$P_c = 3.26\ L.Y$ (3)

$$r(A.U) = \frac{206265}{P''}$$ (4)

الفصل الثاني
المحاضرة السابعة

المنظومة الشمسية

مم تتكون منظومتنا الشمسية؟

تتألف منظومتنا الشمسية من الشمس والكواكب الثمانية مع أقمارها والكويكبات والمذنبات والغازات والغبار.

والكواكب عبارة عن أجرام تدور حول النجوم، أما الأقمار فهي أجرام تدور حول الكواكب. إن الفرق بين النجم والقمر يتمثل في أن النجم يولد الضوء من ذاته كالشمس، بينما القمر يضيء بانعكاس ضوء النجوم عليه، وتطوف الكواكب جميعها حول الشمس في اتجاه واحد من الغرب إلى الشرق فيما عدا الزهرة وأورانوس ، والمجموعة الشمسية ما هي إلا واحدة من ملايين المجموعات الشمسية في مجرتنا.

الشمس

هذه الكرة الغازية الضخمة التي تجاورنا والتي نسميها شمسا ما هي إلا نجما من آلاف الملايين من النجوم المنتشرة في السماء وهي لقربها منا تعطينا الحرارة والضوء مما يجعلها متميزة عن غيرها من الأجرام السماوية الأخرى وأقل ما يمكن أن نقوله فيها أنها المصدر الأساسي لوجودنا ووجود الحياة كلها على الأرض. أهم الخواص الفيزيائية للشمس:

1. عمرها : 4.6 بليون سنة.
2. موقعها من المجرة : تبعد 149600000 كم عن الأرض.
3. كتلتها : 1.99×10^{33} غم .
4. القطر : 1391000 كم .
5. معدل كثافتها : 1.41 غم / سم^3.
6. حرارة سطحها : 5750 كلفن.

التركيب الكيميائي للشمس

الشمس عبارة عن كتلة كبيرة من الغاز الساخن، وهي تتكون من (73%) من الهيدروجين و (25%) من الهيليوم، و (2%) المتبقية تتكون من (70) عنصراً آخر، وهذا يتغير مع الزمن بفعل التحويل المستمر في باطنها من الهيدروجين إلى هيليوم، ففي كل ثانية يقوم (600) مليون طن هيدروجين بالتحول إلى (596) مليون طن هيليوم في باطن الشمس، أما الملايين الأربعة المتبقية فتتحول إلى طاقة على هيئة أشعة جاما، ومع انتقالها إلى السطح تتحول تدريجياً إلى ضوء مرئي،

ق هذا الضوء (8.3) دقائق تقريبا ً ليصل إلى الأرض، ويمكن القول إجمالا أن جوف الشمس ويستغر
يتألف مما يلي:

- اللب core ويؤلف النواة المركزية للشمس وفي هذه المنطقة تكون كثافة الغازات عالية جدا (حوالي 160غم / سم^3) وتبلغ درجة الحرارة بحدود 15 مليون درجة مطلقة وتحدث التفاعلات النووية حيث تندمج نوى ذرات الهيدروجين (البروتونات) وتتحول إلى نوى ذرات الهيليوم مطلقة كمية كبيرة من الطاقة ومولدة ضغطا داخليا يجعل الشمس تتوازن ميكانيكيا وتحافظ على هيكلها العام.
- الطبقة الإشعاعية radiative zone تحيط باللب طبقة غازية باردة نسبيا ذات كثافة أقل وهي بهذا تعمل على عزل اللب وحفظ حرارته بذات الوقت الذي تؤدي إلى نقل الطاقة المتولدة في اللب إلى الخارج عن طريق الإشعاع وتحتل منطقة الإشعاع هذه النطاق من (0.25) إلى (0.98) من نصف قطر الشمس وتبلغ كثافة الغازات فيها من 4 غم/ سم^3 قرب حافة اللب حتى(0.01) غم/ سم^3 على الحافة الخارجية للطبقة.
- الطبقة الحملية conductive zone وهو الغلاف الذي يلي الطبقة الإشعاعية ويمتد من (0.98) من نصف قطر الشمس وتنتقل الحرارة فيه عن طريق الحمل بوساطة تيارات غازية دوارة.
- الكرة النيرة (الطبقة الفوتوسفير photosphere) : وهي الطبقة المرئية التي تظهر لنا من الأرض صفراء اللون وتفصل سطح الشمس عن غلافها الخارجي يبلغ سمك هذه الطبقة بحدود (300) كيلومتر وقد سميت بهذا الاسم لأن الفوتونات المتولدة في باطن الشمس تفلت منها حال وصولها إليها تبلغ حرارة هذه الكرة حوالي (5800) كلفن.

الغلاف الجوي للشمس

وينقسم إلى ثلاث مناطق:

1. الفوتوسفير Photosphere : الشمس كرة غازية متوهجة ذات سطح براق يدعى بالفوتوسفير أو الطبقة الضوئية (المرئية) حيث يكون فيها الغاز غير شفاف بحيث لا يمكن أن نرى ما تحت الفوتوسفير. أن درجة حرارة هذه الطبقة تتراوح بين (4500) كلفن و (6800) كلفن.
2. الكروموسفير أو الكرة اللونية : the chromo-sphere وهي الطبقة الجوية الشفافة الموجودة مباشرة فوق الفوتوسفير ويمكن مشاهدتها على شكل حلقة ملونة اثناء الكسوف الشمسي . أن درجة حرارة هذه الطبقة تزداد من (4500) كلفن الى مئة الف درجة كلفنية.
3. الإكليل الشمسي : the corona وهي الطبقة الجوية الخارجية للشمس والتي تبدأ عند نهاية الكروموسفير والممتدة الى ارتفاعات هائلة تصل الى بضعة ملايين من الكيلومترات، وتبلغ درجة حرارتها أكثر من مليون درجة كلفنية.

الكلف الشمسي او البقع الشمسية

الكلف الشمسي مناطق داكنه تظهر بأحجام مختلفة على سطح الشمس (طبقة الفوتوسفير). ويكون لها عادة شكل واضح التحديد، يتألف من منطقة مركزية داكنة تدعى بمنطقة الظل، محاطة بمنطقة أكثر إضاءة تدعى بشبه الظل، والكلف الشمسي ليس منطقة عاصفة وإنما هو منطقة أقل حرارة من

جوارها، هادئة يعزلها مجال مغناطيسي شديد عما يحيط بها في منطقة الفوتوسفير. ولكن المادة حول منطقة الكلف الشمسيفي حالة ثورة عنيفة والطاقة في داخل الشمس تندلع إلى الخارج -من حول البقعة- مسببة الانفجارات الهائلة. وقد تكون هذه الانفجارات عنيفة أحيانا إلى الحد أنها تقذف بجزء من الفوتوسفير إلى الفضاء الخارجي بحيث يتحول إلى كتلة من الغاز المتأين تسير بين الكواكب بلا هدف.

ان عدد البقع الشمسية يتغير بتغير الاوقات واحيانا يزيد بالتدريج الى ان يصل اقصى قيمة له ثم يهبط بالتدريج الى اقل قيمة، وبعدها يعود بالزيادة مرة اخرى... وهكذا. والفاصلة الزمنية بين اقصى عدد وادنى عدد للبقع الشمسية تقارب(11) سنة.

الكلف الشمسي يحدث نتيجة للأنفجارات الداخلية غير الاعتيادية في الشمس (أي نتيجة التفاعل النووي الاندماجي) فتظهر علاماتها على السطح المرئي على هيئة سحب كثيفة وداكنة، وهذه البقع تكون صغيرة وتدوم لفترة قصيرة، ويبلغ قطرها بضع مئات من الكيلومترات، والنوع الثاني بقع كبيرة قطرها يصل إلى حوالي (200000) كيلومتر وبلغت مساحة أكبر بقعة للكلف الشمسي في سنة 1974 حوالي(120)ضعف مساحة قرص الأرض المنظور من الشمس. ولوحظ منذ فترة طويلة أن الكلف يتحرك من الشرق إلى الغرب دائما مما يدل على دوران الشمس على محورها.

الكروموسفير

هو عبارة عن نطاق تسوده حركات عمودية شديدة فخلاله لا تنتقل طاقة الشمس فقط وإنما أيضا البروتونات والجسيمات التي تصبح جزءا من الرياح الشمسية التي تنطلق من الشمس. والكروموسفير أيضا هو المكان الذي يولد فيه الوهج أو التأجج الشمسي Solar Flare وهي منطقة محلية ترتفع حرارتها إلى درجة غير عادية. وسبب هذا الارتفاع المفاجئ في الحرارة هو أن ثمة اضطرابا مغناطيسيا ينتج جسيمات سريعة الحركة تصطدم بمادة الشمس العادية.

ماهو التأجج الشمسي أو الوهج الشمسي

كثيرا ما تقذف الشمس جسيمات سريعة الحركة في اتجاهات متزايدة الاتساع ومن السهل تمييز ما يصل من هذه الجسيمات المنطلقة ناحية الأرض، والتوهجات الكبيرة فقط هي التي تتولد منها عواصف من البروتونات وسحب من الجسيمات المشحونة تتداخل مع الاتصالات اللاسلكية على الأرض كما تشكل خطورة على رواد الفضاء بالقرب من النجوم. وتنتشر التوهجات عادة في منطقة البقع الشمسية مصحوبة بمجالات مغناطيسية معقدة، وتختزن التوهجات الشمسية كميات هائلة من الطاقة الأمر الذي يبدو واضحا في ذلك الطوفان من الجسيمات التي يقذف بها في الفضاء.

المجال المغناطيسي

يمكن وصف المجال المغناطيسي للشمس كما لو كان مغناطيسا ذو قطبين. وينقلب القطبين المغناطيسيين للشمس كل(11)سنة (وهذا يعادل دورة البقع الشمسية) أي أن اتجاه القطبين تعود بعد (22) سنة إلى وضعها الأصلي. وتبلغ شدة المجال المغناطيسي على سطح الشمس نحو ضعف شدة المجال المغناطيسي للأرض ، ويبلغ تقريبا(100)ميكرو تسلا (1 كاوس) . وهو ينشأ من تيارات كهربائية والتي ساعد على وجودها البلازما الشديدة التوصيل في باطن الشمس. وبهذا يشبه داخل الشمس دينامو عظيم يحول طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية وهذا ينشأ عنه المجال المغناطيسي.

الظواهر السطحية للشمس

- الشواظ الشمسي Prominence

هي ألسِنة من اللهب الأحمر القرمزي ترتفع من سطح الشمس إلى ما يزيد عن مليون كيلومتر و بسرعة تصل إلى(1000) كيلومتر/ثانية، و تشكل هذه الألسنة أقواساً ومنحنيات عند اندفاعها فهي تندفع إلى مسافة (600) الف كيلومتر. وتظهر هذه الألسنة بين مناطق الكلف الشمسي وتكون في الغالب ثائرة وصغيرة نسبيا، بينما نجد الألسنة الضخمة الهادئة غير مقترنة بالكلف الشمسي. ويمكن رصد الشواظ بواسطة المطياف.

- التأجج الشمسي Solar Flares

وهو عبارة عن توهج يحدث بصورة مفاجئة على سطح الشمس بجوار الكلف الشمسي، على شكل انفجار يدوم لفترة قصيرة جداً (حوالي 5 دقائق). ويظهر على شكل ألسنة صغيرة من اللهب لا تلبث أن تختفي. ويظهر على قرص الشمس سحب وهاجة، نتيجة توهج بعض العناصر المتأينة كالهيدروجين والكالسيوم. وتسمى هذه السحب المتوهجة بالشعيرات الشمسية، ويظهر في الوقت نفسه على السطح بعض الفتائل أو الخيوط السوداء التي تُعرف باسم الزغب الأسود Filaments وتكون مقترنة مع ألسنة اللهب، وترتبط هذه الفتائل السوداء مع الكلف الشمسي. وتزداد شدة الزغب مع اشتداد نشاط الكلف الشمسي.

- الفتائل السوداء Filaments

ظواهر شمسية مشابهة للتأججات الامعة لكنها تظهر على شكل خيوط معتمة سوداء اللون على سطح الشمس و ترتبط ارتباط كلي بظواهر الكلف الشمسي و إن وجودها دليل على وجود النشاط الشمسي.

الطاقة الشمسية و الثابت الشمسي

إن المصدر الحقيقي للطاقة الشمسية هي الطاقة النووية المتحررة من تفاعلات الاندماج النووي. ففي المناطق العميقة داخل الشمس تحدث سلسلة من التفاعلات النووية تسمى سلسلة (بروتون – بروتون) ففي تفاعلات الاندماج تتحد أربعة بروتونات من الهيدروجين لتؤلف نواة ذرة هليوم واحدة (جسيم ألفا). بما إن كتلة ذرة الهليوم اقل بقليل من مجموع كتل البروتونات الأربع التي تألفت منها لذا فأن فرق الكتل هذا هو الذي يتحول إلى الطاقة الشمسية في المناطق المركزية العميقة للشمس (حسب قانون آينشتاين).

ملاحظه :-

إن التفاعلات النووية في باطن الشمس تؤدي الى ارتفاع الضغط الإشعاعي المركزي بحيث يتعادل مع قوة الجذب التثاقلي لذلك تكون الشمس في حالة مستقرة ولا تنفجر.

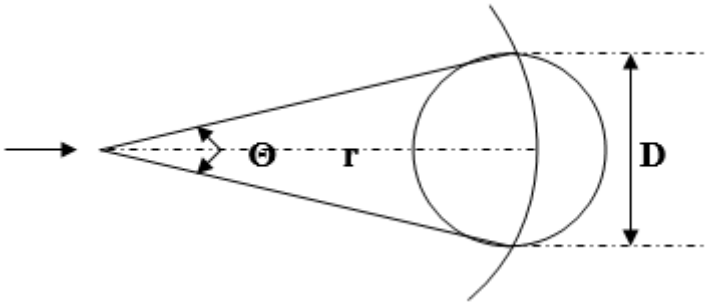
الثابت الشمسي

هو كمية الطاقة الشمسية الواقعة عموديا على وحدة المساحة **الافقية** خلال وحدة الزمن خارج الغلاف الجوي الأرضي على مسافة من الشمس تساوي معدل بعد الأرض عنها .

قياس قطر الشمس

يمكن استخراج قطر الشمس بعد معرفة القطر الزاوي لها θ والذي يبلغ(0.533)درجة وباستخدام العلاقة التالية:

$$\frac{D}{\theta} = \frac{2\pi r}{360}$$



حيث r تمثل معدل بعد الشمس عن الأرض و D قطر الأرض .

كتلة الشمس

يمكن استخراج كتلة الشمس وذلك باستخدام قانون كبلر الثالث كما في المعادلة التالية:

$$M_s + M_E = \frac{4\pi^2 r^3}{GP^2}$$

حيث أن

M_S: كتلة الشمس

M_E: كتلة الأرض

r: معدل بعد الشمس عن الأرض

P: الزمن الدوراني للأرض حول الشمس = 31.56 مليون ثانية

G: ثابت الجذب العام = 6.667×10^{-8} داين سم^2 / غم^2

المحاضرة الثامنة

القمر:

كلمة "قمر" تستخدم للإشارة إلى أي جرم سماوي أو صناعي، يدور بمدار معين حول الأرض، أو أيٍ من الكواكب الأخرى، وهو التابع الوحيد للأرض.

الخواص الفيزيائية للقمر وطرق قياسها

1- قطر القمر (D) : يمكن قياس معدل قطر القمر بأستخدام الطريقة الهندسية التالية:

نفرض أن الارض في مركز دائرة نصف قطرها يعادل معدل بعد القمر عن الارض، والذي مقداره (384404) كم، فأن القوس المار بالقمر صغير جداً مقارنة بمحيط هذه الدائرة لذلك يمكن أعتباره خطاً مستقيماً ويعادل القطر الزاوي للقمر (α). ومن الشكل أدناه يمكن وضع العلاقة التالية:

$$\frac{D}{\alpha} = \frac{2\pi d}{360}$$