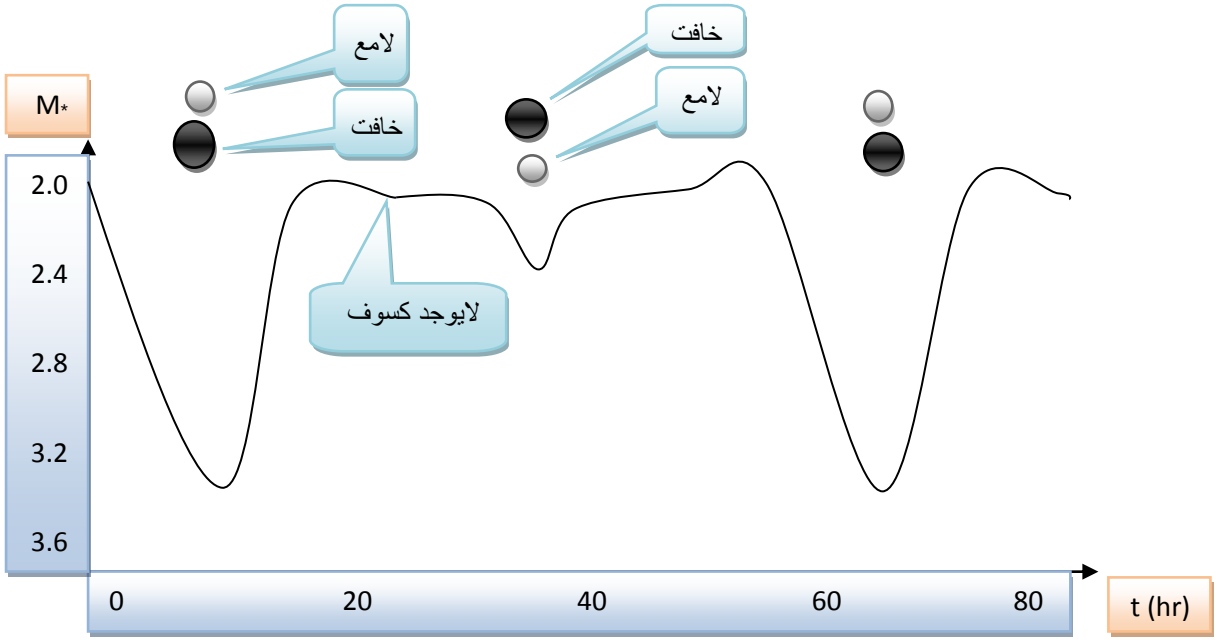
1- حساب كتلة ونصف ونورانية النجم الثنائي

2- حساب مقدار تغير النجم عن الشكل الكروي بفعل الجاذبية

3- حساب زاوية الميل

4- حساب عامل العتومة ومقدار الانعكاسية للنجم

وفي مايلي مخطط اللمعان لنجم الغول الذي يأخذ بالخفوت كل يومين ونصف تقريبا حيث يقل لمعانه من القدر (2.3) الى (3.5) ويبقى لمدة عشرين دقيقة ثم يعود الى لمعانة الاصلي بنفس المدة :



النجوم المتغيرة:

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

1- **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.

2- **المتغيرات البركانية**:

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

الفصل السادس

المجرة (Galaxy)

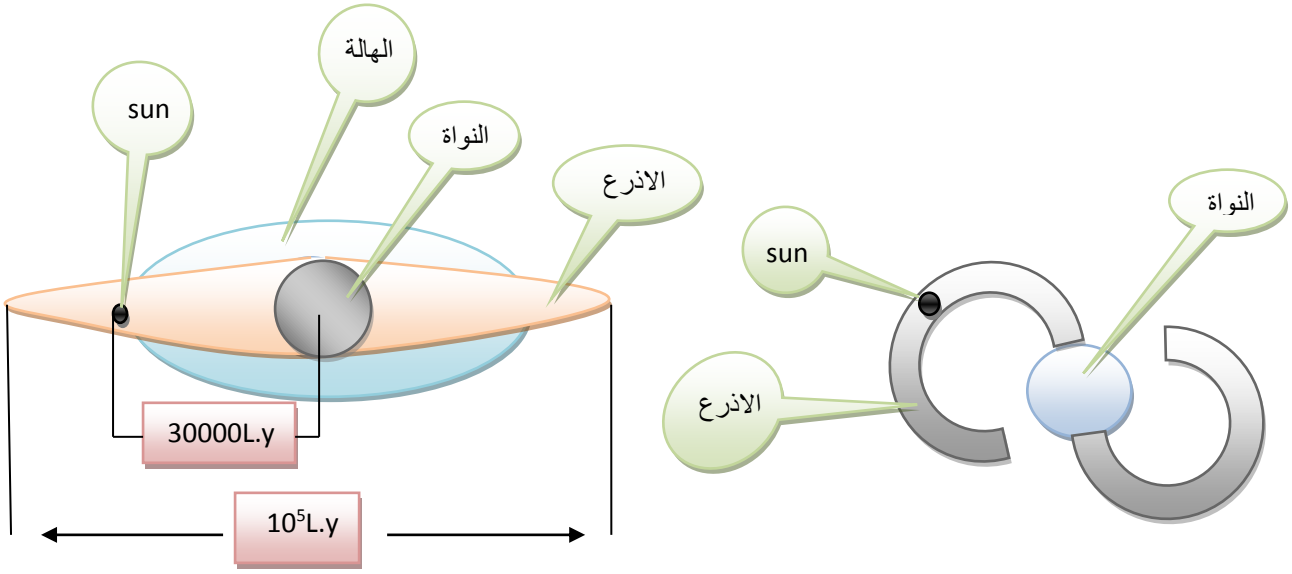
مجرتنا درب اللبانة (The Milky way) :

وهي عبارة عن مجموعة كبيرة جدا من النجوم والكواكب متجمعة على شكل قرص مستوي يحتوي على مئة الف مليون نجم ويتألف هذا القرص من:

1- الجزء المركزي (نواة المجرة) وهي عبارة عن انتفاخ كروي يقع في مركز المجرة .

2- الاذرع الحلزونية او اللولبية.

3- الهالة (الاكليل) وهي تحيط بالنواة والاذرع.



حيث يبلغ قطر المجرة مئة الف سنة ضوئية والشمس تقع في احد الاذرع وتبعد عن مركز المجرة (30000L.y) ،ان المسافات بين النجوم في النواة تكون صغيرة نسبيا لذلك تكون النواة لامعة جدا على عكس المسافات بين النجوم في الاذرع الحلزونية والهالة التي تكون متباعدة وان الهالة تحوي على الكثير من العناقيد النجمية . ان سرعة دوران الشمس حول مركز المجرة تبلغ (250 km/sec) ومدة الدورة الواحدة تبلغ ($250*10^6$ yr) وتسمى الدورة الكونية او المجرية ومدتها تسمى بالسنة الكونية او المجرية ،ان الشمس اكملت منذ بداية تكوينها ولحد الان (20) دورة مجرية ،اي ان عمر الشمس يبلغ ($5*10^9$ yr) .

حركة المجرة:

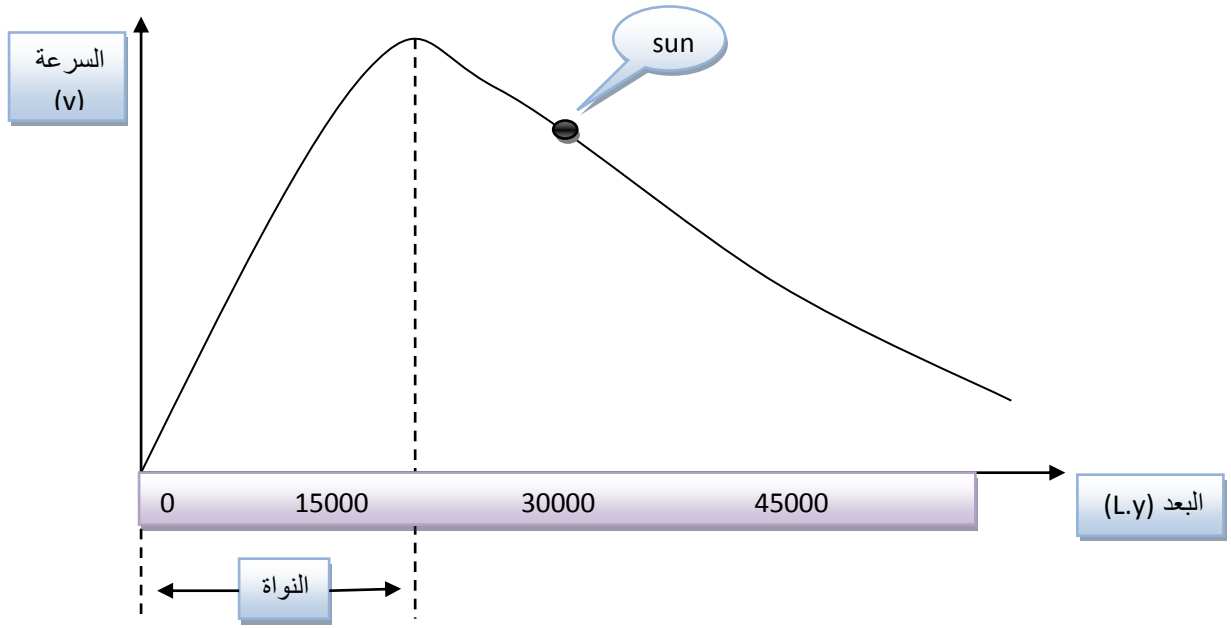
تتألف المجرة من مليارات النجوم المختلفة الانواع إضافة الى كميات هائلة من الاتربة والغازات المنتشرة بين النجوم وهذه المحتويات تتحرك حركة معقدة تحكمها قوى عديدة لذلك تكون سرع النجوم مختلفة حسب موقعها بالنسبة للمجرة وكما يلي :

1- **الجزء المركزي (النواة) :**تتحرك حركة مشابه الى حركة الجسم الصلب (لماذا) وباتجاة عقرب الساعة.

2- **الاجرام السماوية البعيدة عن النواة (الاذرع) :** تدور حول مركز المجرة بحركة مشابة لحركة الكواكب السيارة حول الشمس وتخضع لقانون كبلر الثالث حيث كلما ابتعدت عن النواة تكون سرعتها اقل ومدتها المدارية اطول .

3- **الاجرام السماوية في الهالة :** تدور بمدار قطع ناقص حول النواة بحركة تشبة حركة المذنبات حول الشمس .

والشكل البياني التالي يمثل سرعة الاجرام السماوية في مداراتها حول مركز المجرة وتغيرها مع البعد:



من الشكل نلاحظ ان الاجرام السماوية داخل النواة تكون سرعتها مختلفة حيث تزداد السرعة كلما ابتعدنا عن المركز وتنعكس هذة العلاقة للاجرام السماوية خارج النواة حيث تقل السرعة كلما ابتعدنا عن المركز .

وقد وضع العالم اورات علاقة رياضية عرفت بأسمة لاستخراج سرعة الاجرام السماوية البعيدة عن النواة باستخدام الاحداثيات المجرية التي مركزها الشمس وهي :

$$\mathbf{V_r = r\ A\ Sin\ (2L)}$$

حيث (V_r) سرعة الجرم النصف قطرية ، (r) بعد الجرم عن الشمس ، (A) مقدار ثابت ويساوي (18.6km/sec) لكل (1000) فرسخ فلكي، (L) خط الطول المجري . وهذة العلاقة لاتصح للاجرام السماوية الواقعة على خط طول موازي للشمس وهي ($0^\circ,90^\circ.180^\circ.270^\circ$) لان سرعتها تساوي صفر بالنسبة للشمس.

مثال:

اوجد السرعة النصف قطرية لنجم حول المجرة يبعد (50pc) عن الشمس ويقع على خط طول مجري (15°) شرقا.

الحل:

$V_r = r\ A\ Sin\ (2L) = 50*18.6\ *\sin(2*15^\circ) = 465km/sec$

العناقيد النجمية : (Star Clusters)

هي مئات من النجوم مرتبطة مع بعضها ومتقاربة ومعدل البعد بين نجومها سنة ضوئية واحدة لذلك تكون متماسكة في مجموعة وهي متماثلة في العمر والتركيب الكيمياوي وهي نوعين العناقيد المفتوحة والعناقيد المغلقة وفي مايلي مقارنة بينهما:

ت	الخواص الفيزياوية	العناقيد المفتوحة	العناقيد المغلقة
-1	لون المع النجوم	زرقاء	حمراء
-2	عدد نجومها	$10 - 10^3$	$10^4 - 10^7$
-3	موقعها في المجرة	في الاذرع الحلزونية	في الهالة والنواة
-4	نسبة المادة مابين النجوم	متوفرة	قليلة
-5	نسبة المعادن	متوفرة	قليلة
-6	عمرها	اقل من (10^8 yr)	اكثر من (10^9 yr)

حساب كتلة المجرة:

يمكن حساب كتلة مجرتنا بصورة تقريبية بأستخدام قانون كبلر الثالث حيث نفرض ان محتويات المجرة متمركزة جميعها في المركز وان الشمس تدور حولها على مسافة معينة بمدار دائري وبأستخدام القانون التالي :

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

$M_g + M_\odot = (r_\odot/A)^3 M_\odot/P^2$

حيث (M_g) كتلة المجرة ،($r_\odot$) بعد الشمس عن مركز المجرة ،(P) مدة دورة الشمس حول المجرة.

$r_\odot = 30000L.y = 1.9 * 10^9(a.u)$

$A = 1(a.u)$

$P = 2\pi\ r_\odot/v_\odot = 2\pi * 30000 * 9.45*10^{12}/250 * 3 *10^7 = 238 *10^6\ yr$

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

$M_g = (1.9 * 10^9/1)^3 * M_\odot/(238*10^6)^2 =$ **$1.2 * 10^{11} M_\odot$**

اي ان كتلة المجرة تعادل حوالي مئة بليون مرة بقدر كتلة الشمس ،اي ان مجرتنا تحتوي على (10^{11}) نجم بقدر الشمس تقريبا .

السدم (Nebulae) :

هي المادة المنتشرة ما بين النجوم في المجرة مكونة من غازات وعوالق ترابية هائلة تشغل (10%) من كتلة المجرة اغلبها متجمع على شكل سحب ضخمة سميت بالسدم وقد قسمت الى ثلاثة انواع حسب مكوناتها وانواع نجومها وكما يلي:

1- سدم الانبعاث (Emission Neb.):

وهي سدم تتميز بضخامتها وقلة كثافتها ونورانيتها العالية بسبب تأين غازاتها نتيجة لتأثير طاقة الاشعاع الصادر من النجوم الساخنة داخل هذة السدم وسميت بهذا الاسم لانها تبعث طيف ضمن الاطوال الموجية المرئية ناتج من تأين ذرات الهيدروجين فيها.

2- سدم الانعكاس (Reflection Neb.) :

وهي سدم محيطة بنجوم اقل حرارة لذلك لا تحتوي على خطوط انبعاث للطيف وطيفها المرئي ناتج من ضوء نجومها المنعكس بسبب الغبار الكوني الموجود فيها.

3- السدم الداكنة (Dark Neb.) :

وهي سحب مكونة من قليل من الغازات وكميات كبيرة من الغبار الكوني المعتم يحجب رؤية ماخلفه مكونا فجوات في السماء ومن امثلتها سديم رأس الحصان.

الفصل السابع

المجرات (Galaxies)

يحتوي الكون على عدد كبير جدا من المجرات يقارب عددها مئة بليون مجرة وتكون منفردة او ثنائية او متعددة او على هيئة تجمعات تسمى العناقيد المجرية وهي على عدة انواع وكما يلي :

انواع المجرات: صنفت المجرات من قبل العالم ادوين هابل الى اربعة انواع متميزة هي :

1- مجرات القطع الناقص (الاهليليجية) (Ellipsoidal galaxies) :

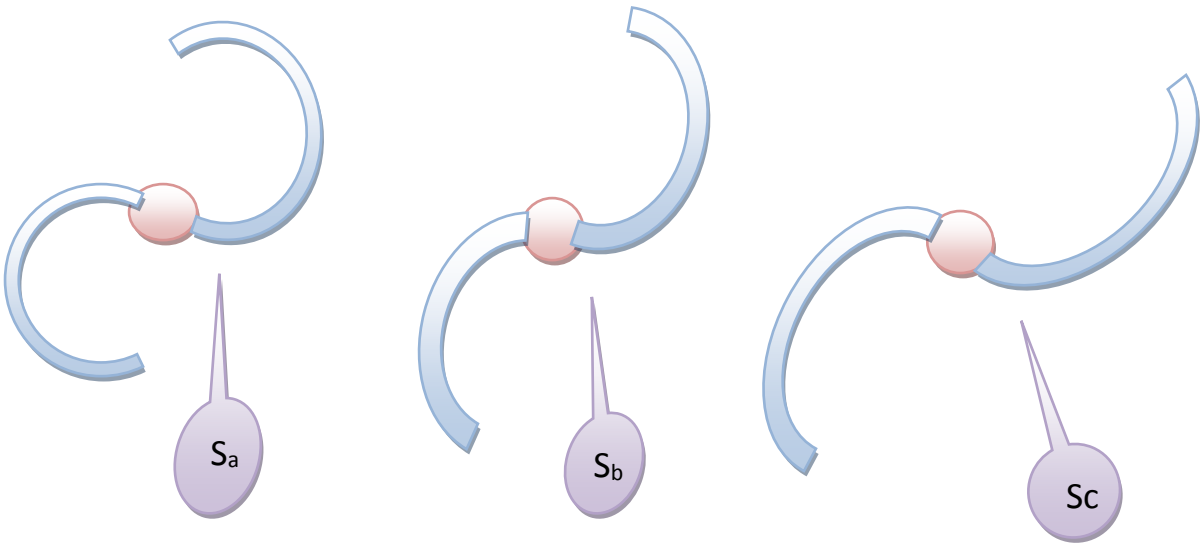
وهي مجرات ذات شكل اهليليجي (قطع ناقص) تم تصنيفها الى سبعة اقسام حسب مقدار تكورها وهي ($E_1,E_2,E_3,-------,E_7$) حيث تكون (E_1) كروية الشكل تقريبا و(E_7) مسطحة شديدة التفلطح ، لذلك فأن الرقم المصاحب للحرف (E) يمثل مقدار التفلطح في المجرة وكما في الشكل:

E_1 E_2 E_3 E_7

2-المجرات اللولبية (الحلزونية) (Spiral galaxies) :وتقسم الى قسمين هما:

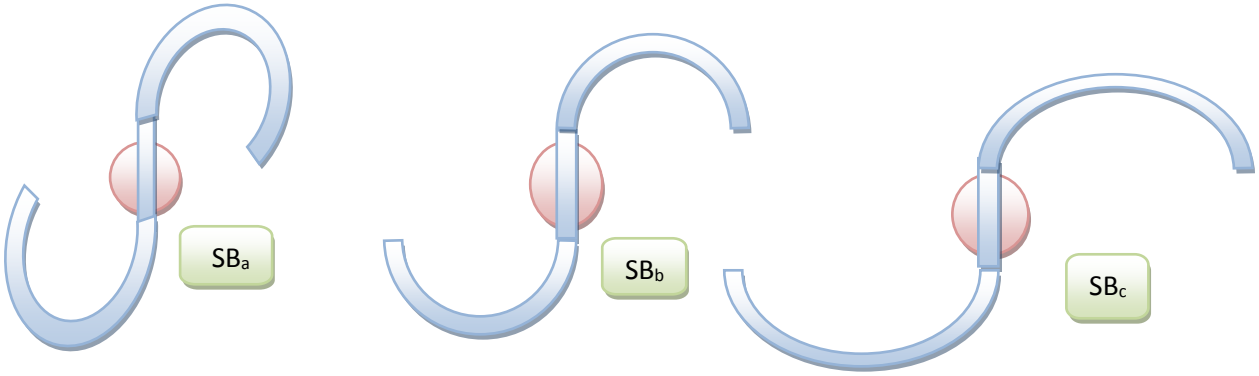
a- اللولبيات العادية ويرمز لها بالرمز (S) :

وهي مجرات لها اذرع حلزونية تمتد من نهاية النواة وتقسم الى ثلاثة انواع هي (S_a,S_b,S_c) حسب مقدار التفاف الاذرع حيث تكون(S_a) اكثر التفافا و(S_c) أقل التفافا وكما في الشكل التالي:



b- اللولبيات الذراعية (القضيبية) (Barred Spiral) :

ويرمز لها (SB) وفيها تمتد الاذرع من نهايتي القضيب الذي هو عبارة عن حزام مؤلف من نجوم مفردة على مسافات مختلفة من مركز المجرة ويدور حول المركز كأنه وحدة متماسكة ،ويقسم هذا النوع الى ثلاثة اقسام ايضا حسب مقدار التفاف الاذرع وهي (Sb_a,SB_b,SB_c) حيث تكون(SB_a) اكثر التفافا و(SB_c) أقل التفافا وكما في الشكل التالي:



3- المجرات غير المنتظمة (Irrigular galaxies) :

وهي مجرات ليس لها شكل معين وهي عبارة عن تجمع نجمي غير منتظم مثل سحابتي ماجلان .

4- المجرات العدسية (ثنائية التحدب) (Lenticular galaxies) :

وهو تصنيف أضيف لاحقا الى التصنيفات السابقة وهي مجرات مشابه لحبة العدس. والجدول التالي يتضمن مقارنة بين الانواع الثلاثة الاولى من المجرات في بعض الخواص الفيزياوية :

ت	الخواص الفيزياوية	المجرات اللولبية	مجرات القطع الناقص	المجرات غير المنتظمة
-1	الكتلة بدلالة $M_\odot$	10^9—$4*10^{11}$	10^6--10^{13}	10^8—$3*10^{10}$
-2	القطر (10^3 L.y)	20----150	2----500	5----30
-3	النورانية بدلالة $L_\odot$	10^8--10^{10}	10^6--10^{11}	10^7—$2*10^9$
-4	الاقدار المطلقة	(-15)—(-21)	(-9)—(-23)	(-13)—(-18)
-5	المرتبة الطيفية	K--M	G--K	A--F
-6	المادة مابين النجوم	غازات واتربة كونية	قليل من الغازات	الكثير من الغازات والاتربة

العناقيد المجرية:

هي عبارة عن مجاميع من المجرات مترابطة مع بعضها كل مجموعة مكونة من عدد من المجرات ،ان مجرتنا تنتمي الى المجموعة المحلية (Local group) التي يبلغ قطرها ($3*10^6$L.y) وتضم (20) مجرة واكبرها هي مجرة المرأة المسلسلة ودرب اللبانة ومجرة المثلث .

ان المجموعة المحلية تتألف من (3) مجرات لولبية و(4) مجرات غير منتظمة و(13) مجرة قطع ناقص تسعة منها تدعى الاقزام ،اضافة الى اكتشاف مجرتين اخرتين بواسطة الامواج الراديوية. ويوجد ايضا عناقيد مجرية عظمى يتراوح قطرها مابين (300 – 60) مليون سنة ضوئية ويعتقد ان مجموعتنا المحلية هي ضمن عنقود مجري اعظم يتألف من (16) مجموعة مجرية.

المجرات الفعالة (Active galaxies) :

وهي تركيب فعال لان اغلب نجومها تبعث اشعاع مثل الجسم الاسود وتبعث طاقة كهرومغناطيسية ضمن طيف الاشعة المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية لذلك تكون طاقتها المنبعثة غير حرارية وهي كما يلي :

1- المجرات الراديوية (Radio galaxies):

وهي مجرات تبعث كميات كبيرة من الاشعاعات الراديوية تعادل ملايين المرات بقدر الاشعاعات الصادرة من مجرتنا ويعتقد بانها في حالة اصطدام مع مجرة اخرى او في حالة انفجار . ان سبب الطاقة الراديوية المنبعثة من المجرات الفعالة هي الاشعة السنكروترونية التي سببها ناتج من تصادم مجرتين .

الاشعة السنكروترونية: هي اشعاعات غير حرارية صادرة من الالكترونات السريعة عندما تتباطأ في المجال المغناطيسي ، وسميت بهذا الاسم لانها تظهر في المعجلات الذرية المسماة السينكروترون حيث يمكن استلام هذه الاشعة من العديد من المجرات والنجوم.

2- المجرات المتصادمة :(Galaxies in Collision)

ان احتمالية تصادم المجرات في الكون اكبر بكثير من احتمالية تصادم النجوم فيما بينها داخل المجرة , مثلا ان قطر الشمس يبلغ (1.4) مليون كيلومتر واقرب النجوم الى الشمس هو النجم الفا قنطورس الذي يبعد ($4*10^3$) مليون كيلو متر اي اكبر بحوالي ثلاثة الاف مرة من قطر الشمس ، اما قطر مجرتنا فيعادل (10^5L.y) واقرب المجرات الينا هي مجرة المرأة المسلسلة التي تبعد حوالي ($2.3*10^6$L.y) اي حوالي (23) مرة اكبر من قطر مجرتنا لذلك فأن البعد بين النجوم ال حجومها اكبر من البعد بين المجرات الى حجومها وعليه تكون احتمالية التصادم بين النجوم قليلة نسبة الى احتمالية التصادم بين المجرات,ان نتيجة التصادم بين المجرات تؤدي الى توليد الاشعة السنكروترونية.

3- المجرات المنفجرة (Exploding galaxies) :

يعتقد الفلكيين بأن الانفجار الحاصل في بعض نوى المجرات الراديوية هوسبب انبعاث الطاقة الراديوية الهائلةوالتي تعتبر مصدر راديوي مهم لدراسة اعماق الكون والتطورات الحاصلة فيه.

4- مجرات سيفرت (Seyvert galaxies) :

وهي عبارة عن مجرات لولبية غريبة الاطوار لها نواة صغيرة لكنها لامعة جدا بسبب فعاليتها العالية وهي مصادر قوية للاشعة الراديوية والسينية واشعة كاما وهي مجرات صغيرة لكن طاقتها عالية.

الفصل الثامن

الكويزرات والكون والحياة

الكويزرات(اشباة النجوم):(Quasi stellar)

هي اجرام سماوية غريبة الاطوار وهي مصادر قوية للاشعاعات الراديوية اكتشفت عام 1960 وتظهر على مسافات بعيدة جدا وطاقتها تقارب (10^{56} Joul) ومن اهم مميزاتها حركتها في الفضاء مبتعدة عنا بسرعة عالية جدا تقارب (37%) من سرعة الضوء ويعتقد بأنها مصدر تكوين المجرات الراديوية ويبلغ عددها لحد الان اكثر من الفي كويزر وعمرها اكثر من بليون سنة واكبر كويزر يبلغ قطرة (180) مرة اكبر من قطر مجرتنا ويعتبر اكبر جرم سماوي في الكون ، ويمكن تلخيص خواصها بما يلي:

1- تشبة النجوم ظاهريا وترافقها مصادر راديوية.

2- فائض في الاشعاع في طيف ما وراء البنفسجية .

3- خطوط طيف انبعاث واسعة مع بعض خطوط الامتصاص .

4- زحزحة نحو الاحمر كبيرة لخطوط الطيف .

5- نورانية متغيرة.

تمدد الكون والزحزحة نحو الاحمر:

أعلن العالم هابل عام (1929) بأن المجرات تبتعد عنا في جميع الاتجاهات وتخضع لعلاقة طردية مباشرة بين المسافة والزحزحة الطيفية نحو الاحمر سميت هذة العلاقة بقانون هابل الذي ينص على:

(سرعة ابتعاد المجرات الخارجية تتناسب طرديا مع بعدها عنا) .

V = H d

(V) سرعة الابتعاد النصف قطرية ، (d) بعد المجرات ، (H) ثابت التناسب

إن افضل قيمة حديثة للثابت (H) هي (55km/sec) لكل مليون فرسخ فلكي اي (17km/sec) لكل ماليون سنة ضوئية .وهذا يعني لكل مليون فرسخ فلكي تزداد السرعة (55km/sec) .

مثال: مجرة تبعد عنا (10,20) مليون فرسخ فلكي مكم سرعتها بالابتعاد عنا؟

الحل:

V=H d = 55 *10 = 550 km/sec

V=H d = 20 * 55 =1100 km/sec

وهذا يعني ان الاجرام السماوية تبتعد عنا في جميع الاتجاهات ، اي ان الكون في حالة تمدد. إن الضوء القادم من المجرات البعيدة يصبح شديد الاحمرار (زيادة الطول الموجي ونقصان التردد) اي ان خطوط الطيف ازيحت كلها نحو الاحمر وتزداد الزحزحة نحوالاحمر كلما ابتعدت المجرات عنا .

ومن خلال الثابت (H) يمكن معرفة اقصى عمر للكون الذي هو (1/H) :

عمر الكون = 1/H = 1/17*10^6 L.y.sec/km = 18 *10^9 year

اي ان عمر الكون هو بين (20—13) بليون سنة .ولو نظرنا في جميع الاتجاهات نلاحظ ان التمدد قائم وبسرعة تتناسب مع البعد ، اي ان الكون لايمتلك مركزا وان هذا التمدد لايشمل حجم المجرات ولامحتوياتها بل يشمل ابعاد المجرات عن بعضها .

نظريات نشوء الكون:

وضعت العديد من النظريات عن نشوء الكون وتطورة منذ الاف السنين ولحد الان وكما يلي:

1- كون ارسطو:

وضع ارسطو اول نظرية للكون في القرن الرابع قبل الميلاد وبقيت افكارة موضع احترام لالفي سنة تقريبا وتتلخص نظريته بأن الارض ثابتة وتقع في مركز الكون ذي الابعاد المحدودة وان النجوم والكواكب تتحرك بمسارات دائرية واشكال النجوم دائرية وهي مصنوعة من مادة ازلية ومقدسة أسمى من مواد الارض (التراب ،الهواء ، النار ، الماء) سميت هذة المادة بالاثير . وافترض ان كل نجم من النجوم الثابتة مربوط بكرات بلورية تدور دورة في اليوم والنجوم السبعة (التي سميت على اثرها ايام الاسبوع) هي الشمس وعطارد والزهرة والارض والمريخ والمشتري وزحل وهي تسبح في الوسط الاثيري وتتواجد العناصر الارضية الاربعة تحت فلك القمر وهي بتفاعلها تولد الشهب والنيازك والمذنبات . الا ان هذه النظرية انهارت جزئيا على يد الفلكي (كوبرنيكوس) فلقد استبدل الارض بالشمس كمركز للكون وفسر دوران النجوم الظاهري بدوران الارض حول نفسها وان كرات النجوم ثابتة وتقع خارج مدار زحل ، وبذلك هو توسع في الكون بالمقارنة بكون ارسطو . وعند ظهور قوانين كبلر الثلاثة التي برهن فيها على ان للكواكب السيارة مدارات بيضوية تقع الشمس في احدى بؤرتيها انتهت نظرية ارسطو نهائيا ، وبعد اختراع غاليلو المرقب الفلكي الذي رصد فيه الشمس واقمار المشتري ثم اكتشاف العالم هالي المذنب المعروف باسمه واكتشاف هيرشل حركة الشمس وعندما وضع نيوتن قوانين الجاذبية التثاقلية استند علم الفلك على اسس صحيحة .

متناقضة اولبرز:

نشرالعالم اولبرز متناقضة حيرت الكثير من العلماء معتمدا على الفرضيات التالية:

1- تتوزع النجوم بالمعدل بصورة منتظمة في الكون وان معدل النورانية الذاتية للنجوم متساوي في جميع ارجاء الكون والكثافة النجمية والنورانية ثابتة مع الزمن .

2- لاتوجد حركة منتظمة للنجوم بل هنالك حركة عشوائية .

3- الفضاء يخضع لهندسة اقليدس التي نألفها .

من هذه الفرضيات توصل اولبرز الى متناقضته التالية:

(اننا نتوقع ان تكون شدة الضوء التي تصلنا من جميع الاجرام السماوية عالية جدا ومتساوية في جميع الاتجاهات لان النجوم في أي اتجاه تساهم في الضوء القادم من ذلك الاتجاه ، لذلك لايمكن تفسيرظلمة السماء في الليل بواسطة اي نموذج للكون غير منتهي وخواصه لاتتغير مع البعد).

2-***كون انشتاين – دى سيتير:***

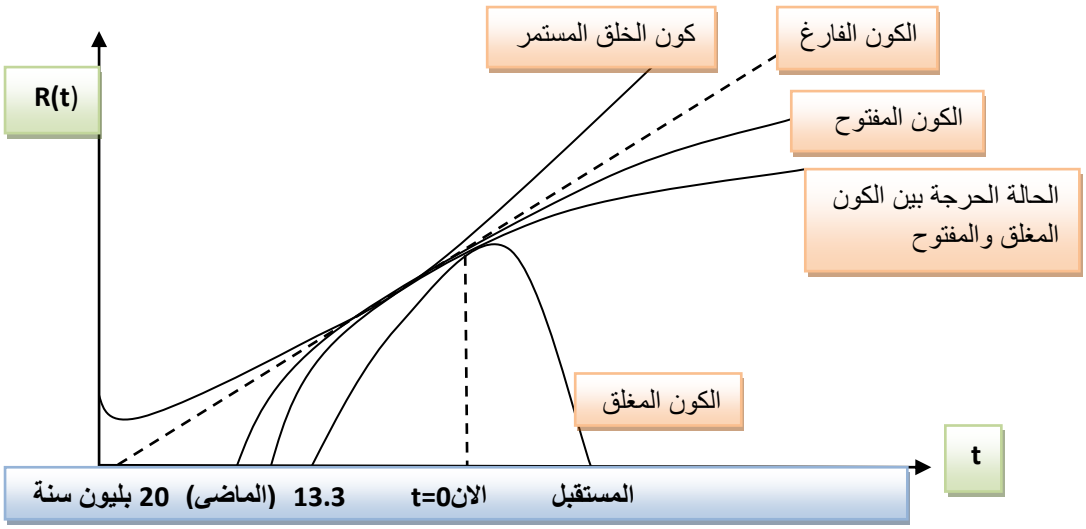
حاول انشتاين تطبيق النظرية النسبية العامة على الجاذبية والكون بأفتراضة كونا متماثل الخواص مع الاتجاة ومتجانس وفسر الجاذبية على انها تحدب في منحني الزمكان ووضع معادلات للمجال اعطت كونا متقلصا بتأثير الجاذبية ولكي يجعله ساكنا حور معادلاته بأضافة حد للتنافر أسماه الثابت الكوني ولكن دي سيتير وفريدمان وجدوا حلولا غير ساكنة لمعادلات المجال وبرهنوا إن النظرية النسبية العامة تتطابق مع كون متمدد ولاحاجة الى ثابت كوني . وقد ادى اكتشاف قانون هابل للزحزحة الحمراء الى تعزيز هذه النتائج , وقد اعترف انشتاين بأنه ارتكب اكبر خطأ في حياته بأضافة الثابت الكوني وسميت هذه النظرية **بنظرية الكون المتطور**. وهي تعتمد على عدة افتراضات منها :

a- ان الكون مستمربالتمدد الى مالانهاية مبتدأ بأنفجار اعظم وهذا التمدد يؤدي الى انخفاض الكثافة .

b- ان الكون متذبذب بتأثير الجاذبية التثاقلية التي تعيق التمدد .

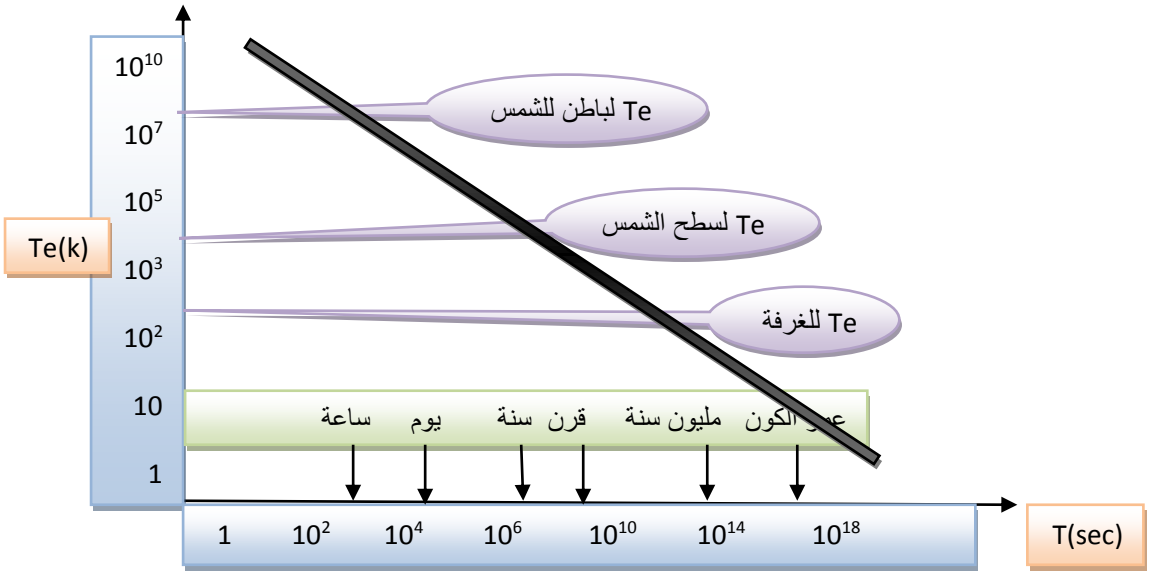
c- كون الخلق المستمر التي تنص على ان الكون لايملك لحظة بداية او نهاية .

ان فرضية الكون المستمربالتمدد لاقت قبولا اكثر من غيرها لان انخفاض الكثافة بالتمدد تجعل الجاذبية التثاقلية غير قادرة على اعاقة التمدد , والشكل البياني التالي يمثل العلاقة بين البعد بين المجرات ($R_{(t)}$) والزمن (t) :



3- ***نظرية الانفجار الاعظم: (The Big Bang Theory)***

أفترض بعض العلماء بأن الكون أبتدأ بكرة نارية من الاشعاعات والمادة بكثافة غير محدودة وبدرجة حرارة تقارب (10^{10}k) وكانت جسيمات المادة مكونة من البروتونات والالكترونات والنيوترونات والنيوترينو , وبعد (100sec) من الانفجار بردت الى (10^{9}k) حيث بدأ بناء النويات الثقيلة مثل الهليوم وتستمر عملية البناء لبضع ساعات حيث تنخفض درجة الحرارة الى (10^{8}k) ويتحول قرابة (20%) من المادة الى هليوم و(0.001) من المادة الى ديتريوم والباقي يتحول الى هيدروجين وبعد (10^{6}) سنة تصبح الكرة النارية تشبة باطن النجوم (حارة ومعتمة) وتبرد تدريجيا الى (3000k) وبكثافة (10^{3}atom/cm^{3}) وتكون شفافة للاشعاعات فتتسرب هذه الاشعاعات الى سائر اجزاء الكون بحرية منفصلة عن المادة وبعد (10^{9}) سنة تتكثف المادة الى مجرات ونجوم , والبياني التالي يمثل مراحل الدرجات الحرارية (Te) التي مر بها الكون وتغيرها مع الزمن (T) منذ لحظة الانفجار الاعظم :



إن نظرية الانفجار الاعظم هي أفضل النظريات في تفسير نشوء الكون بسبب اكتشاف الاشعة الكونية الخلفية ولكنها واجهت مشاكل لم تحل لحد الان وهي ماذا كان قبلها وخلالها وهل للزمان والمكان معنى قبلها؟ .

4- ***نظرية الحالة المستقرة :***

وهي نظرية أعلنت عام 1948 من قبل العالم هويل ومجموعته وهذة النظرية تحل مشكلة الزمان قبل الانفجار حيث افترضوا بأن الكون لايتغير ويبقى ثابتا للراصد في اي زمان وان المجرات التي تتباعد تخلق محلها مادة (ذرات هيدروجين) لكي تبقى كثافة الكون ثابتة ولكن هذة العملية بطيئة لايمكن التحسس بها , وهذة المادة تكفي لبناء مجرات جديدة بدل القديمة لذلك فليس للكون بداية او نهاية فهو أزلي ولكن هذة النظرية لم تلقى قبولا كسابقاتها.

مستقبل الكون:

يعتقد العديد من علماء الفلك ان الكون ربما يكون من النوع المفتوح اي لاحدود له وان عملية التمدد تستمر الى ان يصل الكون الى مراحله النهائية وهي مرحلة فناء الكون , اي ان الاشعاعات تستمر في فقدان الطاقة خلال عملية الزحزحة نحوالاحمر وجميع المادة الكونية ستتمركز داخل نجوم المراحل الاخيرة من التطور مثل الثقوب السوداء عندئذ سيصل الكون الى مرحلة عدم انتقال الحرارة وسيبقى ساكنا الى الابد.

الحياة فى الكون:

يعتقد بعض العلماء بأن لكل مليون نجم في مجرتنا توجد منظومة شمسية واحدة وبما ان مجرتنا تحوي على (10^{11}) نجم لهذا يكون عدد المنظومات الشمسية (10^{5}) منظومة شمسية ولكن ليس من الضروري بأن يوجد في كل منظومة شمسية كوكب تتوفر فية ظروف الحياة . ولقد وضع بعض العلماء فرضية على شكل معادلة تتضمن استخراج العدد التقريبي للمدنيات الموجودة في المجرة وكما يلي :

$$\mathbf{N = n_s * f_s * n_p * f_p * f_i * f_c * f_L}$$

حيث($\mathbf{n_s , f_s , n_p}$) هي عوامل تطور فلكية.

($\mathbf{f_p , f_i}$) عوامل تطور حياتية.

($\mathbf{f_c , f_L}$) عوامل تطور اجتماعية .

(N) عدد المدنيات القادرة على اجراء اتصال مع بعضها .

($\mathbf{n_s=2*10^{11}stars}$) هي العدد التقريبي لنجوم مجرتنا .

($\mathbf{f_s}$) هي عدد النجوم التي تحوي على كواكب وتشكل نسبة (10%) من نجوم المجرة على اعتبار ان (50%) هي نجوم ثنائية و(15%) نجوم ساخنة جدا و(25%) أقزام حمراء.

($\mathbf{n_p}$) هي عددالكواكب الملائمة لظروف الحياة وهي كوكب واحد لكل مجموعة شمسية.

($\mathbf{f_p}$) هي عدد الكواكب التي فيها حياة فعلا وهي كوكب واحد.

($\mathbf{f_i}$) وهي عددالاصناف البايلوجية التي تتطور الى مراحل تصنيف عالية وعددها واحد.

($\mathbf{f_c}$) هي عدد المدنيات خارج المجموعة الشمسية وهي (0.5).

($\mathbf{f_L}$) وهي نسبة الحياة المتوقعة وتساوي (10^{-5}) .

وعند التعويض في المعادلة اعلاه ينتج:

$$\mathbf{N = 2*10^{11} * 10/100 *1*1*1*0.5*10^{-5} = 10^{5}}$$

من هذا نجد إن عدد المدنيات القادرة على اجراء اتصال مع بعضها في مجرتنا درب اللبانة فقط يقدر بمئة الف مدنية .

المصادر:

1- فيزياء الجو والفضاء : الجزء الاول (علم الفلك) – حميد مجول النعيمي وفياض النجم : وزارة التعليم العلي والبحث العلمي العراقية,1981 .

2- **Fundamental Astronomy 5thed, H.Karttunen,etal ; Springer - 2006.**

3- Astronomy - Principles and Practice 4th ed, A.Roy,D Clarke ; Springer - 2000.