المحاضرة الخامسة

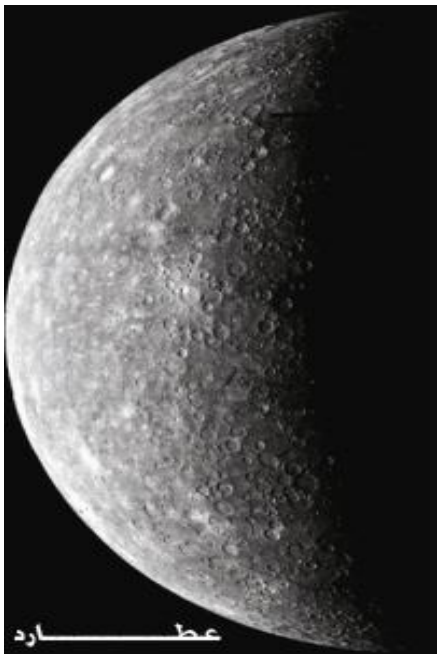
المنظومة الشمسية

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، وهكذا فإن الفرق بين النجم والكوكب والقمر يتمثل في أن النجم يولد الضوء من ذاته كالشمس، بينما الكوكب والقمر يضيء بانعكاس ضوء النجوم عليه، وتطوف الكواكب جميعها حول الشمس في اتجاه واحد من الغرب إلى الشرق فيما عدا الزهرة ويورانوس.
والمجموعة الشمسية ما هي إلا واحدة من ملايين المجموعات الشمسية في مجرتنا.

الشمس

هي نجم مضيء، تطلق الضوء في الفضاء نتيجة لحدوث تفاعلات تتسبب بحدوث انفجارات تقدر بمئات القنابل الهيدروجينية، وشمسنا ما هي إلا واحدة من ١٠٠ بليون نجم آخر في مجرتنا، فهي من النجوم المتوسطة الحجم والعمر، ولها أكبر كتلة في المجموعة الشمسية فهي تحتوي على ٩٩.٨% من مجموع المادة في المجموعة الشمسية كلها، ويبدو حجم الأرض ضئيلاً جداً مقارنة بالشمس إذ نحتاج إلى ١٠٩ كرات أرضية لملء القرص الشمسي الذي نراه، و١٠٣ مليون كرة أرضية لملئها من الداخل.
والشمس عبارة عن كتلة كبيرة من الغاز الساخن، وهي تتكون من ٧٣% من الهيدروجين و٢٥% من الهيليوم، و٢% المتبقية تتكون من ٧٠ عنصراً آخر، وهذا يتغير مع الزمن بفعل التحويل المستمر في باطنها من الهيدروجين إلى هيليوم، ففي كل ثانية يقوم ٦٠٠ مليون طن هيدروجين بالتحول إلى ٥٩٦ 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، ويستغرق هذا الضوء ٨.٣ دقائق تقريباً ليصل إلى الأرض، ويعني هذا أنه لو توقف ضوء الشمس لما علمت بذلك إلا بعد ٨.٣ دقائق، وليس للشمس سطح مثل كوكب الأرض إنما هو عبارة عن مجموعة من الغازات التي تنضغط مع بعضها البعض كلما اتجهت نحو الباطن، ولفهم طبيعة تكون الشمس فتخيل أنك تنظر إلى سحابة سميكة وأنت في الطائرة، فستبدو هذه السحابة لك وكأنها جسم صلب ولكنها ليست كذلك أبداً.
ويتألف الغلاف الجوي للشمس من ثلاث طبقات خارجية هي **الغلاف الضوئي** وهو السطح المرئي للشمس، و**الغلاف اللوني** وهو الذي يمتد فوق الغلاف الضوئي ولا يكون مرئياً من الأرض إلا أثناء حدوث كسوف كلي للشمس عندما تتوهج بلون أحمر بسبب الهيدروجين فيها، وثالثها **الإكليل** وهي الطبقة الخارجية من الغلاف الجوي الشمسي وتقع فوق الغلاف اللوني، ويرى هذا الغلاف أثناء حدوث الكسوف الكلي للشمس على شكل هالة بيضاء تحيط بالغلاف الضوئي.
وينتشر الحقل المغناطيسي للشمس من نصف كرتها الشمالي ممتداً عبر المنظومة الشمسية وصولاً إلى كوكب بلوتو، وما إن يقترب من حافة المنظومة الشمسية حتى ينعطف عائداً إلى نصف الكرة الجنوبي للشمس، وتدور الشمس حول محورها تماماً كالأرض من الغرب إلى الشرق، إلا أن هناك فرقاً بينهما، فالأرض تتم دورة كاملة حول محورها في ٢٤ ساعة، في حين يبلغ اليوم في الشمس عند خط الاستواء ٦٠٠ ساعة أي ما يعادل ٢٥ يوماً، وأما عند القطبين فيبلغ ٨٤٠ ساعة أي ما يعادل ٣٥ يوماً أرضياً.
إن هذا النموذج للدوران الغريب إنما يحدث بسبب أن الشمس كرة من الغاز لا تدور كوحدة متكاملة وبمعدل سرعة واحدة كما هو الحال بالنسبة للأرض التي تدور كوحدة متكاملة كونها صلبة مصمتة.



عطارد

هو أقرب الكواكب إلى الشمس، وهو يشبه قمرنا ولكنه أكبر منه قليلاً، وهو كوكب صخري ذو باطن معدني تحيط به الصخور(حديد سائل كثيف تحيط به قشرة صخرية) وفوقه غلاف جوي ضعيف لا يكاد يذكر، أما سطحه فمليء بالفوهات، وتدل المساحات الملساء من سطحه على أنه قد شهد تدفق حمماً بركانية على نطاق واسع في الماضي السحيق، وتشير الدراسات إلى وجود رواسب جليدية عند قطبي عطارد، كما تتفاوت درجات الحرارة به من حرارة عالية جداً قد تبلغ في ضوء الشمس المباشر ٤٣٠ درجة مئوية إلى برد قارس لا يتجاوز (١٨٠) درجة مئوية تحت الصفر على الجانب المظلم من الكوكب.
ولعطارد حقل مغناطيسي ولكنه ضعيف جداً، وتبلغ قوة الجاذبية على سطح عطارد ثلث ما هي على سطح الأرض.

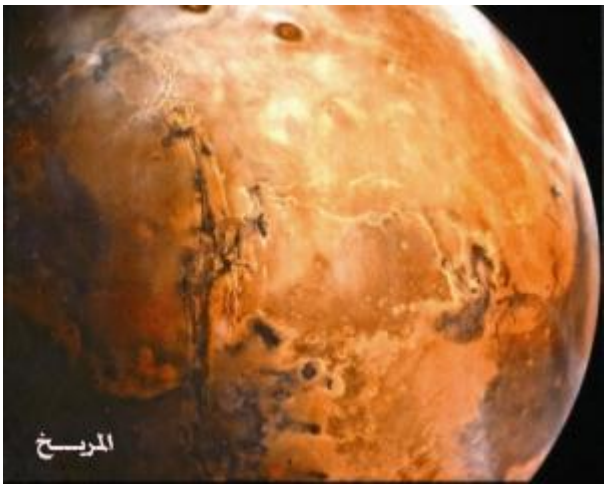
الزهرة

هو أسطع جسم في السماء بعد الشمس والقمر بسبب وجود السحب الكثيفة التي تعكس أشعة الشمس، وهو أقرب الكواكب إلى الأرض، وأكثرها شبها بها ولكنه يصغرها بقليل، ويدور من الشرق إلى الغرب، وكوكب الزهرة ثاني أقرب الكواكب إلى الشمس وأسخنها جميعاً لأن غلافه الجوي الكثيف يحبس حرارة الشمس فتصل حرارة سطحه إلى ٤٦٤ درجة مئوية، إضافة إلى احتوائه على مواد كثيرة

تجعله أكثر كثافة من الماء، والضغط فيه أكثر من الأرض بحوالي ٠٩ مرة، كما يحتوي غلافه الجوي أيضاً على غبار الكبريت بالإضافة إلى قطرات من حمض الكبريت الناجمة عن انفجار البراكين، وتبدو الفوهات الناجمة من اصطدامه مختلفة عن العوالم الأخرى، وما يحدث هنا هو أنه عندما تصطدم كتل صخرية مرتفعة الحرارة وآتية من الفضاء بالسطح فإنها تقابل سطحاً أيضا شديد الحرارة مما يؤدي إلى ذوبانه.

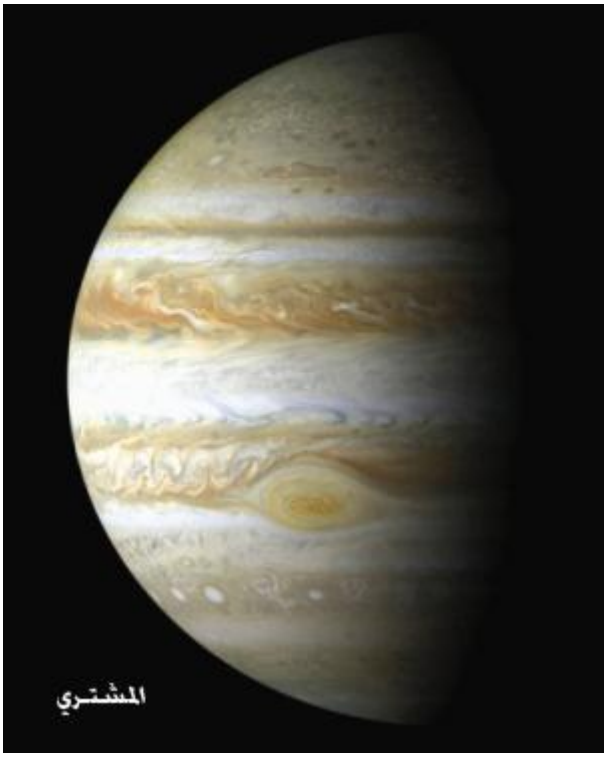
الأرض

أجمل كواكب المجموعة الشمسية لما فيه من حياة ومحيطات وجبال وغابات، وهو الكوكب الثالث قرباً من الشمس، كما أنه الكوكب الوحيد المعروف الذي يوفر سبل الحياة لاحتوائه على مياه سائلة تغطي أكثر من ٧٠% من سطحه تمثل مياه المحيطات المالحة منها ٩٧%، ويحيط بالأرض غلاف جوي يمتد لعدة أميال في الفضاء، ويتكون الهواء من ٧٨% نيتروجين و٢١% أوكسجين و١% غازات أخرى وذلك غير بخار الماء و الغبار والكائنات الدقيقة .
وللأرض حقل مغناطيسي يتكون من قطبين شمالي وجنوبي، ويمتد نحو ٣٦ ألف ميل في الفضاء، ويتطلب هذا الحقل عاملين أساسيين هما المواد المغناطيسية، ووجود مواد تنقل التيارات الكهربائية تحيط بهذه المواد، ويتكون هذا المجال المغناطيسي من خلال الحديد المصهور في باطنها .



المريخ

الكوكب الأحمر، جار الكرة الأرضية ورابع الكواكب قرباً من الشمس، وهو مشهور بلونه الأحمر بفعل الغبار الأحمر العالق في الجو المكون من ذرات الحديد ودخان وضباب، ويشترك مع الأرض، في كونه صخريا وجافا ولكنه أقل حرارة، ويبلغ حجمه نصف حجم الأرض ويتصف ببراكين ضخمة تبدو إلى الآن غير نشطة، وأهمها قمة جبل أولمبوس، وهي أكبر قمة معروفة إلى الآن في المجموعة الشمسية إذ يبلغ ارتفاعها ٢٣ كيلومتراً فوق السطح وبعرض ٦٠٠ كيلومتر، وهو يعادل ارتفاع أعلى قمم الأرض مرتين ونصف تقريباً .
وليس هناك أي دليل علمي وثابت يشير إلى وجود مياه جارية على سطح المريخ، إلا أن هناك قنوات جافة وملتوية وعميقة تشبه مجاري الأنهار تدل على أن أنهاراً جرت فيها في الماضي، لكن وجود الماء في المريخ على هيئة جليد وبخار واضح في القطبين .
وتتراوح درجات الحرارة ما بين ١١٣ درجة مئوية تحت الصفر في الجانب المظلم و٠ درجة مئوية في الجانب المضيء، ويساوي اليوم المريخي ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة مقارنة بالأرض .



المشتري

خامس الكواكب قرباً من الشمس، وهو أكبر كتلة من سائر كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها مجتمعة، ولتقريب ذلك فإننا نحتاج إلى ١١ كرة أرضية لملء القرص الذي نراه، و ١,٣٠٠ كرة لملئه من الداخل، وهو عبارة عن كرة غازية، ويكاد يكون نجماً لو كان ذا كتلة أكبر، فهو يشبه النجوم بسبب تكونه من عنصرين أساسيين هما الهيدروجين والهليوم ولكنها سائلة تحت الضغط العالي جداً في باطنها فيطلق حرارة من داخله تعادل ضعفي ما يتلقاها من الشمس وذلك عن طريق انكماشه داخل نفسه، وبمعنى آخر فإنه يصغر وينضغط داخل نفسه مما يسبب ضغطاً عالياً جداً يؤدي إلى إطلاق طاقة .
وفي باطن المشتري لب صلب شديد الحرارة تبلغ حرارته حوالي ٣٠,٠٠٠ درجة مئوية، وتنخفض هذه

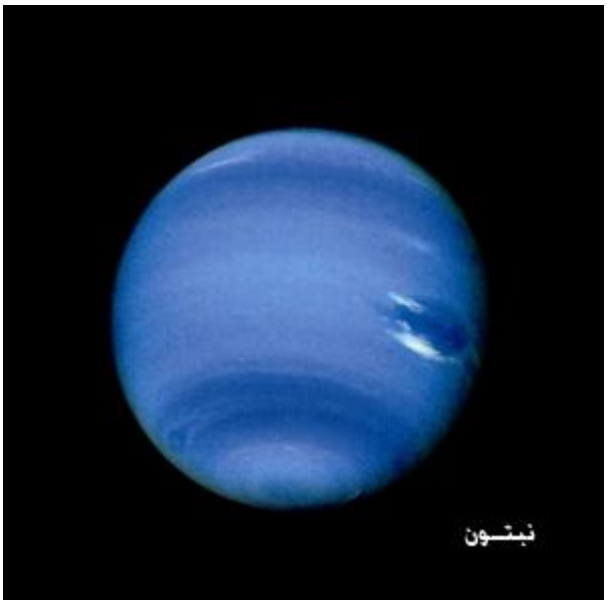
الحرارة تدريجياً باتجاه السطح حتى تصل إلى ١٢٥ درجة تحت الصفر في أعلى السحب، وتعني حقيقة انضغاطه إلى الداخل أنه لا يزال في مرحلة التشكيل .
والمجال المغناطيسي للمشتري هو الأكبر من نوعه في المجموعة الشمسية وهو أقوى من المجال الأرضي بأضعاف، والغريب أنه تقريباً لا يحتوي على معادن مغناطيسية في باطنه، ويعتقد العلماء أن المجال المغناطيسي تكون نتيجة أن الطبقات السائلة في باطنه فلزية، ومع وجود حركة في باطن المشتري تنتقل الحرارة من خلالها إلى الخارج مكونة مجالاً مغناطيسياً .

زحل

الكوكب السادس قرباً من الشمس، وهو ثاني أكبر كوكب في المجموعة الشمسية، ويتميز بلونه الأصفر بالإضافة إلى الحلقات الجميلة المحيطة به، وكوكب زحل مثله مثل المشتري فهو يمثل كرة غازية، وباطنه مكون من عناصر أساسية هي الهيدروجين والهيليوم، وهي سائلة تحت الضغط العالي، أما مكونات الغلاف الجوي له فهي كمكونات المشتري ولكن بنسب مختلفة، فالهيدروجين والهيليوم هما الأكسجين والنيتروجين، ويتكون غلافه الخارجي من سحب من ماء النشادر وماء وغاز الميثان، وله مجال مغناطيسي كبير، ويعتقد أنه تكون مثل المشتري، ومع أن كتلة زحل تفوق كتلة الأرض بحوالي ٩٥ مرة وحجمه يتجاوز حجمها ب ٤٤٨ مرة، إلا أن له أقل معدل كثافة بين الكواكب جميعاً، وهذا يستتبع أن يطفو على وجه الماء لو أن بحراً واسعاً أتيح له الوجود في مكان ما .
أما حلقات زحل فهي مكونة من بلايين الأجسام الجليدية أو الصخور المكسوة بالجليد، بحيث تبدو للناظر أنها قطعة واحدة ولكنها تمثل قطعا متجمعة، بعضها صغير والآخر كبير، وهي تضيء بانعكاس ضوء الشمس عليها .

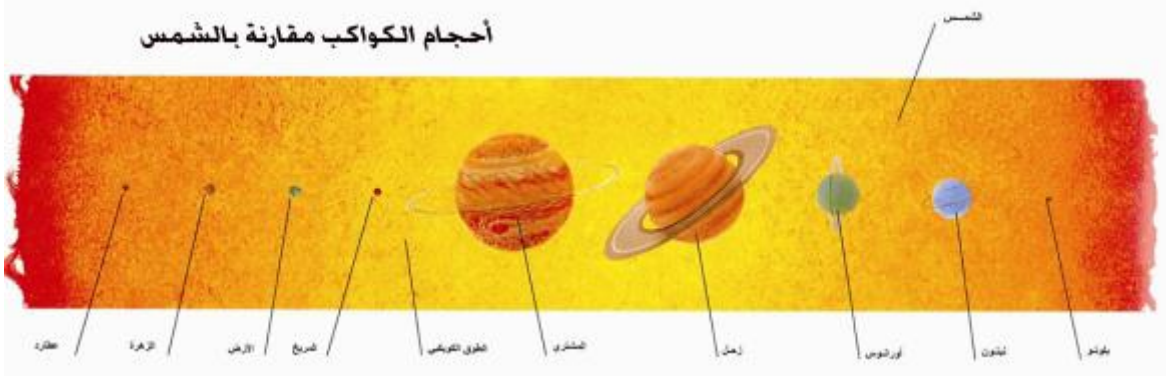
يورانوس

الكوكب السابع قرباً من الشمس وثالث أكبر الكواكب في المجموعة الشمسية، فهو أكبر من الأرض بأربع مرات، وهو بارد ومظلم لأنه بعيد عن الشمس فلا تصله إلا حرارة وضوء قليلين، وتصل درجة الحرارة في السحب الموجودة في غلافه الجوي إلى ٢٠٠ درجة مئوية تحت الصفر، ويتخذ لوناً أزرق أحياناً نتيجة امتصاص غاز الميثان الموجود في غلافه الجوي للضوء الأحمر من أشعة الشمس، كما أن الجزء الصلب في كوكب يورانوس هو اللب فقط فوقه طبقة سائلة وثلج وفوق ذلك طبقة الغاز، وتحيط به حلقات ضيقة مكونة من صخور في الغالب .
ويتميز هذا الكوكب بميلانه على جانبه، فهو مائل بنحو ٩٨ درجة، وهذا يعني أن دورة يورانوس تستغرق ٨٤ عاماً، وكل قطب له ٤٠ عاماً صيفاً والآخر ٤٠ شتاء .



نبتون

الكوكب الثامن قرباً من الشمس، وهو بارد ذو لون أزرق، وهو أصغر الكواكب الغازية، ويشبه في تركيبه الداخلي كوكب أورانوس، فباطنه الحديدي الصلب محاط بطبقة من الماء المثلج وغاز الميثان وماء النشادر، تطفو فوقه طبقة من الغاز، وتتكون السحب فيه من ٨٠% من الهيدروجين بالإضافة إلى الهيليوم وغاز الميثان الذي يضفي عليه اللون الأزرق، ومجاله المغناطيسي متوسط ومائل عن محور دورانه مما يسبب إصدارات رادوية وظواهر شفقيه ضعيفة .
ولنبتون حلقات محيطة به أغمق من التي حول زحل لأنها مكونة في الغالب من الصخور والغبار خلافا لحلقات زحل المكونة من الثلج والتي تعكس أشعة الشمس .



الكواكب الثانوية (الكويكبات)

هي أجسام صخرية صغيرة غير منتظمة الشكل تدور حول الشمس في مدار يسمى بالطوق الكويكبي، ويقع هذا الطوق فيما بين المريخ والمشتري، ويتكون من بلايين الكويكبات يدعى أكبرها سيريزا، وهو كروي الشكل ويبلغ قطره حوالي ١,٠٠٣ كيلومتر، ولكن أغلب الكويكبات أصغر حجماً من ذلك، فحوالي ٢٠٠ منها يبلغ قطرها أكثر من ٩٧ كيلومتراً بينما الباقي أصغر من ذلك .

الكوكب	البعد عن الشمس الأرض = ١	عدد الأقمار	دورة كاملة حول نفسها	دورة كاملة حول الشمس	درجة الحرارة	الجاذبية الأرض ١٠
عطارد	٠,٣٩	٠	٥٨,٧ يوم	٨٧,٩ يوم	١٨٠- إلى ٤٣٠ في السطح	٠,٣٨
الزهرة	٠,٧٢	٠	٢٤٣ يوم	٢٢٤,٧ يوم	٤٦٠ في السطح	٠,٩٠
الأرض	١٤٩,٦٠٠,٠٠٠كم	١	٢٣,٩٣ ساعة	٢٥٦,٢٩ يوم	١٥ في السطح	—
المريخ	١,٥٢	٢	٢٤,٦ ساعة	٦٨٦,٩ يوم	٨٧- إلى ١٧ في السطح	٠,٣٨
المشتري	٥,٢	١٦	٩,٩ ساعة	١١,٩ سنة	١٢٥- في أعلى السحب	٢,٣٤ في أعلى السحب
زحل	٩,٥٤	١٨	١٠,٦ ساعة	٢٩,٥ سنة	١٤٠- في أعلى السحب	٠,٩٣ في أعلى السحب
يورانوس	١٩,٢	١٨	١٧,٢ ساعة	٨٤ سنة	٢٠٠- في أعلى السحب	٠,٩٠ في أعلى السحب
نبتون	٣٠,١	٨	١٦,١ ساعة	١٦٤,٨ سنة	٢٠٠- في أعلى السحب	١,١٣ في أعلى السحب
بلوتو	٢٩,٤	١	٦,٤ يوم	٢٤٧,٧ سنة	٢٢٠- في أعلى السحب	٠,٠٧

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.

- عمرها : ٥ بليون.
- موقعها من المجرة : على ثلاثة أخماس البعد بين مركز المجرة وطرفها وتبعد ١٤٩٦٠٠٠٠٠ كم عن الأرض.
- كتلتها : ١٩٨٩ مليون بليون طن أو ٣٣٢٩٤٦ من كتلة الأرض أو ٧٠٠ مرة من مجموع كتل الكواكب السيارة في النظام الشمسي.
- نصف قطرها : ٦٩٦٠٠٠ كم) عشرة أمثال قطر المشتري أو ١٠٠ قطر الأرض. (
- معدل كثافتها : ١.٤ غرام / سم مكعب.
- حرارة سطحها : ٥٧٧٠ ك

سرعتها بالنسبة لما جاورها من النجوم : ٧,١٩ كم / ثانية وتتكون الشمس من ٩٢٪هيدروجين و ٧,٨٪ هيليوم و ٢,٠٠٪ عناصر ثقيلة أخرى ، والطاقة التي تولدها ناتجة عن الاحتراق النووي الذي تنضم فيه ٤ ذرات هيدروجين لتكون ذرة هيليوم مع طاقة.

تركيب الشمس

الشمس كتلة غازية هائلة تتألف في معظمها من الهيدروجين حيث يتشكل ما نسبته ٧٠٪من كتلة الشمس وغاز الهيليوم الذي نسبته ٢٧٪ بينما يتألف باقي مادة الشمس من عناصر أخرى تشمل الليثيوم والبريليوم والبورون والكربون والنيتروجين والأوكسجين الخ .. ونسبتها الكلية ٣٪ من مادة الشمس ويمكن القول إجمالا أن **جوف الشمس** يتألف مما يلي:

- اللب : core ويؤلف النواة المركزية للشمس وفي هذه المنطقة تكون كثافة الغازات عالية جدا)حوالي ١٦٠غم / سم٣ (وتبلغ درجة الحرارة بحدود ١٥ مليون درجة مطلقة وتحدث التفاعلات النووية حيث يندمج 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 بطريق الإشعاع وتحتل منطقة الإشعاع هذه النطاق من ٠,٢٥ إلى ٠,٩٨ من نصف قطر الشمس وتبلغ كثافة الغازات فيها من ٣٤غم/ سم٣ قرب حافة اللب حتى ٠,٠١غم/ سم٣ على الحافة الخارجية للطبقة.
- الطبقة الحملية : conductive zone وهو الغلاف الذي يلي الطبقة الإشعاعية ويمتد حتى ٠,٩٨ من نصف قطر الشمس وتنتقل الحرارة فيه عن طريق الحمل بوساطة تيارات غازية دوارة.
- الكرة النيرة : طبقة الفوتوسفير : photosphere : وهي الطبقة المرئية التي تظهر لنا من الأرض صفراء اللون وتفصل سطح الشمس عن غلافها الخارجي يبلغ سمك هذه الطبقة بحدود ٣٠٠ كيلومتر وقد سميت بهذا الاسم لأن الفوتونات المتولدة في باطن الشمس تفلت منها حال وصولها إليها تبلغ حرارة هذه الكرة حوالي ٥٨٠٠ كلفن.

الغلاف الجوي للشمس

وينقسم إلى ثلاث مناطق:

أ 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.

ب الكرة اللونية : the chromo-sphere وهي الطبقة الوسطى الشفافه الموجودة مباشرة فوق الفوتوسفير في الغلاف الجوي للشمس التي تبلغ درجة حرارتها حوالي مليون درجة كلفن ويكون فيها ذرات الهيدروجين متأينة تماما.

ج الإكليل الشمسي : the corona وهي الطبقة الجوية الخارجية للشمس والتي تبدأ عند نهاية الكروموسفير والممتدة الى ارتفاعات هائلة تصل الى بضعة ملايين من الكيلومترات والتي لا ترى بالعين مباشرة إلا أثناء الكسوف الكلي يبلغ سمكها بحدود ٦.١ مليون كيلومتر تكون كثافة الغازات فيها قليلة جدا وتبلغ درجة حرارتها أكثر من مليون درجة كلفن.