مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

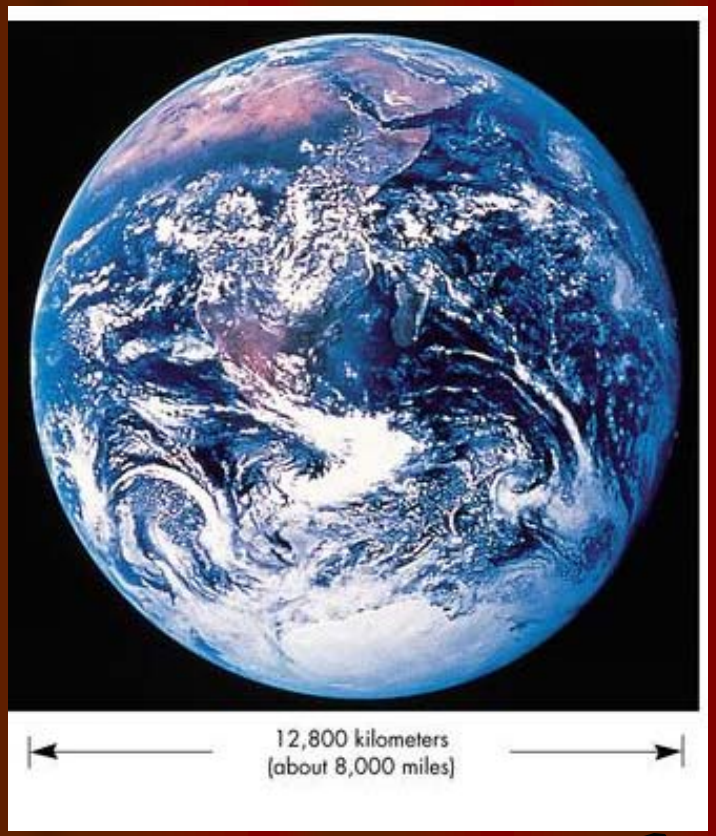
الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

كوكب الارض

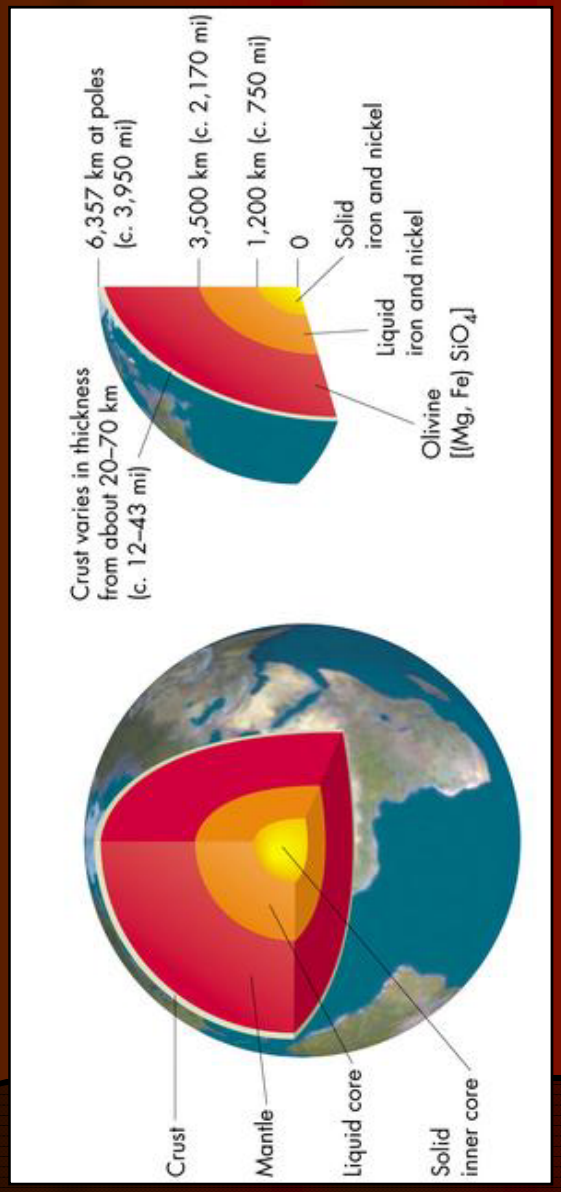
- تبعد عن الشمس في المتوسط ١٥٠مليون كم،
- وتدور حول الشمس في مدار إهليجي بسرعة متوسطة تساوي ٢٩,٧٩ كم/ث
- تستكمل دورتها في ٣٦٥,٢٤٢٢ يوماً شمسياً وسطياً،
- كما تدور الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق في ٢٣س ٥٦د ٤,١ث
- تقدر كثافة الأرض ٥,٥٢ جم/سم٣، وتعتبر أكبر كواكب المجموعة الشمسية كثافةً.
- تقدر كتلة الأرض بـ ٥,٩٧×١٠+٢٧ جم وهي تعادل تقريباً كتلة عطارد والزهرة والمريخ معاً بالإضافة إلى كتلة القمر وكوكب بلوتو.
- درجة حرارة سطح الأرض يتراوح ما بين -٨٨ إلى + ٥٨ درجة مئوية، حيث تعتبر سيبيريا والمناطق القطبية من أبرد المناطق، في حين تعتبر كل من الصحراء الليبية ووادي الموت بكاليفورنيا من أحر المناطق على سطح الكرة الأرضية.
- وإذا أمكن مشاهدة الأرض من الفضاء الخارجي ستجد لونها يميل إلى اللون الأزرق النيلي مع غطاء من السحب البيضاء والذي يتخللها أجزاء بنية اللون تمثل اليابسة، ويعكس الغلاف الجوي الأرض قدراً كبيراً من أشعة الشمس الساقطة عليه حيث يقدر متوسط العاكسية Albedo بـ ٠,٣٩ وهي نسبة كبيرة مقارنة لجسم ليس له غلاف جوي مثل القمر والذي تقدر عاكسيته بـ ٠,٠٧ فقط. كما يمتاز سطح الأرض بوجود طاقيتين ثلجيتين بأقطابه.

- شكل وكروية الأرض



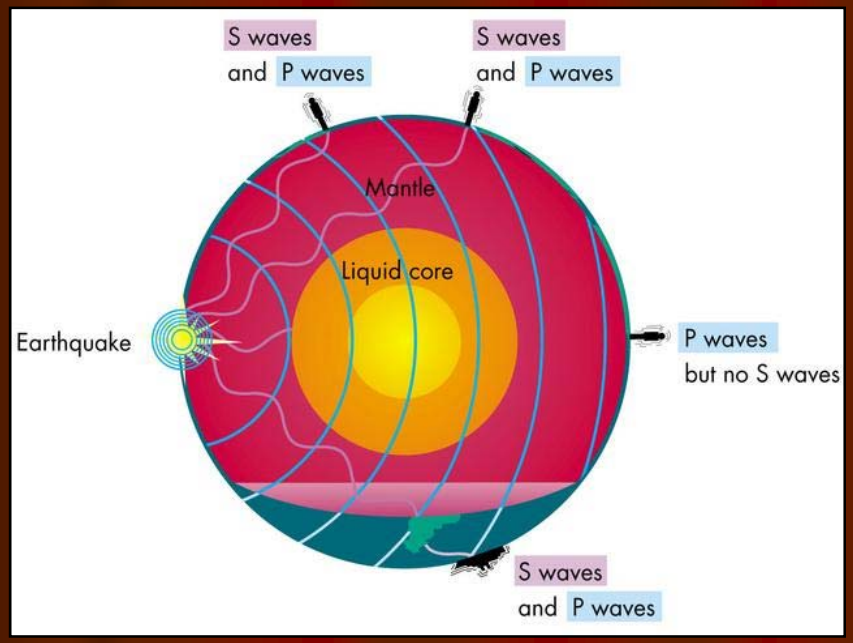
- سطح الكرة الأرضية غير مستوي الشكل
- فهناك الجبال الشاهقة والقارات الممتدة والوديان العميقة وكذلك قيعان المحيطات.
- كما أن الأرض ليست مستديرة الشكل تماماً لكنها منبعجة عند خط الاستواء ومفلطحة عند القطبين الشمالي والجنوبي وذلك نتيجة لدوران الأرض حول محورها، حيث أن قطرها الاستوائي= ١٢٧٥٦,٧٨ كم بينما قطرها القطبي = ١٢٧١٣,٨٢ كم أي يقل عن قطرها الاستوائي بـ ٤٣ كم تقريباً.
- عندما قام العلماء بعمل القياسات الدقيقة للأرض وُجد أن الجزء الجنوبي للكرة الأرضية أكثر تفلطحاً من الجزء الشمالي مما يجعل شكلها أقرب إلى شكل فاكهة الكمثري Pear-shaped.
- ويبلغ محيط الأرض الاستوائي حوالي ٤٠٠٠٠ كم، فلو أن سيارة تتحرك علي طريق يحيط بها بسرعة ١١٠كم/ساعة بدون توقف فأنها ستكملها في حوالي خمسة عشر يوماً.

أغلفة الأرض الرئيسية



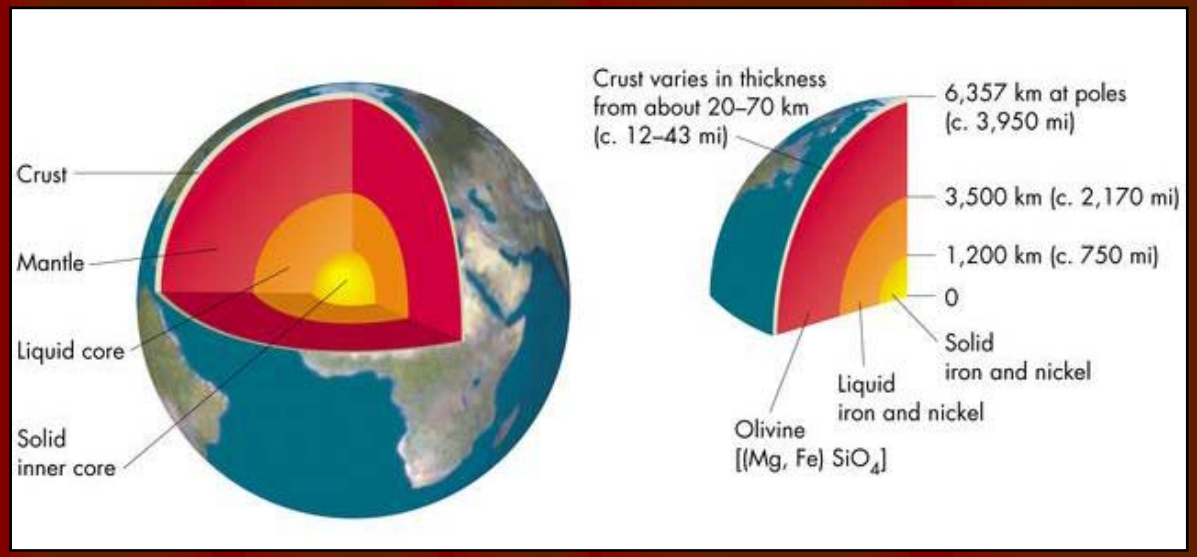
- **الغلاف الصخري:**
- يتكون الغلاف الصخري من ثلاثة طبقات رئيسية هي اللب والوشاح والقشرة.
- اللب: يبلغ قطره ٣٤٨٥ كم تقريباً وكثافته عالية جداً تتراوح بين ١٣- ١٢,٧جم/سم٣ حيث يتكون من معادن ثقيلة مثل الحديد والنيكل،وينقسم إلى جزأين:
  - الجزء الصلب يبلغ قطره حوالي ١٢٢٥ كم وتقدر درجة حرارته ما بين ٦٤٠٠-٦٠٠٠ درجة مطلقة أي قريبة من درجة حرارة سطح الشمس، والضغط حوالي ثلاث ملايين ضعف الضغط الجوي عند سطح البحر،
  - الجزء المنصهر يبلغ سمكه حوالي ٢٢٥٠كم، وكثافته حوالي ١١جم/سم٣ ودرجة حرارته ما بين ٦٠٠٠–٤٥٠٠ درجة مطلقة، وهذا الجزء المنصهر يتكون من الحديد والنيكل في صورة منصهرة، وهو مصدر المجال المغناطيسي للأرض.

أغلفة الأرض الرئيسية



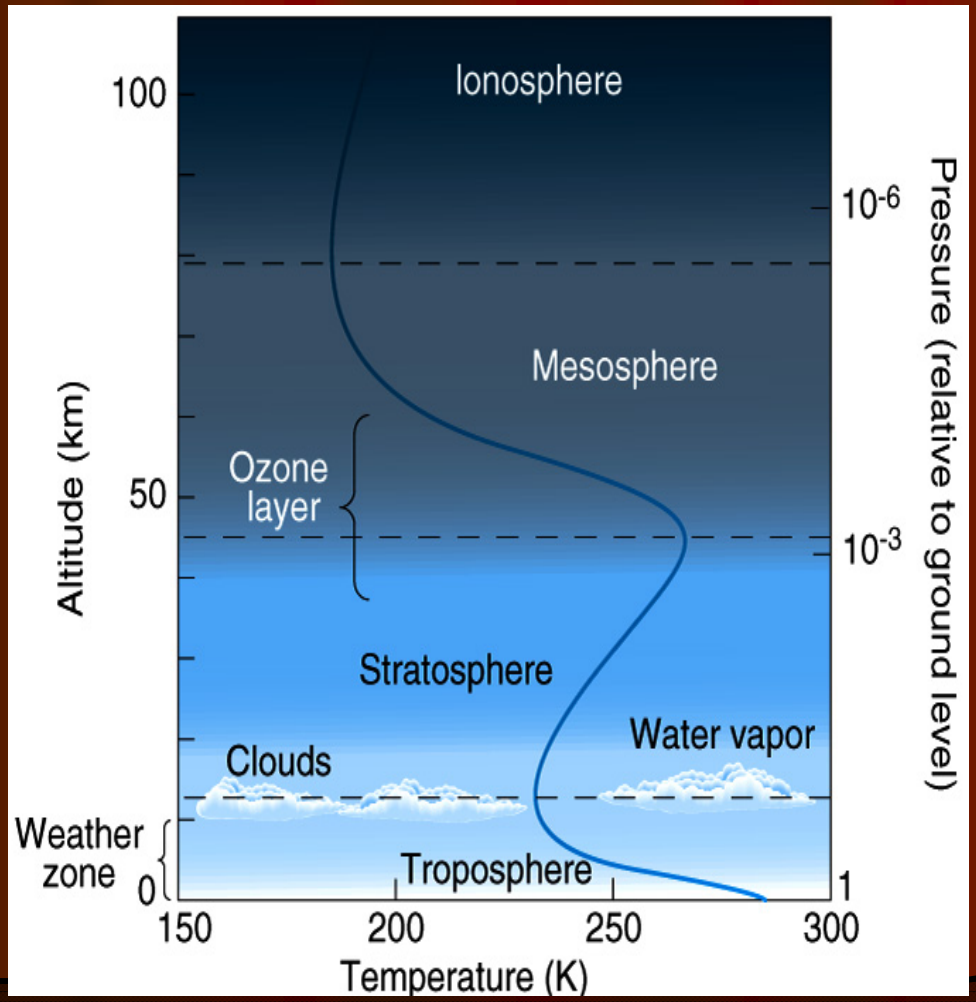
- ب) الوشاح Mantle
- تبلغ كثافة مادتها أربعة أمثال كثافة الماء ، ويبلغ سمكها حوالي ٢٨٠٠ كم تقريباً، وهي تتكون من عدة طبقات من الصخور منها البازلت والسيليكات والأكسيدات، و درجة حرارتها ما بين ٤٥٠٠-٧٠٠ درجة مطلقة.
- يمكن دراسة الطبقات الداخلية للأرض عن طريق قياس موجات الزلازل
- تندرج الموجات الزلزالية في نموذجين أساسين: موجات S وموجات P، فموجاتP تتكون عندما تدفع المادة في مكان معين ما يجاورها من المادة – سواء أكانت صلبة أم سائلة – فتضغطها.
- وينتقل هذا النموذج من الموجات بسهولة عبر المواد الصلبة والسائلة كليهما، على حين تتكون موجات S عند ارتجاج المادة المجاورة إلى الأعلى وإلى الأسفل أو جانب إلى جانب ولا تنتقل إلا عبر المواد الصلبة فقط. وبناء على ذلك فإذا التقطت محطة لكشف الهزات الأرضية موجات P دون موجات S فلابد من أن تكون قد مرت بمنطقة وسط سائل في طريقها من مركز الزلزال إلى المحطة وفي ذلك إشارة إلى أن باطن الأرض سائل.

أغلفة الأرض الرئيسية



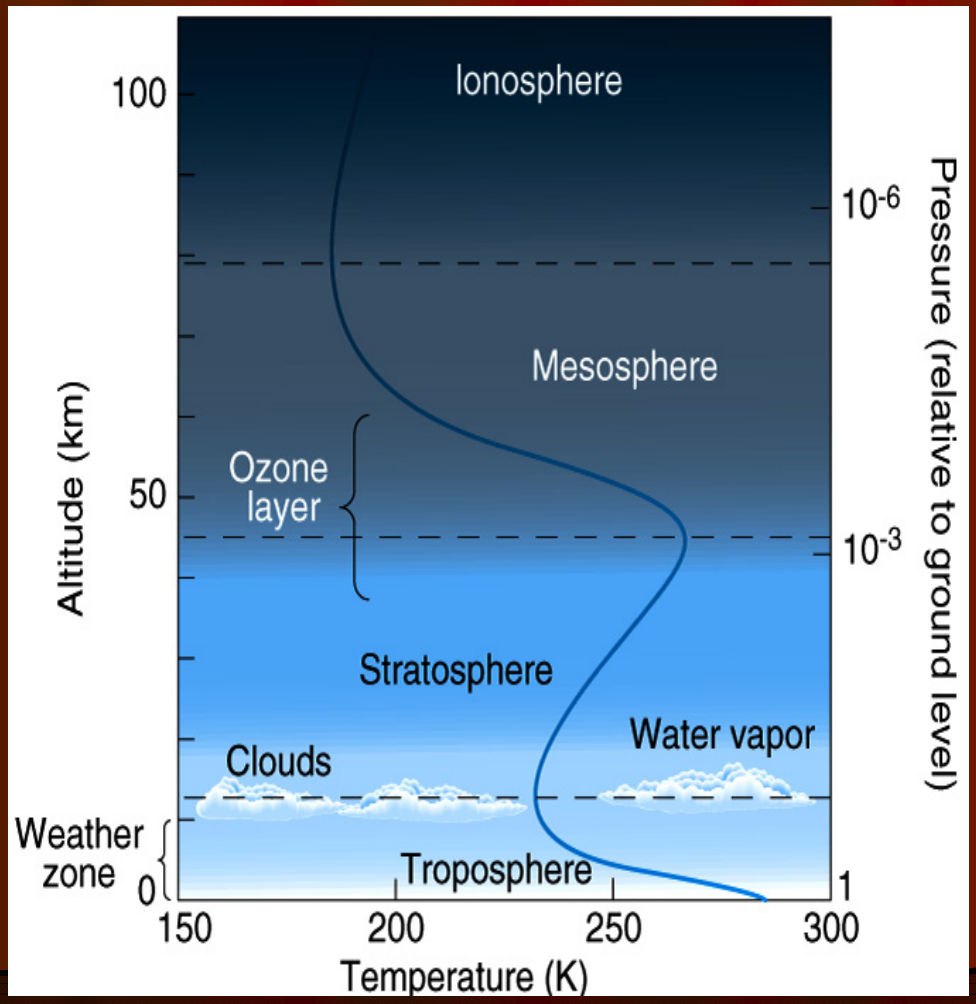
- ج) القشرة Crust: وهي الطبقة السطحية الصلبة ذات الكثافة المنخفضة ويبلغ سمكها ما بين ٢٠-٧٠ كم، وتتكون القشرة من صخور نارية ومتحولة ورسوبية. خواص المكونات الرئيسية للقشرة الأرضية، حيث يبلغ سمكها حوالي ٥ كم أسفل المحيطات وما بين ٣٠-٤٠كم أسفل القارات. كما أن درجة الحرارة تزداد بمعدل درجة مئوية واحدة كل مائة متر تقريباً بازدياد العمق

الغلاف الجوي للأرض:



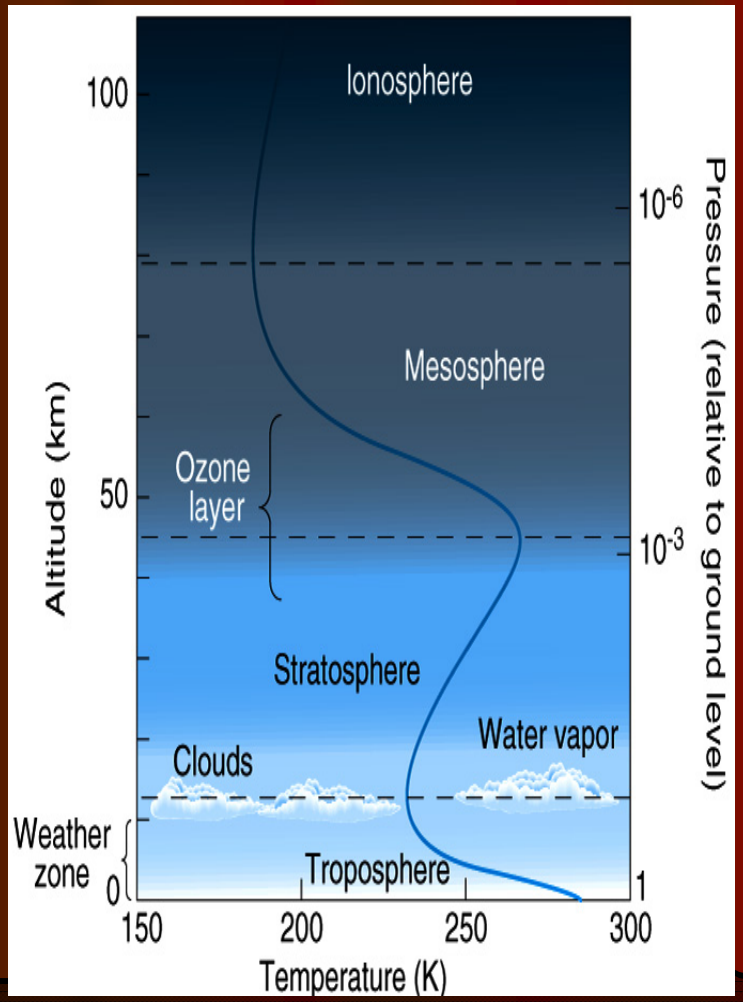
- يتكون الغلاف الجوي الحالي من جزيئات النتروجين بنسبة ٧٨%، الأكسجين بنسبة ٢١%، أما الـ ١% الباقية فتشمل ثاني أكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء، وكلما ارتفعنا في الغلاف الجوي فإن الضغط الجوي وكثافة الغاز يقلان تدريجياً. يمكن تقسيم الغلاف الجوي إلى عدة طبقات أساسية وفقاً للتغير في درجة الحرارة،
- وهذه الطبقات هي:

أ) طبقة التروبوسفير Troposphere



- تحتوي على ٨٠% من كتلة الغلاف الجوي تقريباً، وهي الملامسة لسطح الأرض.
- تمتد هذه الطبقة حتى ارتفاع ١٢كم من سطح الأرض وتنخفض فيها درجة الحرارة بمعدل ٦,٥ درجة للهواء المشبع)
- تحدث فيها جميع الظواهر الجوية (السحب، الغيوم، الضباب، الأمطار).
- تحتوي هذه الطبقة على معظم مواد الغلاف الجوي: النتروجين – الأكسجين – الأرجون – ثاني أكسيد الكربون – الهيدروجين – الهليوم وغيرها.
- ونسبة هذه الغازات في الغلاف الجوي تعتبر ثابتة، فما تستهلكه الحياة الحيوانية من أكسجين مثلاً يعوضه ما تفرزه النباتات في عملية التمثيل الضوئي.

ب) طبقة الإستراتوسفير Stratosphere

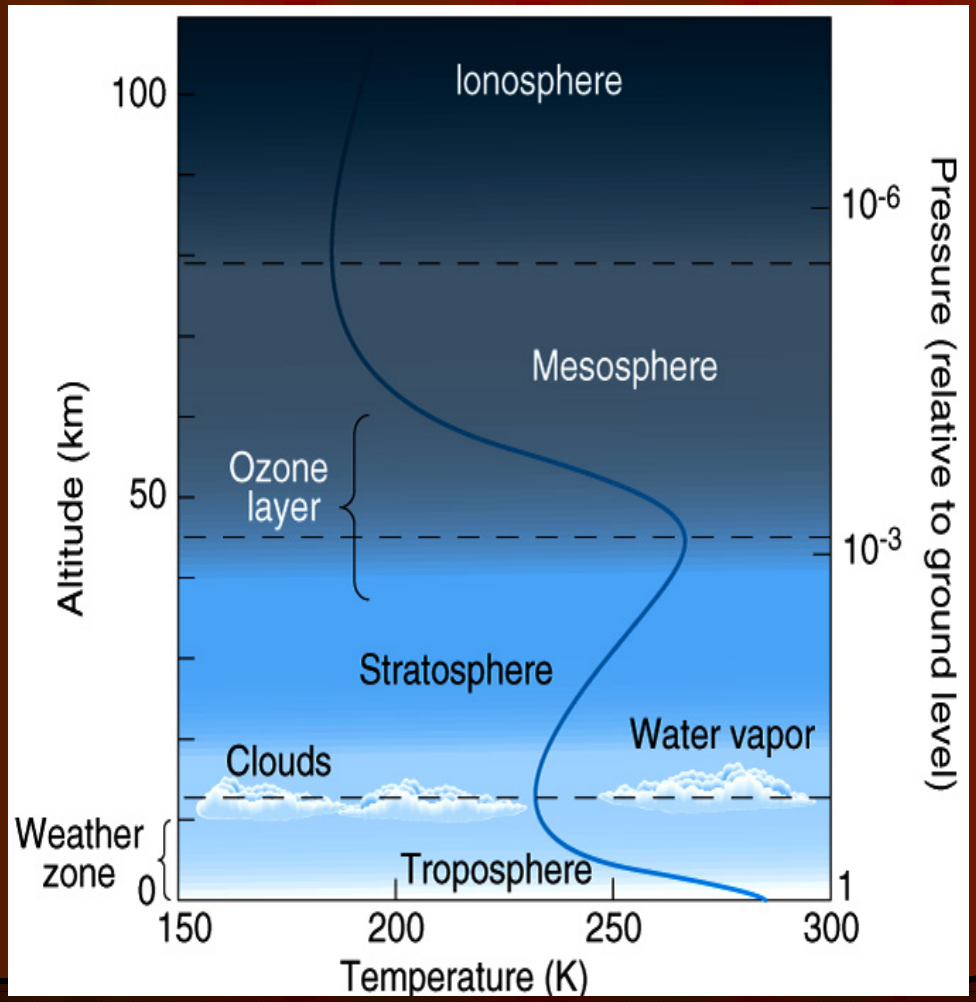


- وتمتد هذه الطبقة حتى ارتفاع ٥٠ كم .
- وتتميز هذه الطبقة بالاستقرار في جوها حيث ينعدم بخار الماء ويندر فيها السحاب، كما تخلو من الظواهر الجوية.
- وتحتوى هذه الطبقة على غاز الأوزون Ozone (O3)، الذي له أهمية عظمى في حماية الأحياء على سطح الأرض، إذ أن هذا الغاز يمتص الأشعة فوق البنفسجية القاتلة الصادرة من أشعة الشمس،
- ونتيجة لامتصاص هذه الأشعة فإن درجات الحرارة تزداد بصورة كبيرة خلال هذه الطبقة.

ب) طبقة الإستراتوسفير Stratosphere

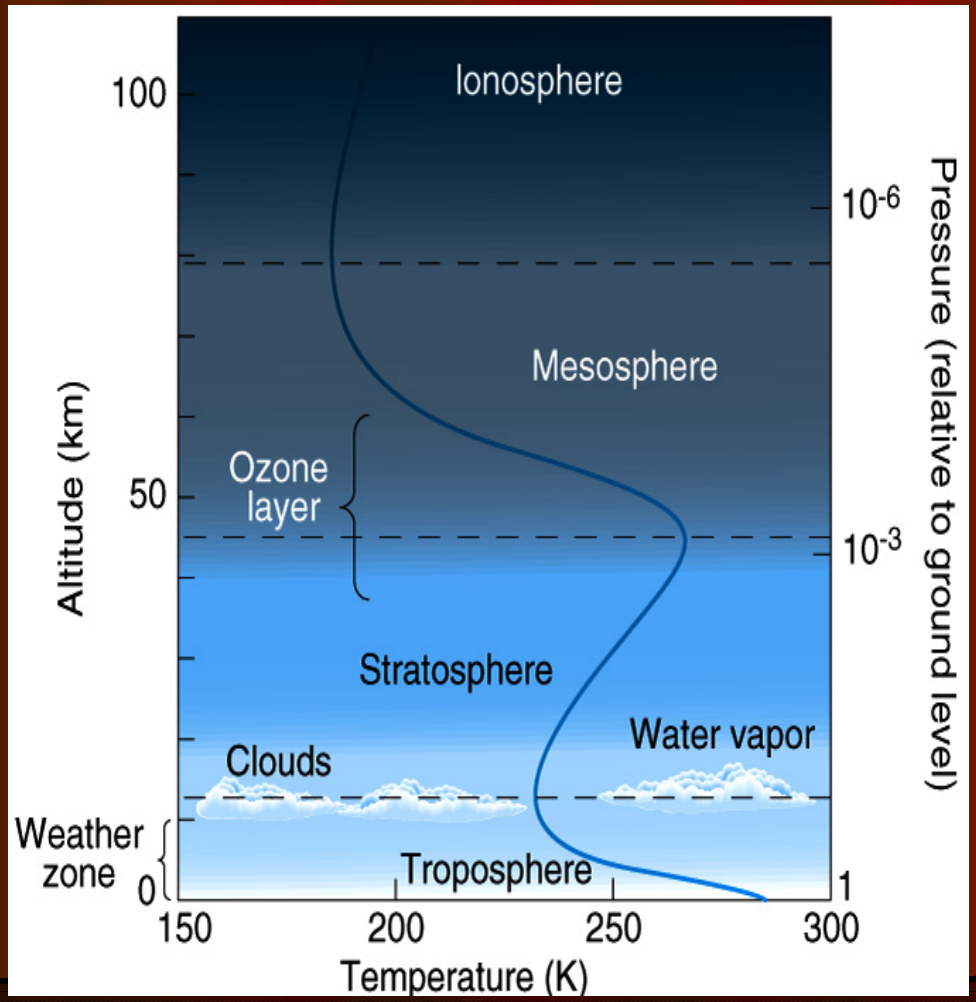
- وتوجد طبقة الأوزون على ارتفاع تقريباً ٢٥ كم.
- على هذا الارتفاع تكون شدة الأشعة فوق البنفسجية قادرة على شطر جزيء الأكسجين O2 إلى ذرات أكسجين مستقلة، ثم تتحد ذرات الأكسجين المنفصلة مع جزيئات الأكسجين لتشكل جزيء الأوزون O3.
- يمتص ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء الأشعة تحت الحمراء وهما يؤديان دوراً حاسماً في تنظيم درجة الحرارة كوكبنا الأرضي من خلال ظاهرة البيوت الزجاجية.
- عندما تمر الأشعة المرئية من الغلاف المرئي الشفاف تسخن سطح الأرض حيث تتحول إلى أشعة تحت حمراء (حرارة) يقوم ثاني أكسيد الكربون بحفظ جزء من الحرارة ويسرب الجزء الأخر إلى خارج الغلاف الجوي.
- قد لوحظ مع تطور الصناعة وازدياد كمية الأدخنة التي تخرج من المصانع أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تتزايد بشكل مستمر مما يؤدي إلى زيادة الحرارة مما يعني ارتفاع درجة الحرارة في الغلاف الجوي وهي ما نعرفة بظاهرة الاحتباس الحراري.

ج) طبقة الميزوسفير (Mezosphere



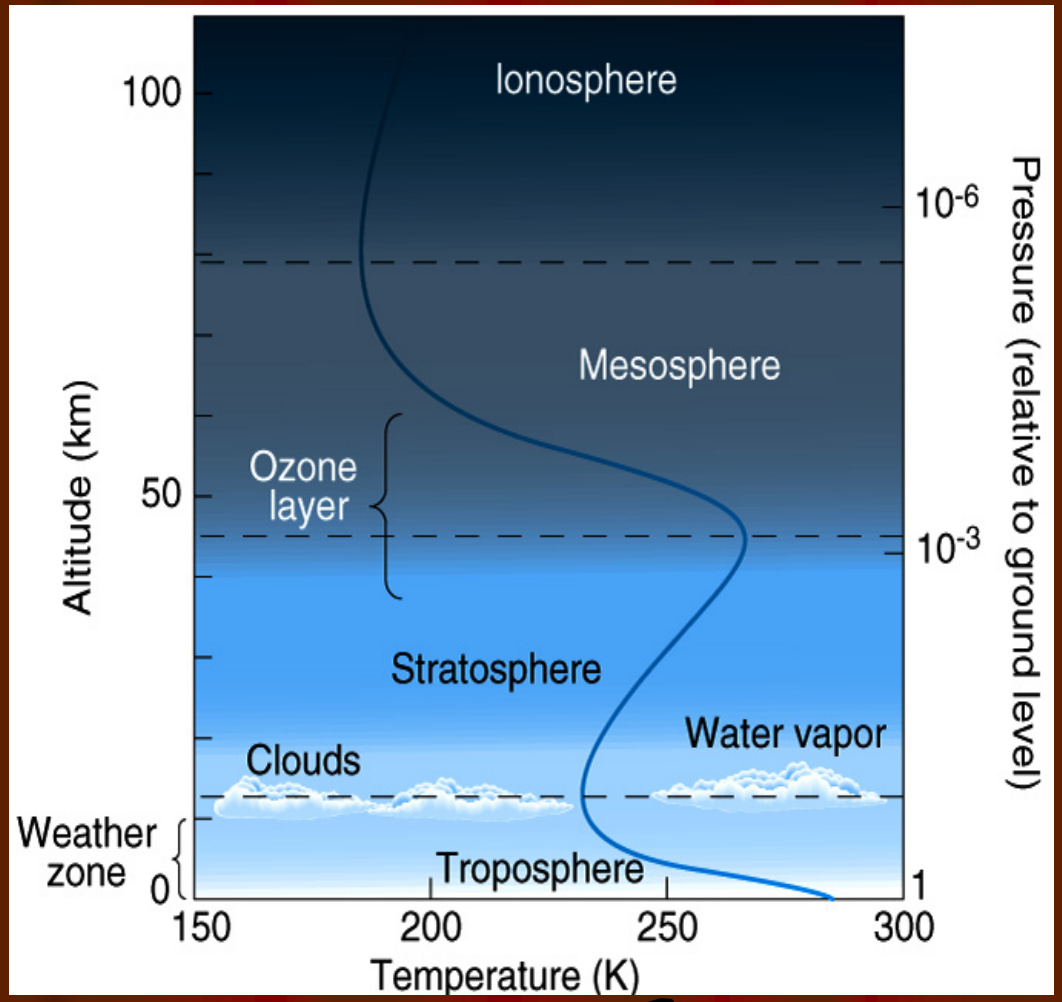
- تمتد هذه الطبقة من ٥٠ كم إلى ٨٥ كم حيث تعلو طبقة الاستراتوسفير. تتميز هذه الطبقة بالانخفاض الكبير في درجات الحرارة وذلك في أجزائها العليا إذا ما قورنت بالأجزاء السفلي منها. والجزء العلوي من هذه الطبقة يسمى الميزوبوز Mezo-pause.

د) طبقة الأيونوسفير Ionosphere



- تمتد هذه الطبقة من ٨٥ كم إلى حوالي ٧٠٠كم
- وتحتوى على كميات كبيرة من الأكسجين والنيتروجين المتأين.
- وتعتبر طبقة عاكسة لموجات الراديو الطويلة.
- وتحتوي هذه الطبقة علي طبقة الثرموسفير والتي تحدث بها ظاهرة الشفق القطبي (الوهج القطبي).
- بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الطبقة تمتص الجزء الأعظم من الدقائق والجسيمات المشحونة المصاحبة للرياح الشمسية فهي أيضاً تعمل على الإقلال من تأثير الأشعة الكونية القادمة من الفضاء الخارجي.

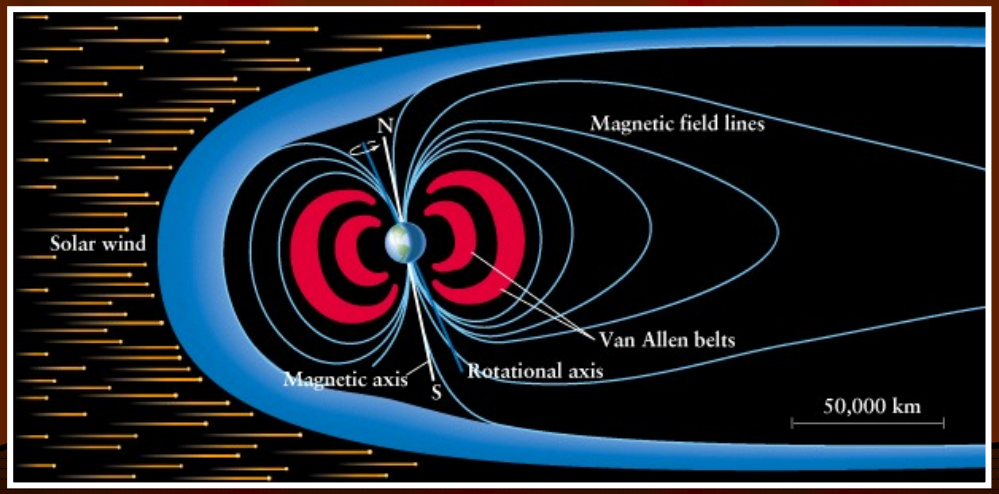
هـ) طبقة الإكسوسفير Exosphere



- : هي طبقة غير متجانسة تثبت فيها درجة الحرارة
- وتمتد حتى ١٠ آلاف كم تقريباً
- أوضحت هذه الدراسات أن مناطق الغلاف الجوي الخارجية بالرغم أن كثافتها متناهية في الصغر إلا أن لها تكوين طبقي، وكل طبقة لها خواصها الفيزيائية والكيميائية.

المجال المغناطيسى للأرض

- يشبه المجال المغناطيسي الأرضي المجال المحيط بقطب مغناطيسي،
- ويعتقد علماء الجيولوجيا أن الحديد المنصهر في الطبقة الخارجية من لب الأرض ودرجة الحرارة العالية تُسبب وجود شحنات حرة، مع دوران الأرض تُولد تيار كهربي والذي بدوره يولّد مجال مغناطيسي للأرض (Dynamo-theory).
- كما أن محور المجال المغناطيسي لا ينطبق علي محور دوران الأرض، بل يميل عليه بزاوية11.3o



كما ان المجال المغناطيسي للأرض يمتد لمسافات كبيرة في الفضاء إلى ما بعد القمر، وهو يغلف الكرة الأرضية ويعمل كدرع واق لها، فهو يحميها من الرياح الشمسية وكذلك يعمل على التقليل من تأثير الأشعة الكونية.

المجال المغناطيسى للأرض

- عندما تم إطلاق أول قمر صناعي عام ١٩٥٨م لدراسة طبقة المغنيتوسفير
- تم اكتشاف تجمعات من هذه الدقائق المشحونة التي تصل كثافتها إلى ١٠ آلاف جسيم لكل سم٣ في حين أن الوسط الذي يحيط بها تصل كثافته إلى ما بين ١/١٠ و ١/١٠٠ من هذه الكثافة.
- قد أظهرت الدراسات أنها تغلف الأرض على شكل أحزمة هلالية ممتدة من الشمال إلى الجنوب، سميت فان ألن والتي تنقسم إلى مجموعتين هما:
  - أ) **حزام داخلي**: يقع على ارتفاع متوسط يقدر بـ ٣٠٠٠ كم من سطح الأرض، ويحتوي على طاقة عالية نسبياً من البروتونات والإلكترونات.
  - ب) **حزام خارجي**: يقع على بعد يتراوح ما بين ١٨٠٠٠ إلى ٢١٠٠٠ كم من سطح الأرض، ولكنه ذات طاقة أقل نسبياً مقارنة بطاقة الحزام الداخلي.
- الجدير بالذكر أن هذه الدقائق المشحونة صادرة من الشمس نتيجة للنشاط والانفجارات الشمسية، إذ يصاحبها إشعاع جسيمي على هيئة سحب بلازمية تنتشر في الفراغ المحيط بالشمس، وعندما تقترب هذه السحب من جو الأرض فأنه يتم أسرها بواسطة المجال المغناطيسي الأرضي مكونة أحزمة فان ألن.

القمر

- ا تابع لكوكب الأرض يدور حولها كما تدور الأرض حول الشمس. يعتبر القمر أقرب الأجرام السماوية إلينا يبعد عنا مسافة تقدر تقريباً بـ ٣٨٤ ألف كم.
- أصغر من الأرض في الحجم والكتلة فقطره ٣٤٧٦ كم أي ما يعادل ربع قطر الأرض وكتلته ١,٢٣% من كتله الأرض لذلك فالجاذبية على سطحه تعادل ٠,١٧ من جاذبية الأرض أي حوالي 1/6 من جاذبية الأرض.
- أما كثافة القمر فتبلغ ٣,٣٤ جم/سم٣ وهي قريبة من كثافة الصخور المكونة للقشرة الأرضية. رغم أن القمر يبدوا واضحاً براقاً في السماء إلا أنه يعكس فقط ٧% من ضوء الشمس الساقط علية وهي قيمة أقل من عاكسية الأرض (٣٩%) وذلك لافتقار القمر لغلاف جوي.

الملامح الرئيسية للقمر

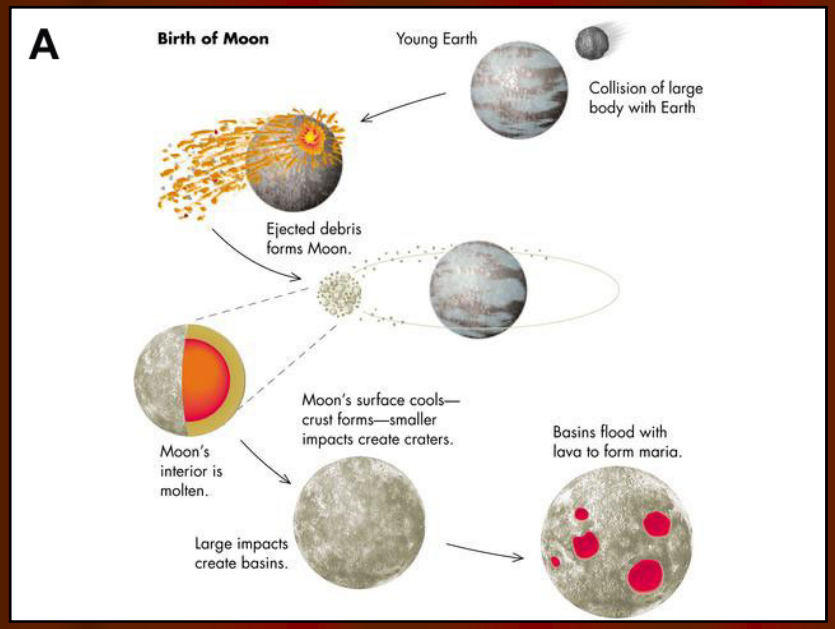
- مناطق داكنة تعرف مجازا بالبحار القمرية وهي مناطق منخفضة نسبيا تحتوي رواسب بركانية من الحديد والماغنسيوم والتيتانيوم.
- مناطق فاتحة وهي أماكن جبلية مرتفعة هي مليئة بالفوهات النيزكية، وتعد صخور المرتفعات أقل كثافة وأقدم عمرا من صخور البحار القمرية.
- الأخاديد القمرية التي يبدوا أنها نشأت نتيجة تدفقات حمم بركانية قديمة، وكذلك تنتشر بعض الأخاديد المستقيمة على السطح ربما نشأت عن تشقق القشرة الخارجية. يغطي سطح القمر طبقة من مادة ترابية دقيقة.
- نتيجة لانعدام الهواء والنشاط الجيولوجي يمكن أن تظل أثار الأقدام على سطح القمر لفترات زمنية طويلة.
- نشأت معظم المظاهر على سطح القمر كالفوهات والبحار القمرية نتيجة اصطدام أجسام صلبة بسطحه. وينشأ عن التصادم فجوة يتوقف قطرها على كتلة الجسم الصادم وسرعته، وتأخذ الفجوة شكلا دائرياً ما لم يكن التصادم مماسياً.

التركيب الداخلى للقمر

يمكن دراسة باطن القمر بواسطة الأمواج الزلزالية، مثل الأرض.

- فلقد كان أول الأجهزة التي أقامها رواد المركبة الفضائية أبولو على سطح القمر هو كاشف الأمواج الزلزالية. وقد أظهرت القياسات أن القمر مكون من ثلاثة طبقات:-
- - **القشرة:** وهي طبقة رقيقة من صخور السيليكات الغنية نسبياً بالألمونيوم وفقيرة بالحديد وهذه الطبقة غير متماثلة في السمك، فالوجه المقابل للأرض تكون القشرة فيه أقل في السمك 65 كم وأكبر في الوجه البعيد 150 كم ويعتقد سبب ذلك أن الوجه المقابل للأرض معرض لتأثير جذب الأرض أكثر من الوجه الأخر.
- - **الوشاح:** وهي طبقة يصل سمكها لحوالي 1000 كم مكونة من صخور صلبة غنية بمعدن الأوليفين.
- - **اللب:** وهو صغير الحجم ويحتوي على كمية أقل بكثير من الحديد والنيكل مما يحتويه لب الأرض وذلك واضح من كثافة القمر المنخفضة والتي تقدر بـ 3.3 gm/cm3. تدل الدرسات على أن باطن القمر بارد وذلك لعدم وجود لب منصهر. نتيجة لذلك مع الأخذ في الاعتبار دوران القمر البطيء حول محوره فإن الحقل المغناطيسي للقمر منعدم.

- نظريات نشأت القمر:



- كان هناك ثلاث نظريات لتفسير نشأت القمر قبل رحلات أبولو.
- فقد كان يعتقد في بداية القرن الثامن عشر أن الأرض والقمر كانتا توأمين تكونا معاً من سحابة واحدة من الغاز والغبار (**نظرية التوأم**).
- وفي عام ١٨٧٨ وضعت نظرية الانشطار والتي تشير إلى أن الأرض كانت في البداية تدور حول نفسها بسرعة عالية جداً فتشكل من دورانها السريع انتفاخ ما لبث أن انفصل عن الأرض وشكل القمر (**نظرية الانشطار**).
- أما النظرية الثالثة اقترحت في بداية القرن الماضي أن القمر كان كوكباً صغيراً وعندما أقترب من الأرض أسرته وأصبح يدور حولها (**نظرية الأسر**)

- نظريات نشأت القمر:

- ولو كان القمر كوكباً تم أسره لاقتضى ذلك أن يكون تركيبه مختلفاً جداً عن تركيب الأرض.
- ولو كان الأرض توأمين فسيكون تركيبهما متماثلاً.
- وأما لو كان القمر يوماً ما جزءاً من الأرض فإن تركيبه سيكون مطابقاً لتركيب قشرة الأرض.

- ولدى تحليل عينات الصخور كانت بعض الصخور متماثلة تماماً في التركيب مع صخور الأرض والبعض الأخر مختلفاً اختلافاً جذرياً.
- وقد أدى الفشل في الحصول على دليل من عينات سطح القمر إلى عدم الجزم بصحة النظريات السابقة مما دفع في السبعينيات من القرن الماضي إلى طرح نظرية جديدة.

- تقول النظرية الجديدة (**نظرية الاصطدام الكبير**) بأن القمر تكوَّن من أنقاض تطايرت نتيجة اصطدام جرم بحجم كوكب المريخ بالأرض البدائية (العمر الكبير لصخور القمر وغياب مظاهر التصادم على الأرض يشير لحدوث ذلك في بداية تُكون الأرض أي قبل ٤,٥ مليار سنة).
- وأدى هذا الاصطدام إلى تحطم الجرم الصادم وجزء يقدر بملايين الكيلومترات المكعبة من سطح الأرض، واندفعت إلى الفضاء لتشكل سحابة كثيفة من الغبار وبعد فترة بردت هذه المادة وقامت الجاذبية بتجميعها لتشكل القمر الذي نراه اليوم.

أطوار القمر Phases of the MOON:

- نتيجة تغير وضع القمر بالنسبة للأرض والشمس تتغير مساحة سطحه المضاءة والمواجه للأرض.
- فإذا كان القمر بين الأرض والشمس على خط واحد فإننا لن نرى من القمر شيئا حيث يكون النصف المضاء من القمر مواجها للشمس والنصف المظلم مواجها للأرض، وفي هذه الحالة فإن القمر يكون في طور المحاق (New moon)
- ثم يتحرك القمر شرقا نتيجة حركته حول الأرض فيخرج من طور المحاق وحينئذ تكون لحظة الهلال الجديد (Crescent) حيث يشير انحناء سطحه المضاء جهة الغرب.
- ومع تقدم الشهر القمري نجد أن القمر يبتعد كل ليلة جهة الشرق عن الليلة السابقة وتزداد الزاوية بين الشمس والأرض والقمر. وعندما تصبح هذه الزاوية ٩٠ درجة يكون نصف الوجه المضاء من القمر مواجهاً للأرض ويعرف هذا الطور بالتربيع الأول.
- عندما تزداد هذه الزاوية حتى ١٨٠ درجة بمعنى أن تكون الأرض بين الشمس والقمر (وضع التقابل) فإن الوجه المضاء من القمر يكون بالكامل في اتجاه الأرض ويسمي هذا الطور بالبدر.

الكسوف والخسوف

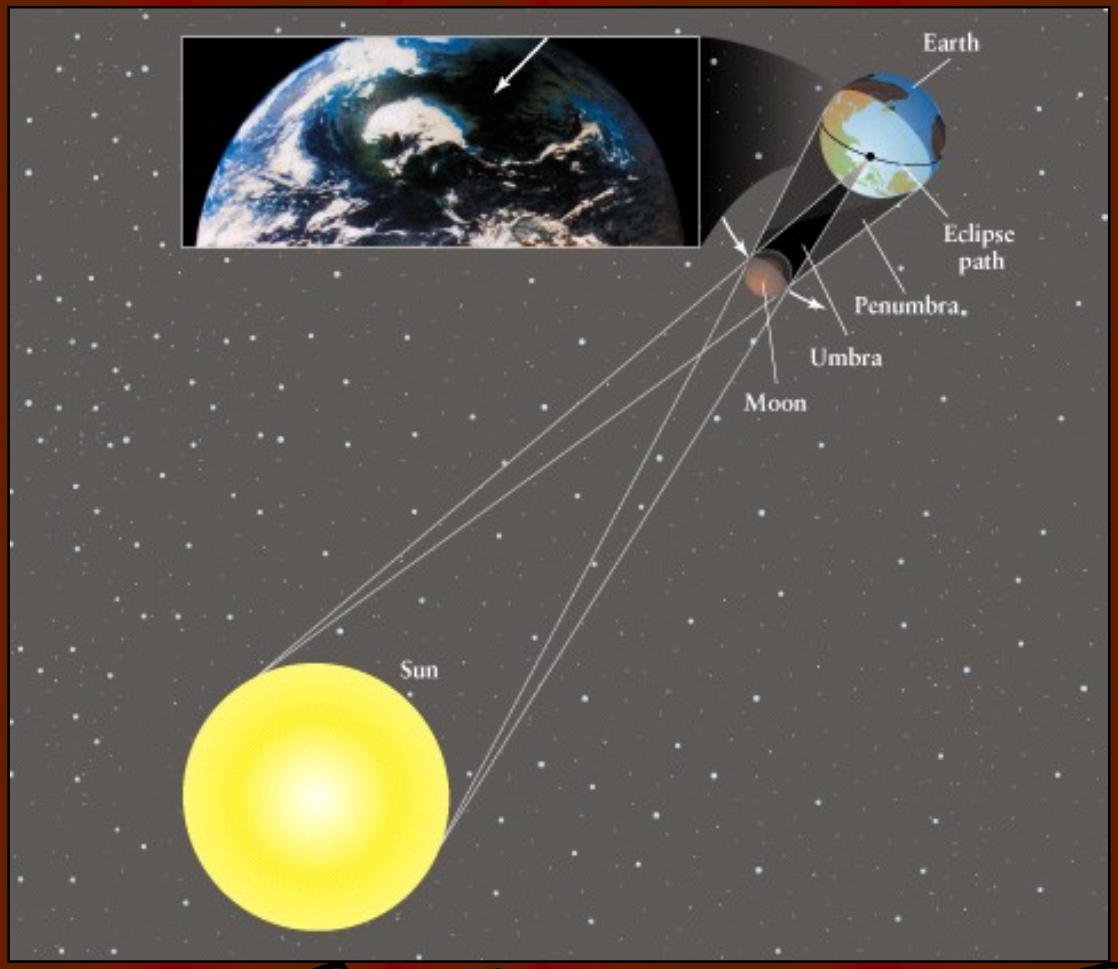
- تحدث ظاهرة الكسوف (أو الخسوف) إذا وقع جسم في منطقة ظل أو شبه ظل جسم آخر. فإذا حجب القمر ضوء الشمس عن الأرض كلياً أو جزئياً يحدث كسوف كلي أو جزئي للشمس، أما إذا حجبت الأرض ضوء الشمس عن القمر كلياً أو جزئياً يحدث خسوف كلي أو جزئي للقمر. وعندما تسقط أشعة الشمس على الأرض يتكون ظل على شكل مخروط طويل يمتد في الفضاء ولكننا لا نراه وكذلك الحال بالنسبة للقمر، ونتيجة لميل مدار القمر على مدار الأرض بزاوية ٥،٢٥ درجة فإن ظل القمر غالباً ما يسقط أعلى أو أسفل الأرض وكذلك ظل الأرض غالباً ما يسقط أعلى أو أسفل القمر.
- ولكي يحدث كسوف للشمس أو خسوف للقمر يجب أن يكون القمر عند إحدى العقدتين وهما نقطتي تقاطع مدار القمر مع مدار الأرض (دائرة البروج) ، ويحدث ذلك تقريباً مرتين في السنة وبالتالي تحدث سنوياً على الأقل حادثتي كسوف وحادثتي خسوف. إن ظاهرة الكسوف الشمسي غالباً ما تتبعها أو تسبقها ظاهرة الخسوف نظراً لقرب الفترة الزمنية بينهما والتي تقدر بأسبوعين (الفترة بين المحاق والبدر). كما إن عدم توالي حوادث الكسوف والخسوف كل شهر ناتج بسبب ميل مدار القمر على مدار الأرض ولو انعدم هذا الميل لحدث كسوف للشمس (القمر في طور المحاق) وخسوف للقمر (القمر في طور البدر) مرة كل شهر. وأكبر عدد لمرات الكسوف والخسوف سنوياً لا يتعدى ٧ مرات. ومن المعلوم أن مدار القمر غير ثابت فمحور دوران مستوى القمر (خط وهمي عمودي على مدار القمر) يغير اتجاهه ببطء كما يفعل محور دوران الأرض، بالتالي فإن مدار القمر يترنح (مما يجعل العقدتان تتحركان على دائرة البروج في اتجاه الغرب) بحيث يتم دورة كاملة كل ١٨,٦ عام تقريباً، تعرف بدورة ساروس.
- هذا يجعل أوقات الكسوف والخسوف تتحرك بمقدار ٢٠ يوماً تقريباً كل عام. لذا كما هو موضح بالشكل (٤-١٠) إن حوادث الكسوف والخسوف لعام ١٩٩٥ في شهري أبريل وأكتوبر، حدثت قبل أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع من مثيلاتها لعام ١٩٩٤ في شهري مايو ونوفمبر.

الكسوف الشمسى

- يدور القمر حول الأرض في مدار بيضاوي، لذلك يتراوح بُعد القمر عن الأرض ما بين ٣٦٣ ألف كم و٤٠٦ ألف كم.
- يبلغ طول مخروط ظل القمر حوالي ٣٨٣ ألف كم، وبالتالي فيمكن أن يسقط على الأرض.
ولحدوث الكسوف لابد من تحقق شرطين وهما:-
  - إن يكون القمر في طور المحاق. –
  - أن يكون القمر قريباً من إحدى العقدتين.

- ولا يتعدى عرض مسار الكسوف الكلي (منطقة الظل) حوالي ٢٧٠ كم عند خط الاستواء ويزيد قليلاً عند خطوط العرض الأخرى.
- ويحيط بمنطقة الظل منطقة شبه الظل وهي دائرة أوسع قد يصل عرضها لحوالي ٣٠٠٠ كم ولذا فإن الكسوف الجزئي يأخذ فترة زمنية أطول ويراه عدد أكبر من سكان الكرة الأرضية.
- وإذا كان القمر في أبعد نقطة من الأرض فإن مخروط الظل سينتهي قبل أن يصل إلى الأرض، ويرى سكان المنطقة التي هي أسفل انتهاء مخروط الظل كسوفاً حلقياً للشمس (الحلقة الخارجية من قرص الشمس) بدلاً من الكسوف الكلي، بينما يرى سكان منطقة شبه الظل كسوف جزئي كما هو متوقع. لذلك فإن الكسوف الحلقي أكثر ندرة من الكسوف الكلي لأن حدوثه يستلزم إضافة شرط جديد للشرطين السابقين وهو أن يكون القمر في أبعد نقطة في مداره عن الأرض.

الكسوف الشمسى



الكواكب

- كان عدد الكواكب التي تدور حول الشمس تسع كواكب هي على الترتيب بعداً عن الشمس: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون، بلوتو.

- في عام ٢٠٠٦ أصدر الاتحاد الفلكي الدولي تصنيفاً جديد للكواكب حيث قام من خلاله بوضع ثلاثة شروط يجب توافرها في تعريف الكوكب ونتيجة لهذه الشروط تم استنباط صنف جديد من الكواكب يطلق عليها الكواكب الأقزام

- وقد تم إدراج كوكب بلوتو في هذا الصنف الجديد بعد حذفه من قائمة الكواكب الرئيسية في النظام الشمسي. تضم حالياً قائمة الكواكب الأقزام ثلاثة كواكب وهي بلوتو وسيرز (أكبر الكويكبات سابقاً) وإيرز (أحد أكبر الأجرام الصغيرة بحزام كويبر خلف مدار نبتون)

الكواكب

- قسمت الكواكب الرئيسية إلى مجموعتين،

- الأولى يطلق عليها الكواكب شبيهة الأرض أو الكواكب الداخلية وهي عطارد والزهرة والأرض والمريخ وهي الكواكب القريبة من الشمس وقريبة من بعضها البعض وذات أسطح صلبة وكثافتها عالية وأحجامها صغيرة مقارنة بالكواكب الخارجية وتتركب بشكل رئيسي من صخور ومواد معدنية ثقيلة مثل الحديد والنيكل.
- الثانية يطلق عليها الكواكب شبيهة المشتري أو الكواكب الخارجية وهي: المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وهي كواكب متباعدة عن بعضها البعض وذات أحجام وكتل كبيرة وكثافة صغيرة قريبة من كثافة الماء وتتركب بشكل رئيسي من غازي الهيدروجين والهليوم (عملاقة غازية).

ثم ان هنالك كويكبات تقع على شكل حزام يفصل بين الكواكب الداخلية والخارجية .

الكويكبات والمذنبات ومادة الشهب والنيازك

- يحتوي نظامنا الشمسي على عدد كبير من أجرام صغيرة هي الكويكبات والمذنبات ومادة الشهب والنيازك. تعتبر هذه الأجرام أفضل مصدر للمعلومات عن نشأت المجموعة الشمسية (الظروف الفيزيائية) حيث أن العديد منها لم يحدث عليه تغيير منذ نشأت المجموعة الشمسية وخصوصاً المذنبات وبعض النيازك. **الكويكبات** أجرام صخرية يبلغ عددها حوالي مئة ألف كويكب وتتراوح أقطارها بين عدة أمتار إلى عدة كيلومترات ويستثنى منها عدد صغير تبلغ أقطارها عدة مئات من الكيلومترات ويقع معظمها في شريط بين مداري المريخ والمشتري يعرف بحزام الكويكبات، ويبعد هذا الحزام عن الشمس بحوالي ٢-٤ وحدة فلكية. **المذنبات** هي أجسام جليدية ذات أنويه صخرية قد يصل قطرها إلى حوالي ١٠ كم، وتنطلق بعض المذنبات من سحابة خلف مدار بلوتو يطلق عليها سحابة أورت وهي تجمع ضخم من الأجرام الجليدية. وتتألف هذه السحابة من قسمين: الجزء الداخلي هو قرص منبسط يسمى حزام كويبر يمتد بعد مدار نبتون لحوالي ١٠٠٠٠ وحدة فلكية، وسحابة كروية خارجية تحيط بكامل النظام الشمسي وتمتد إلى ١٥٠ ألف وحدة فلكية عن الشمس. كما تسبح في الوسط البين كوكبي صخور صغيرة أغلبها سهلة الاحتراق أثناء اختراقها الأغلفة الجوية للكواكب، وعند احتراقها يُطلق عليها اسم **الشهب** وإذا كان جزء من مادتها يتحمل درجات الحرارة العالية فإنه يستمر حتى يسقط على أسطح الكواكب ويسمي في ذلك الوقت **نيزكا**.

خصائص عامة للمجموعة الشمسية

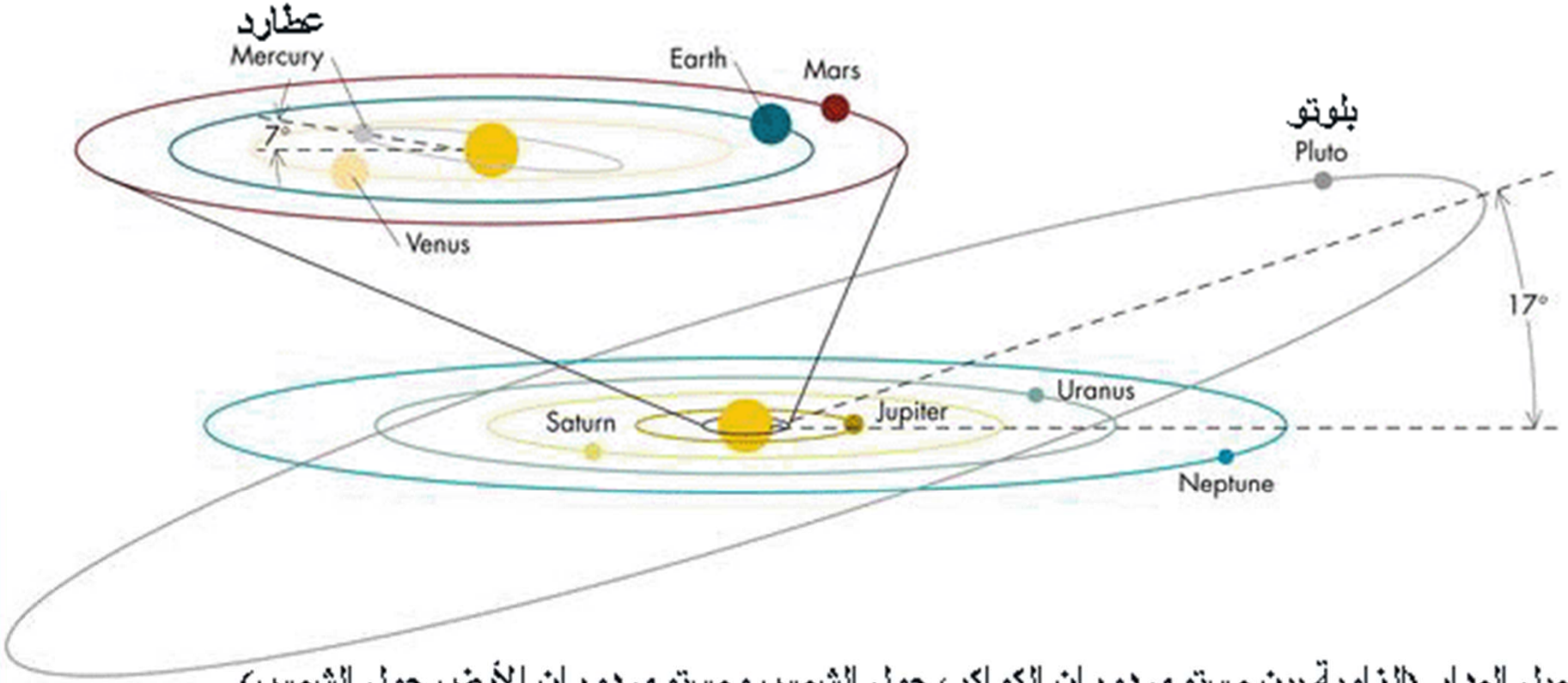
- تدور كل الكواكب حول الشمس في اتجاه واحد من الغرب إلى الشرق "عكس عقارب الساعة" إذا نظرنا إليها من أعلى القطب الشمالي.
- تدور معظم الكواكب حول محورها في اتجاه واحد مماثل لدورانها حول الشمس من الغرب للشرق باستثناء الزهرة وأورانوس وبلوتو.
- تدور كل الكواكب باستثناء عطارد وبلوتو في مستوى قريب من مستوى مدار الأرض حول الشمس .
- تتحرك كل الكواكب في مدارات بيضاوية ولكنها شبه دائرية باستثناء كوكبي عطارد وبلوتو، فمعامل الاختلاف المركزي لهم أكبر من بقية الكواكب.

خصائص عامة للمجموعة الشمسية

- يميل مستوى دوران الكواكب حول نفسها على مستوى دورنها حول الشمس (**ميل المحور**) بزاوية أقل من ٣٠ درجة، فيما عدا كوكبي أورانوس وبلوتو (زاوية الميل تزيد عن ٩٠ درجة).
- تدور غالبية أقمار المجموعة الشمسية حول كواكبها في نفس اتجاه دوران كواكبها حول الشمس، بالإضافة لذلك فهي تدور تقريباً في مستوي استواء كواكبها.
- يتضاعف بعد الكواكب عن الشمس تقريبا مع كل كوكب.
- التركيب الكيميائي للكواكب متشابه بشكل عام فيما بين الكواكب شبيهة الأرض والكواكب شبيهة المشتري.
- أظهرت كل الكواكب والأقمار التي لها أسطح صلبة فوهات تشبه الفوهات الموجودة على سطح القمر.
- كل الكواكب شبيهة المشتري لها حلقات من الصخور الصغيرة تدور حولها.

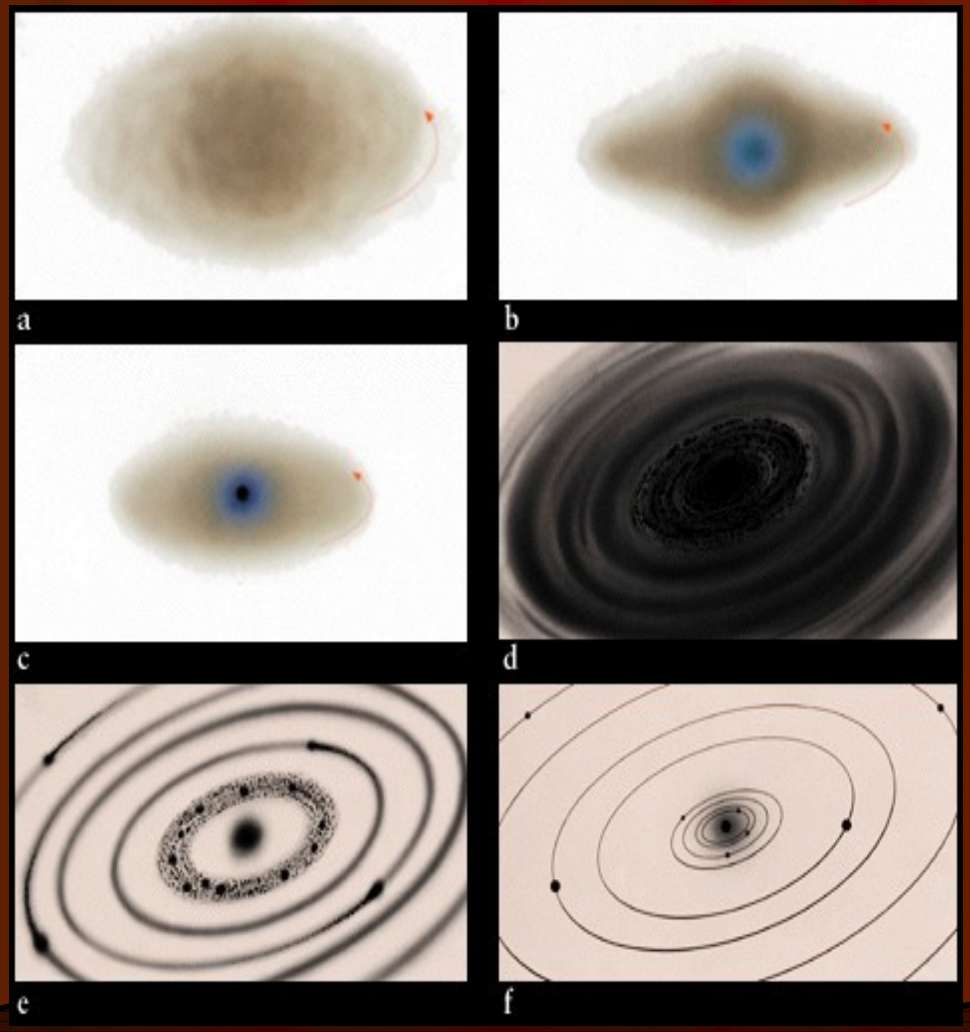
ميل المحورين للكواكب

(كوكبي أورانوس وبلوتو لهم اكبر زاوية ميل للمحورين أكثر من 90 درجة بينما بقية الكواكب فلا تزيد عن 30 درجة)



ميل المدار (الزاوية بين مستوى دوران الكواكب حول الشمس ومستوى دوران الأرض حول الشمس)
كوكبي عطارد وبلوتو لهم أكبر زاوية ميل للمدار.

نشاة المجموعة الشمسية



- لابد لأي نظرية ناجحة تنظر في لغز تكوين الشمس ورفاقها أن تفسر كل التفاصيل السابقة.
- بالإضافة إلى ذلك لابد أن تتوافق مع نظرية تكوين النجوم.

نشاة المجموعة الشمسية

- النظرية السائدة تفيد أن المجموعة الشمسية نشأت من قرص مسطح من الغاز والغبار كان يدور حول نفسه فنشأت الكواكب من الجزء الخارجي للقرص بينما تشكلت الشمس من الجزء الداخلي.
- تعطي هذه النظرية تفسيراً طبيعياً للشكل المسطح للنظام الشمسي والاتجاه العام لحركة الكواكب حول الشمس. ا
- لصيغة الحديثة لهذه النظرية تفيد بأن المجموعة الشمسية ولدت منذ حوالي ٤,٦ مليار سنة من سحابة كبيرة (قطرها ١٠٠ وحدة فلكية وكتلتها ٢-٣ كتلة شمسية)
- تدور مثل ملايين السحب البين نجميه الموجودة في مجرتنا. وفي فترة تقدر بعدة ملايين من السنين انهار هذا السديم وتحول إلى قرص دوَار ذي انتفاخ مركزي
- ، ثم تكاثف الغاز في الانتفاخ الداخلي ليشكل الشمس البدائية وتكونت الكواكب من تراكم الغبار في القرص وعندما بدأت الشمس تفاعلاتها النووية بداخلها، تم التخلص من السديم تحت تأثير ضغط الأشعة والرياح الشمسية. وهكذا أخذت الكواكب والشمس ومعظم الأجرام الأخرى نفس اتجاه دوران السديم الأصلي. وقد تشكلت الكواكب

نشاة المجموعة الشمسية

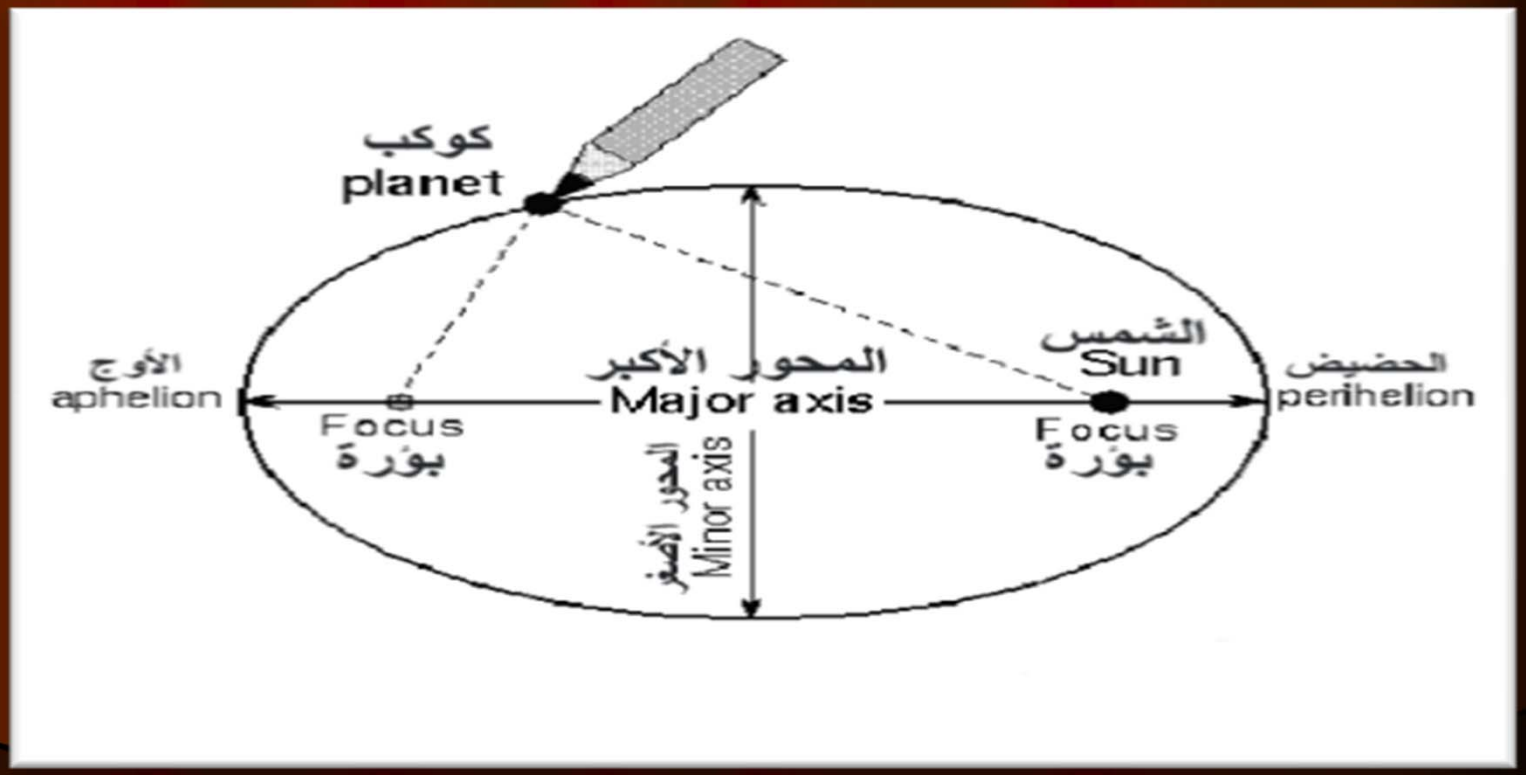
- مرحلتين: تراكم الغبار ليشكل نوى الكواكب، ثم تجمع النوى الكوكبية فيما بعد لتكوين الكواكب والتوابع. وقد تكوُّن صنفان من الكواكب، الكواكب ذات الغازات الخفيفة والجليد تكاثفت بسهولة في أجزاء السديم الخارجية الباردة في حين لم يتكاثف في أجزائه الداخلية الحارة سوى المواد الصخرية والمعدنية مكونه الكواكب الصخرية. وفي مراحل متأخرة من التكوَن أحدث تصادم النوى الكوكبية المتبقية فوَهات في سطوح الكواكب وربما كان سبب في ميل محاور دورانها ولا تزال بعض النوى الكوكبية باقية حتى اليوم على صورة كويكبات ومذنبات. ويجد علماء الفلك في خصائص المنظومة الشمسية اليوم ما يؤكد نظرية السديم الشمسي، حيث يعتقد الفلكيون اليوم بأن كل النجوم قد تكونت بهذه الطريقة، وبالتالي وفقاً لهذه النظرية فإن كل النجوم قد يكون لها كواكب تدور حولها أو نجوم في طور التكوين تحيط بها أقراص من الغاز والغبار قد تشكل مستقبلاً كواكب. وقد أكدت الأرصاد الحديثة في نطاق الموجات الراديوية وموجات الأشعة تحت الحمراء اكتشاف العديد من هذه الأقراص حول نجوم وليدة، ليس هذا فحسب بل تم اكتشاف منظومات شمسية (نجوم حولها كواكب) أخرى داخل مجرتنا خلال العقدين الأخريين، فهناك أكثر من ٢٥٠ كوكب تم اكتشافهم حديثاً حول العديد من النجوم ومعظمها في حدود حجم كوكب المشتري.

قوانين حركة الكواكب

- اعتمدت القوانين الاولية لتفسير حركة الكواكب على اعتماد ان مساراتها حول الشمس دائريه، لذا تم الانتقال إلى افتراض انها بيضاوية وذلك ما تتطابق فعليا مع حركات الكواكب في مدارتها مما ادي لظهور قوانين كبلر الثلاثة الخاصة بحركة الكواكب.

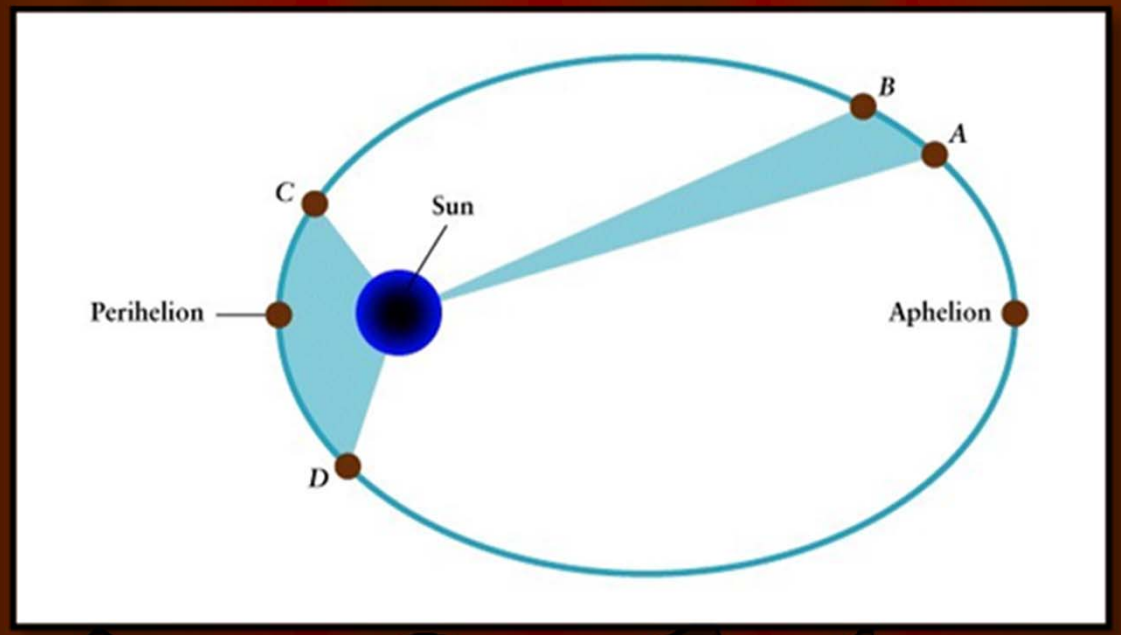
قوانين حركة الكواكب

- القانون الأول: *"يتحرك كل كوكب حول الشمس في مسار مدار بيضاوي تكون الشمس في إحدى بؤرتية"* .



قوانين حركة الكواكب

- القانون الثاني: "***الخط الواصل بين الكوكب والشمس يقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية.***"
- يتحرك الكوكب أثناء مساره حول الشمس بسرعة متغيرة بحيث يكون سريع قرب نقطة الحضيض وبطيء قرب نقطة الأوج.



قوانين حركة الكواكب

- القانون الثالث: "***يتناسب مربع الزمن الذي يتم فيه الكوكب دورة مدارية حول الشمس مع مكعب بعد الكوكب عن الشمس.***"

$$\frac{a^3}{p^2} = \frac{(1AU)^3}{(1year)^2} = 1AU^3/year^2$$

a = متوسط بعد الكوكب عن الشمس

p = زمن دورة الكوكب المدارية حول الشمس

- **مثال:**
- أحسب متوسط بعد كوكب المريخ عن الشمس، إذا علمت أن زمن دورته المدارية يساوي 1.88 year.

$$\frac{a^3}{p^2}=1 \quad \Rightarrow \frac{a^3}{1.88^2}=1 \quad \Rightarrow a^3 = 3.53\ AU^3 \Rightarrow \quad a=1.52\,AU$$

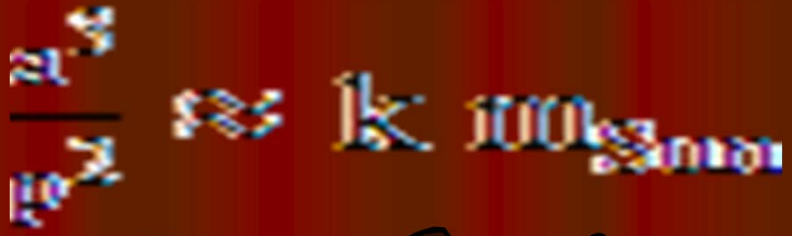
$$\frac{a^3}{p^2}=k(m_1+m_2)$$

قياس الكتلة

- يمكن باستخدام قانون الجاذبية الذي يربط بين بُعد الكوكب عن الشمس وزمن دورته المدارية حولها من قياس كتلة الشمس والكواكب:

$$\frac{a^3}{p^2} = k\ (m_1 + m_2)$$

- حيث m1 كتلة الشمس، m2 كتلة الكوكب، k ثابت قيمته و p الزمن المداري للكوكب حول الشمس.
- ويمكن حساب كتلة الشمس باستخدام أي كوكب من كواكب المجموعة الشمسية وذلك كما يلي:



الكواكب الصخرية

- تعتبر الكواكب

عطارد، الزهرة، والأرض، المريخ

- ذات طبيعة صخرية وكذلك متقاربة في الأحجام.

- وعدد أقمارها صغير جداً مقارنة بالكواكب العملاقة الغازية، فالأرض يدور حولها قمر، بينما يدور حول المريخ كويكبان صغيران.

كوكب عطارد

- أقرب الكواكب الي الشمس وأصغر كواكب المجموعة الشمسية حجماً وكتلتاً
- وكثافته تقترب من كثافة الأرض ويدور عطارد حول نفسه في ٥٩ يوما بينما يدور حول الشمس فى ٨٨ يوما
- وهو أقل الكواكب رؤيه بالعين وذلك لقربه الشديد من الشمس فهو لا يُرى إلا قريباً من الأفق بعد غروب الشمس أو قبل شروقها بقليل.
- عند رؤيته بالمنظار يلاحظ انه يمر باطوار مثل القمر وكوكب الزهرة نتيجة لوجودهما بين الأرض والشمس لكن لا يصلا إلى مرحلة البدر.

عطارد

- كما أظهرت الصور التي التقطتها المركبة الفضائية مارينر-10 في سنة 1974 تشابه كبير بين سطح عطارد وسطح القمر، فالسطح الرمادي لعطارد ملئ بالفوهات النيزكية.
- ونتيجة لعدم ميل محور دورانه (ميل المحور يساوي صفر) فإن ذلك يتسبب في عدم حدوث فصول للسنة كما هو الحال في الأرض، كم
إن غلافه المغناطيسي ضعيف جداً (1% من المجال المغناطيسي الأر
لا يحميه من الرياح الشمسية.

كوكب الزهرة

- يطلق عليه توأم الأرض لأن حجمه وكثافته مماثلة تقريباً للأرض وبالتالي كتلته.
- يختلف الزهرة عن الأرض في تركيب الغلاف الجوي ومظاهر السطح.
- ويفوق لمعانه ليلا سائر النجوم وهذا يرجع لقربه من الأرض بالإضافة إلى عاكسيته العالية جداً نتيجة لغلافه الجوي السميك المغلف بالسحب الكثيفة الدائمة التي تحول دون رؤية سطحه إذ لا يُستطع رؤيته إلا من خلال الصور التي التقطتها المركبة ماجلان باستخدام الموجات الراديويه التي لها المقدرة على النفاذ من هذه السحب الكثيفة.

كوكب الزهرة

- كما ان كوكب الزهرة داخلي لذا فانه يرى بعد على الأفق الغربي عند غروب الشمس أو على الأفق الشرقي قبل شروق الشمس.
- ويُرى خلال المناظير بأطوار قريبة من أطوار القمر.
- ويدور حول محوره ببطء شديد في مدة تصل إلى ٢٤٣ يوماً كي ينجز دورة واحدة وهو يخالف بقية الكواكب في اتجاه دورانه حول نفسه.
- غلافه الجوي كثيف جداً، ويتكون أساساً من ثاني أكسيد الكربون (96%) وغاز النيتروجين (3.5%) وقليل من بخار الماء. ونتيجة للنسبة العالية من ثاني أكسيد الكربون وسمك الغلاف مما جعله مميز بظاهرة البيت الزجاجي (الاحتباس الحراري) حتى أصبحت درجة حرارته أعلى من درجة حرارة عطارد رغم أن عطارد الأقرب من الشمس.

كوكب المريخ

- يتميز كوكب المريخ بلونه الضارب إلى الحمرة نتيجة لوجود أكسيد الحديد في تربته.
- وهو أقل الكواكب شبيهة الأرض كثافة وحجمه أكبر من عطارد وأصغر من الزهرة
- غلافه الجوي رقيق بحيث يسمح لنا برؤية سطحه وعاكسيته ضعيفة للضوء ولا يحدث غلافه ظاهرة الاحتباس الحراري رغم نسبة ثاني أكسيد الكربون العالية.
- ويدور حوله قمران صغيران ليس لهم شكل كروي مثل بقية الأقمار وسطحهما مليئ بالفوهات النيزكية، يطلق على أحدهما فوبوس (الخوف) والآخر ديموس (الرعب)، ويعتقد العلماء أن القمرين كانا في الأصل من الكويكبات ثم جذبهما المريخ إليه.

كوكب المريخ

- كما ان محور دورانه مائل كما هو الحال بالنسبة للأرض وبنفس الزاوية تقريباً (٢٤ درجة) لذلك تحدث عليه ظاهرة فصول أربعة وتغيرات مناخية وعواصف ورياح تحمل أحياناً كميات كبيرة من الرمال لتغطي الكوكب تغطية كاملة وتلون سماءه بلون أحمر وردي.
- ويتميز سطح المريخ بصحاري شاسعة ذات كثبان رمليه تنقلها الرياح من موضع لآخر إلى جانب بعض الفوهات النيزكية والبركانية كما تضمن أعلي قمة جبلية في المجموعة الشمسية (جبل أولمبوس ويبلغ ارتفاعه ٢٥ كم) وهو جبل بركاني.

المريخ

- كذلك هنالك صدع كبير يمت
نحو ٥٠٠٠ كم بالاضافة إل
العديد من الأودية (أخاديد)
الجافة التي تشير بشكل قوي
على جريان الماء على
سطحه في الماضي. كما
توجد عند أقطابه قبعات
ثلجية (ثلج ثاني أكسيد
الكربون وثلج الماء).

الكواكب الغازية

- وهي الكواكب الضخمة (المشتري، زحل، أورانوس، نبتون) والبعيدة نسبيا عن الشمس حيث كانت البرودة كافية لتقوم بتخزين مواد غنية بالهيدروجين والهليوم. وبالرغم من أن هذه قد تحتوي على أنويه صخرية إلا أنه ليس لها ملامح السطح مثل الجبال والوديان، بل إن الاغلفة الغازية هي التي تكسبها هذه المظاهر الخارجية المختلفة. ولهذه الكواكب عدد كبير من الأقمار ولها أيضا حلقات مثل حلقات زحل، وكثافتها قليلة نسبيا فهي قريبة من كثافة الماء. تعكس هذه الكواكب كمية من الحرارة أكثر مما تستقبله من الشمس (تبعث أشعة تحت حمراء) ماعدا كوكب أورانوس.

كوكب المشتري

صورة تظهر السحب الكثيفة التى تغطى كوكب المشتري وهى عبارة عن أحزمة متوازية فاتحة وداكنة وكذلك بقع بيضاء وأخرى داكنة وهناك بقعة حمراء كبيرة.

كوكب المشتري

- أكبر كواكب المجموعة الشمسية من حيث الحجم والكتلة، وأسرعها في الدوران حول محوره إذ يكمل دورته كل ١٠ ساعات تقريبا، لذلك هناك انتفاخ ملحوظ عند استوائه.
- كثافته اكبر قليلا من كثافة الماء. كما ان غلافه الجوي سميك وحرارته منخفضة ويتكون من هيدروجين، هليوم، بخار ماء، ميثان، امونيا. ولكن ما يرى من الخارج هو غاز الأمونيا الذي يعطى له اللون البرتقالي.
- ويتميز بدورانه السريع حول احوره مما يجعل غلافه الجوى مقسما إلى مناطق (أحزمة) فاتحه وداكنة بشكل متبادل وموازية لاستواء الكوكب.
- والسبب في ذلك يرجع إلى أن الحرارة داخل المشتري تولد تيارات حمل في طبقاته الخارجية تحمل الغاز الساخن إلى أعلى فيبرد ثم تغوص إلى الداخل.

كوكب المشتري

- كما يحتوي غلافه الجوي على دوامات هوائية ضخمة في صورة بقع بيضاء تظهر وتختفي وكذلك هنالك بقعة حمراء كبيرة ثابتة
- تم اكتشاف هذا المجال المغناطيسي المحيط بالكوكب من خلال ظاهرة الشفق القطبي الذي تحدث على الكوكب. كما ان للمشتري حلقات ولكنها ليست متميزة كحلقات زحل، إذ أنها تتكون من مادة غبارية دقيقة يتم تغذيتها (على الأرجح) من قبل بعض أقماره الداخلية الصغيرة.
- ويتميز سطح المشتري بانه يتكون من الهيدروجين السائل، وتحت سطحه توجد طبقة من الهيدروجين المعدني، أما لبه فيحتوي على مواد صخرية ومعدنية كثيفة مثل الحديد والصخر والماء.
- ويسخن الضغط المرتفع المادة الموجودة في باطن الكوكب إلى درجات حرارة عالية مما يتسبب في اطلاق وتسرب حرارة ببطء إلى السطح في شكل أشعة تحت حمراء. لذلك يشع كوكب المشتري كمية من الطاقة أعلى من التي يستقبلها من الشمس.

اقمار كوكب المشترى

- **آيو**: وهو نشيط جداً جيولوجياً فعليه براكين فعالة وقوية، وسطحه الأملس عبارة عن مزيج من الألوان المتداخلة وهي في الواقع رواسب بركانية تتكون أساساً من الكبريت.
- **أوروبا**: له سطح ثلجي مليء بالشقوق، حيث يُعتقد أن تحت سطحه كمية كبيرة من المياه.

- **جانيميد**: أكبر أقمار المجموعة الشمسية، وسطحه مليء بالفوهات النيزكية ويحيط به مجال مغناطيسي، ويبدو أنه كان نشيطاً جيولوجياً في الماضي.
- **كاليستو**: سطحه مليء بشكل ملحوظ بالفوهات النيزكية، ولا يبدو أنه كان نشيطاً جيولوجياً في الماضي.

كوكب زحل

- وهو ثاني أكبر كواكب لمجموعة الشمسية
- أكثر الكواكب تفلطحاً عند استوائه
- مجاله المغناطيسي أقل من مجال المشتري

- ويتميز بكثافته المتدنية فهي أقل من كثافة الماء وبالتالي انه يطفو فوق الماء.

زحل

- كما اشتهر بحلقاته الجميلة وتدل الصور التي التقطتها المركبات الفضائية أن بعض أجزاء الحلقات أعتم من بعضها مما يعني أن تركيب الحلقات مختلف من مكان لآخر.
- ويظهر أن الحلقات ليست مليئة بانتظام، فهي تتألف من عدة حلقات منفصلة. وقد شوهدت فجوات كبيرة فى الحلقات، والسبب في حدوث هذه الفجوات تأثير جاذبية أقمار زحل الكبيرة إلى جانب تأثير جاذبية المشتري.
- وهذه الحلقات تظهر بكامل سمكها أو قد تختفي اعتمادا على وضعيته بالنسبة لنا.
- يدور حوله عددا كبيرا من الأقمار، أكبرها القمر تيتان والذي يتميز بغلاف جوي سميك من النيتروجين، ويُعتقد أن سطحه عبارة عن محيطات من الميثان والإيثان.

كوكب أورانوس

- وهو أول كوكب يُكتشف بواسطة التلسكوب وذلك عام ١٧٨١ . وغلافه الغازي سميك مما جعل عاكسيته جيدة،
- يتكون الغلاف أساساً من الهيدروجين والهليوم ولكن وجود الميثان في الطبقات العليا من الغلاف يعطيه لوناً أزرقاً لأن الميثان يمتص الطيف الأحمر.
- لا تظهر عليه معالم واضحة كأعاصير مثلاً ولكن تم حديثاً اكتشاف بعض السحب. وسطحه عباره عن هيدروجين سائل،
- لا يشع من داخله كبقية الكواكب الخارجية العملاقة.
- لديه حلقات ولكنها ليست متميزة مثل زحل وتتكون من مواد داكنة لا تعكس الضوء بكفاءة عاليه.
- ويدور حوله عددا كبيرا من الأقمار نذكر منها على سبيل المثال القمر ميرندا الذي يبدو مشوهاً بشكل كبير ويحتمل أن ذلك بسبب بعض تيارات الحمل الداخلية التي ذوبت أجزاءً منه في الماضي ثم عاد فتجمد.

كوكب نبتون

- يعتبر اكتشافه نصرا لعلم الميكانيكا السماوية وذلك لانها توقعت موقعة على مداره وذلك من التاثيرات التي كانت تلاحظ على حركته
- ظل من الكواكب الغامضة حتى بدأت رحلات الفضاء حيث أمكن دراسته عن قرب.
- غلافه الخارجي يشبه غلاف أورانوس وله نفس اللون ولنفس السبب، ويتميز بوجود بعض الأعاصير ،
- يدور حوله العديد من الأقمار من اكبرها القمر تريتون الذي يتميز بوجود غلاف رقيق من النيتروجين والميثان وسطح ثلجي وعليه بعض النشاط الجيولوجي المتمثل في مقذوفات من نيتروجين سائل.

الكواكب الأقزام

- **١- كوكب بلوتو**
- تم اكتشافه عام ١٩٣٠ وهو أصغر كواكب المجموعة الشمسية سابقاً بل إنه أصغر من قمرنا حجماً وكتلتاً، ويصنف الآن ضمن الكواكب الأقزام. وسطحه يتكون من ثلج النيتروجين والميثان، وغلافه الرقيق نسبياً يتكون من غاز النيتروجين والميثان أيضاً. تشير كثافة الكوكب (١,٨ جم/سم٣) أي أنه مزيج من الماء والجليد والصخر. ونتيجة بعده الكبير عن الشمس وحجمه الصغير فأنه يبدو معتما.
- وفي عام ٢٠٠٥ تم اكتشاف قمرين جديدين لكوكب بلوتو إلى جانب القمر شارون (Charon) ليصبح هنالك ثلاثة أقمار تدور حول بلوتو. تمكن العلماء من استخدام القمر شارون لحساب كتلة وقطر كوكب بلوتو. يعتبر كوكب بلوتو وفقاً للتصنيف الجديد للكواكب عضواً في حزام كَويبر الذي يقع في المنطقة ما بعد نبتون.

الكواكب الأقزام

- **٢- كوكب سيرز**
- تك اكتشافه سنة ١٨٠١م ويعتبر ذلك فتحا لاكتشاف حزام الكويكبات والتي تبلغ عددها حوالي ١٠٠ ألف كويكب. تم تصنيفه وفقاً لقرار الاتحاد الفلكي الدولي بتاريخ ٢٤ أغسطس ٢٠٠٦ مـ على أنه أحد الكواكب الأقزام. وتقدر كتلته بانها تزيد عن كتلة ثلث جميع الكويكبات، وقد تم حساب كتلته من خلال تأثيرة التجاذبي على بعض الكويكبات الصغيرة القريبة منه. يعتبر أصغر الكواكب الأقزام حتى الآن من حيث الحجم والكتلة، وهو ، حتى الآن، الوحيد بينهم الذي لا يدور حوله أقمار. كما تشير الأرصاد الحديثة بواسطة التلسكوب هابل أن سيرز يشبه في تركيبة الكواكب الأرضية وهنالك تمايز في طبقاته من حيث الكثافة، حيث له لب صخري وقشرة سيلكاتية أقل كثافة. كما تشير الدراسات الطيفية للأشعة تحت الحمراء إلي وجود كميات من الماء داخل جسم سيرز وذلك ربما لكثافته الصغيرة.

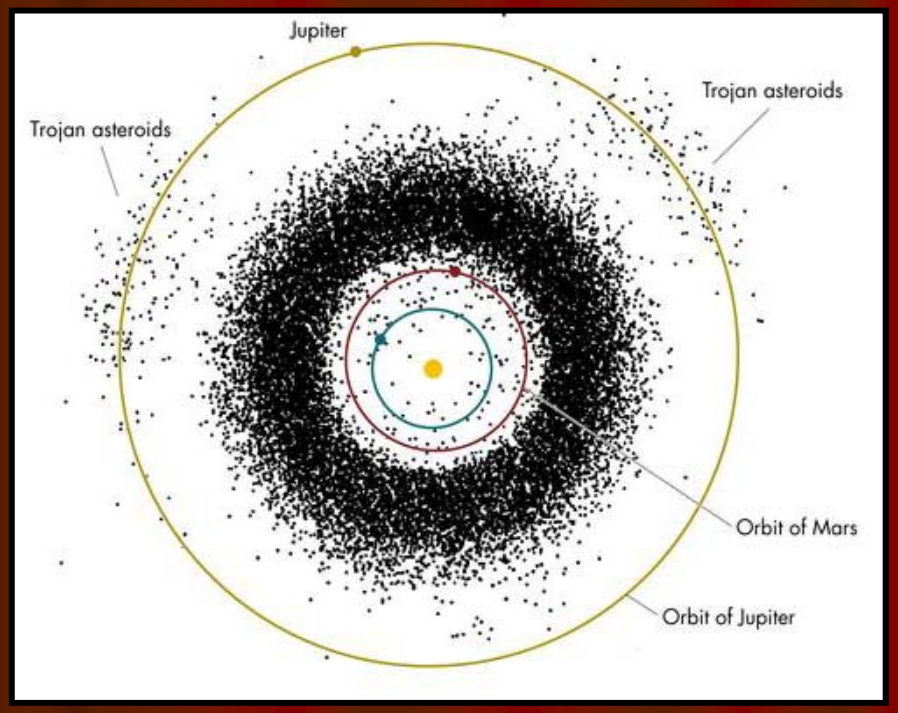
الكواكب الأقزام

- **٣- كوكب إيرز**
- يعتبر أكبر الأجرام المكتشفة داخل حزام كويبر (خلف مدار كوكب نبتون) حتى الآن٢٠٠٩م، فحجمه وكتلته أكبر من كوكب بلوتو. وقبل التصنيف الجديد للكواكب كان يعتبر الكوكب العاشر في مجموعتنا الشمسية. وقد تم اكتشافه أول مرة سنة ٢٠٠٣ وكان التأكيد في ٢٠٠٥م. ويدور حول إيرز قمر واحد مكن من حساب كتلة وحجم إيرز. وهو أبعد الأجرام المعروفة حتى الآن بمجموعتنا الشمسية إذ يقدر بعده بحوالي ثلاثة أضعاف بعد بلوتو. كما تشير الدراسات الطيفية في نطاق الأشعة تحت الحمراء أن سطحه مكون من ثلج الميثان، مثل سطح بلوتو. وتتفاوت حرارة سطحه ما بين -٢٤٣ إلى -٢١٧ درجة مئوية.

بقايا المجموعة الشمسية

- يحتوي نظامنا الشمسي على عدد كبير من الأجرام صغيرة مثل الكويكبات والمذنبات ومخلفات مابين كوكبية من بقايا نشات المنظومة الشمسية او تفكك المذنبات. لذلك تعتبر هذه الأجسام أفضل مصدر للمعلومات حول زمن النشوء والتركيب والظروف الفيزيائية في السديم الشمسي.

الكويكبات



- أجرام صخرية صغيرة تدور حول الشمس، بين مداري المريخ والمشتري، ويبعد هذا الحزام عن الشمس بحوالي ٢-٤ وحدة فلكية.
- يزيد عددها عن ١٠٠ ألف كويكب كما تتراوح أقطارها بين ١٠٠٠ كم (سيريز- Ceres) إلا أقل من ١ كم.
- لا يتجاوز مجموع كتلة الكويكبات واحد من ألف من كتلة الأرض.
- تعتبر الأشعة تحت الحمراء أفضل الطرق لقياس أقطار الكويكبات إذ تطلق الأجسام الكبيرة أشعة تحت حمراء أكثر من الأجسام الصغيرة عند تماثل درجة الحرارة.

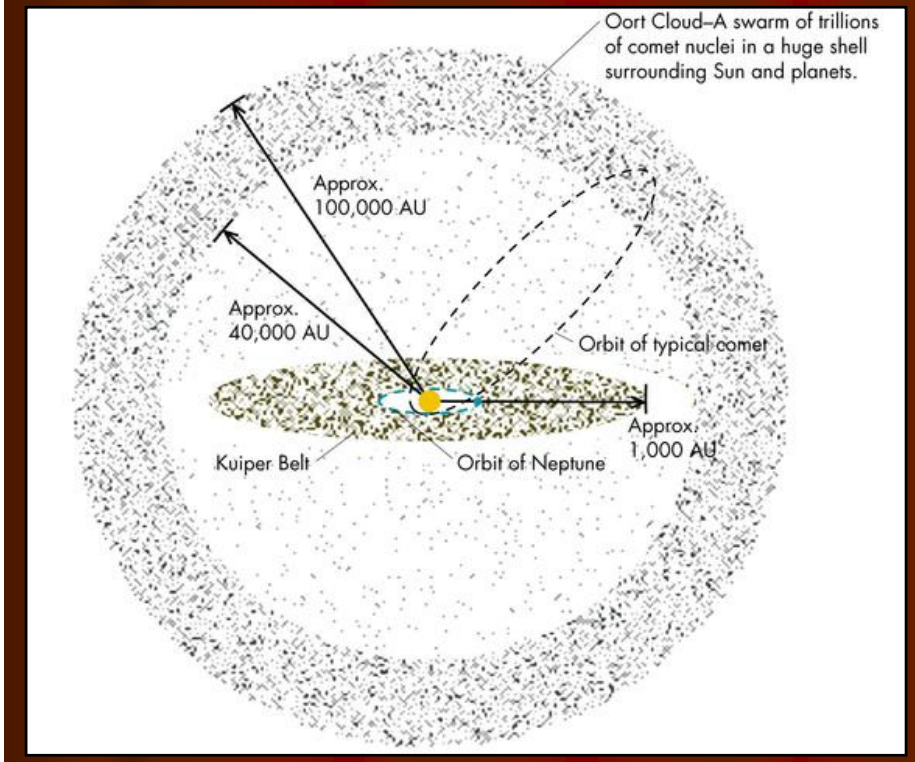
الكويكبات

- يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات رئيسية مماثلة لتركيب الأحجار النيزكية وهي:
- كويكبات تتركب من مركبات الكربون (٧٥%) وهي داكنة جدا.
- كويكبات تتركب من جزيئات السيليكات (٢٠%)، وهي لامعة نسبيا.
- كويكبات تتركب من بعض العناصر الثقيلة مثل الحديد والنيكل (٥%) وهي أيضا لامعة نسبيا.
- لا تختلط هذه المجموعات مع بعضها بشكل عشوائي في كافة أرجاء الحزام. فكويكبات الحزام الداخلي (القريبة من المريخ) بحكم حرارته غنية بالسيليكات والمواد الحديدية، في حين كويكبات الحزام الخارجي (القريبة من المشتري) غنية بالكربون.
- يؤثر المشتري حتى اليوم في طوق الكويكبات ويسبب وجود فجوات داخل حزام الكويكبات (فجوات كيرك وود Kirkwood gabs) وأشهرها فجوة على بعد ٢,٥ وحدة فلكية ولكن التركيز يزداد على بعد ٣,٤ و ٤,٠ وحدة فلكية.

منشأ المذنبات

- يعتقد أن معظم المذنبات تأتي من سحابة أورت (Oort cloud)
- وهي جمهرة من تريليونات الأجرام الجليدية تشكلت من نوى كوكبية كانت تدور أصلا قرب الكواكب العملاقة، ثم قذفتها القوى الجاذبية لتلك الكواكب نحو الأجزاء الخارجية من المنظومة الشمسية.

سحابة اورت



- وتتألف هذه السحابة من قسمين:
  - الجزء الداخلي وهو قرص منبسط يسمى حزام كويبر يمتد لما بعد مدار نبتون لحوالي ١٠٠٠٠ وحدة فلكية،
  - وسحابة كروية خارجية تحيط بكامل النظام الشمسي وتمتد إلى ١٥٠٠٠٠ وحدة فلكية عن الشمس، والبعيدة غير مرئية لنا على الأرض.
- ويُعتقد أن التغييرات المدارية التي قد تنشأ من مرور نجم ما خارج النظام الشمسي، أو من قوى المد والجزر التي تمارسها مجرة درب التبانة على سحابة أورت هي التي تدفع بالمذنب ناحية الشمس.

تركيب المذنب

١- الذيل: وهو خط ضيق طويل من الغبار والغاز (ينشأ من هالة المذنب) قد يصل طوله لحوالي ١٠٠ مليون كم وهو جزائين:

- ذيل من الأيونات أو الغاز لونه أزرق ويكون دوما في الاتجاه المعاكس تماما للشمس بسبب الرياح الشمسية.
- ذيل من الغبار لونه أبيض/أصفر واتجاهه بشكل عام معاكس للشمس ولكن ليس تماما والذي يتسبب في ظهوره هو ضغط الأشعاع الشمسي.

تركيب المذنب

٢- الرأس: وهو عبارة عن جزئيين

- الأول منها يُعرف بهالة المذنب وهي سحابة من الغاز يبلغ قطرها ١٠٠ ألف كم (حوالي عشرة أضعاف قطر الأرض)
- الثاني فهي نواة المذنب وهي كتلة من الجليد والغازات تجمدت في جو من البرودة الشديدة بعيدا عن الشمس فتحولت إلى كتلة غير منتظمة يصل قطرها إلى ١٠ كم تقريبا
- تحتوي النواة على معظم كتلة المذنب بينما كتلة الهالة والذيل صغيرة جدا، كما أن الغاز والغبار هما من الرقة والتخلخل بحيث يعد خواء بالمعايير الأرضية. والنواة قاتمة للغاية ويظن الفلكيون أن اللون القاتم ناشئ عن الغبار والمواد الغنية بالكربون التى تغطي سطح النواة.

الشهب والنيازك

- تسبح في الوسط بين الكواكب مواد صخرية أغلبها سهلة الاحتراق في الأغلفة الجوية للكواكب.
- وعند احتراقها يطلق عليها اسم الشهب وإذا كان جزء من مادتها يتحمل درجات الحرارة العالية فإنه سيستمر حتى يسقط على أسطح الكواكب ونسميه في ذلك الوقت نيزكا.
- ويحدث هذا التسخين على مسافة تبلغ من ٥٠-١٠٠ كم من الأطراف الخارجية للغلاف الجوي.
- بمكن رؤية شهابا كل ١٥ دقيقة ليلا. وفي أوقات متفرقة من العام نشاهد عدد كبير من الشهب في الدقيقة الواحدة ونطلق عليها زخات أو أمطار شهابية.
- ويحدث هذا عندما تعبر الأرض منطقة مليئة بأنقاض مذنب معين فتدخل هذه الرواسب الغلاف الجوي للأرض وتحترق مسببة زخات من الشهب.
- من أشهرها الأسدية حيث تسقط الشهب في غلافنا من اتجاه كوكبة الأسد وكذلك شهب فرساوس. تصنف الأحجار النيزكية إلى ثلاث فئات كبيرة بحسب تركيبها : نيازك معدنية - حجرية - حجرية حديدية.

الشمس

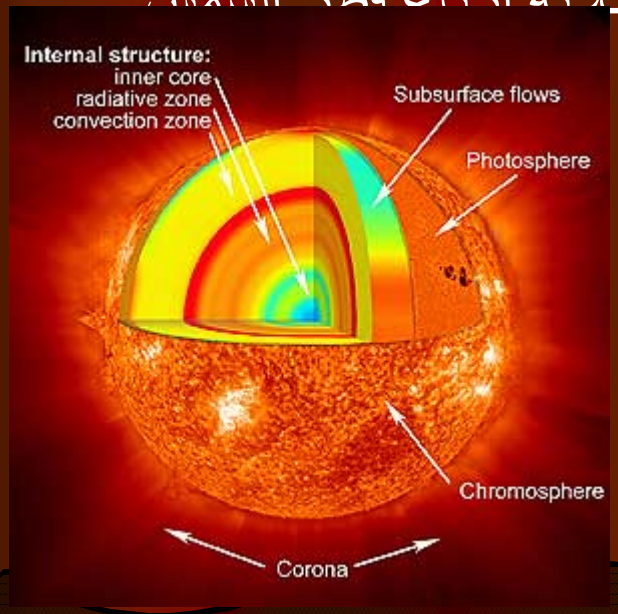
- تعتبر الشمس نجم متوسط الحجم والكتلة والحرارة مقارنة بالنجوم الأخرى.
- وهي النجم الوحيد الذي يمكن دراسة النشاط الذي يطرأ على سطحه بالتفصيل.
- كرة غازية متباينة التركيب، فعند حافتها تكون الغازات ذات كثافة ضئيلة وتزداد الكثافة باتجاه المركز. ويبلغ متوسط كثافتها1.4 gm/cm3
- كما دلت الأرصاد أن الشمس لا تدور حول محورها كجسم صلب بل إنها كرة غازية متجمعة تحت تأثير الجاذبية وأن سرعة دورانها غير ثابتة لجميع النقاط على سطحها بل إنها تتفاوت من الاستواء الشمسي إلى القطبين.
- حرارة الشمس وضوءها ينشأ من التفاعلات النووية التي تحدث في باطنها والتي ينتج عنها حرارة عالية تسبب حركة سريعة لذارتها وانويتها والتي بدورها تولَد ضغط هائل يدفع الغاز في أعماق الشمس نحو الخارج. يقابل هذا الضغط قوة الجاذبية الناتجة عن كتلة الشمس الهائلة والتي تسحب بالغاز نحو الداخل.

الشمس

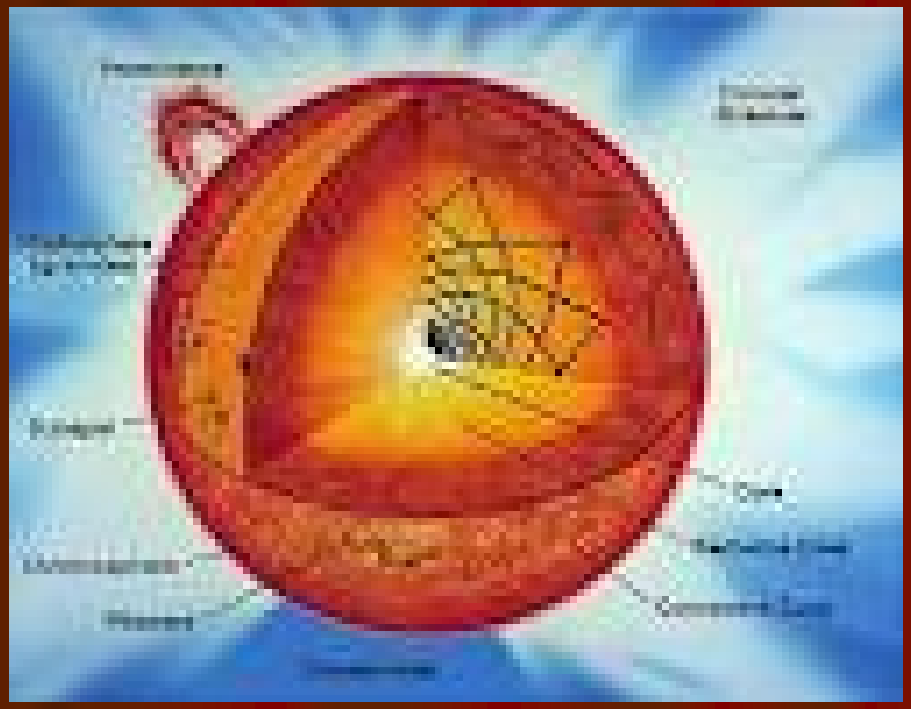
- تقل درجة الحرارة باتجاه الخارج حتى تصل إلى ٦٠٠٠ حوالي درجة مطلقة عند السطح.
- ويقدر قطر هذه الكرة الغازية الضخمة بحوالي ١٠٩ مرة مثل قطر الأرض، وتبلغ كتلتها ما تعادل حوالي ٣٣٣ ألف مرة كتلة أرضية، وتمثل هذه الكتلة حوالي 99.9% من كتلة المجموعة الشمسية. كما أن حجمها يبلغ مليون وثلاثمائة ألف مرة مثل حجم الأرض، وتبلغ جاذبيتها حوالي ٢٨ مرة مثل جاذبية الأرض.
- يعتبر الهيدروجين من مكونات الشمس الأساسية وتبلغ نسبة وجوده حوالي ٧٣% كما تبلغ نسبة وجود الهليوم تقريبا ٢٥% والباقي لمختلف العناصر.
- وقد ساعدت الدراسات الطيفية في دراسة الكثير من الظواهر الشمسية ومعرفة العناصر الموجودة في الطبقات الخارجية للشمس حيث لوحظ أن لضوء الشمس طيف مستمر يتخلله الكثير من خطوط الامتصاص.

طبقات الشمس

- **الطبقات الداخلية** هي الطبقات الغير مرئية تحت سطح الشمس تنقسم إلى ثلاثة طبقات
  - **لب الشمس :** يمتد اللب من مركز الشمس إلى حوالي ربع قطر الشمس. تصل الكثافة في مركز الشمس لحوالي 150g/cm3 ودرجة الحرارة لحوالي ١٥ مليون كلفن.
- **منطقة الاشعاع :** هي الطبقة المسؤولة عن نقل الطاقة الحرارية من اللب إلى الخارج، وتمتد هذه الطبقة من اللب وحتي حوالي ثلاثة أرباع قطر الشمس
- **منطقة الحمل** سمكها صغير وتغطيها طبقة الفوتوسفير. تنقل هذه الطبقة الحرارة من منطقة الاشعاع إلى سطح الشمس عن طريق تيارات الحمل، يتحرك الغاز الساخن إلى أعلى حيث يبرد وتزداد كثافته فيغوص إلى الداخل حيث يسخن وتقل كثافته فيتصاعد إلى أعلى مرة أخرى ليعاود الدورة من جديد.



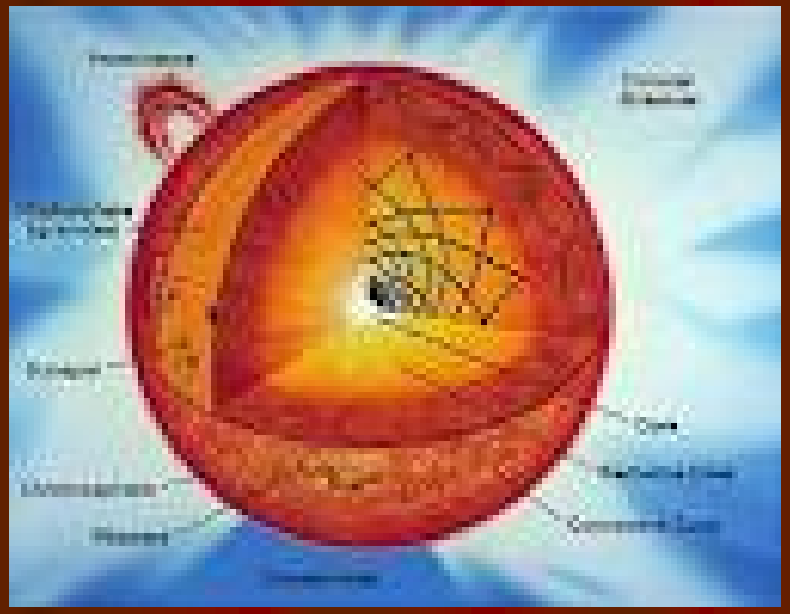
طبقات الشمس



- **الطبقات الخارجية:**
- **طبقة الفوتوسفير** وتظهر الشمس للعين المجردة كأنها قرص لامع ذو حافة محددة ومنتظمة، وتُسمى هذه الطبقة المرئية
- تعبر عن سطح الشمس حيث تحجب عنا رؤية الطبقات الداخلية.
- يتراوح سُمك هذه الطبقة ما بين ٣٣٠ إلى ٤٠٠ كم،
- ومنها تُشع كل طاقة الشمس إلى الفضاء. تتراوح درجة حرارة الفوتوسفير ما بين ٦٥٠٠ درجة فوق منطقة الحمل إلى ٤٧٠٠ درجة عند نهايتها أي عند بداية الكروموسفير وهي أدنى درجة حرارة في طبقات الشمس.

طبقات الشمس

- **الطبقات الخارجية:**



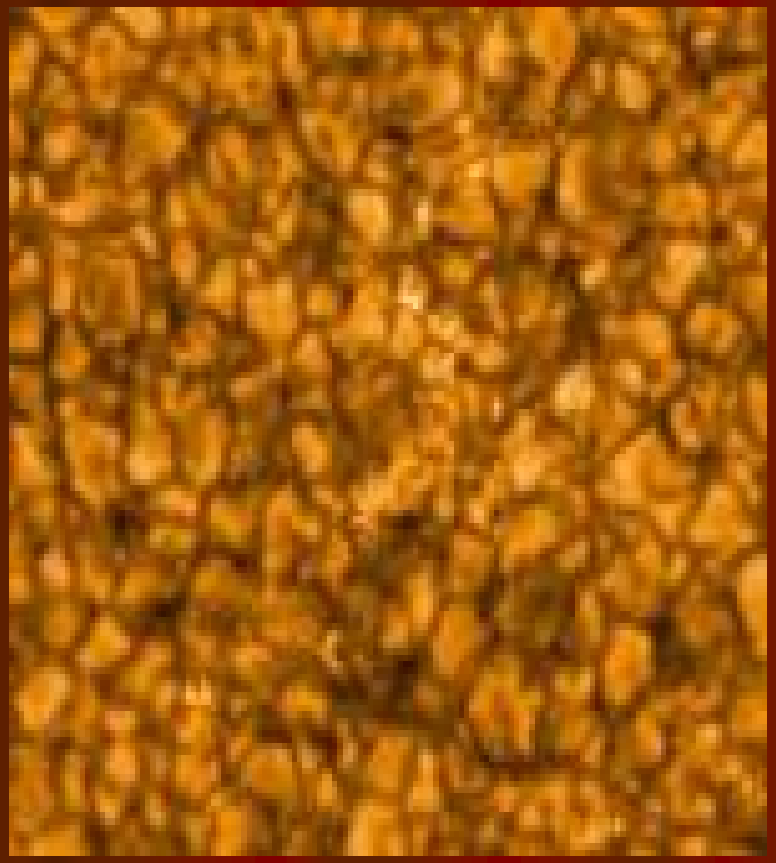
- **طبقة الكروموسفير** تلي الأجزاء العليا من الفوتوسفير وهى بسمك ٢٠٠٠ كم. لا يمكن رؤية طبقة الكروموسفير إلا لعدة ثواني عند حدوث الكسوف الكلي للشمس ويكون لونها مائلاً إلى الاحمرار. ودرجة حرارة الكروموسفير فتكون منخفضة في الأجزاء السفلية المحاذية للفوتوسفير وتبلغ حوالي ٤١٠٠ درجة، وتزداد كلما زاد الارتفاع فتصل إلى ٥ ألف كلفن عند منتصفها، وإلى ٢٠ ألف كلفن عند قمتها،

طبقات الشمس

- **الطبقات الخارجية:**

- **طبقة الكرونا** وهي آخر طبقات الشمس وتصل حرارتها المتوسطة إلى حوالي مليوني درجة مطلقة وكثافتها ضئيلة جداً. ويمكن رؤية الكرونا أثناء الكسوف الكلي للشمس على شكل هالة محيطة بقرص الشمس تمتد ملايين الكيلومترات،
- وتكون لامعة بسبب تشتت إضاءة الفوتوسفير عليها. . والكرونا ليس لها شكل محدد بل يعتمد على حالة النشاط الشمسي فإذا كانت الشمس في حالة نشاط قوي فإن هذه الهالة تكون محيطة بقرص الشمس بشكل دائري، أما إذا كانت الشمس هادئة فتكون الهالة متمركزة عند الاستواء الشمسي بشكل يميل إلى الاستطالة.

الظواهر الشمسية المختلفة

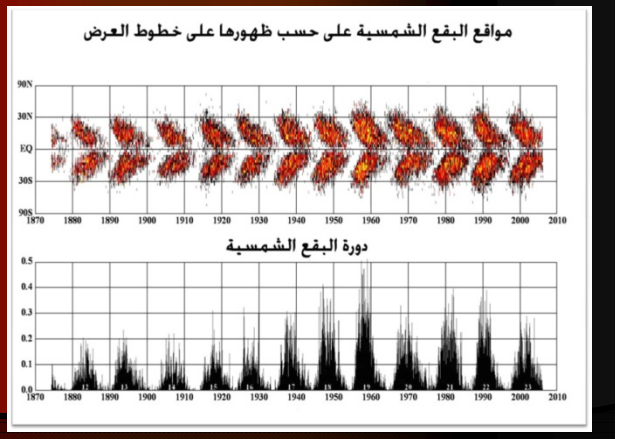


الحبيبات الشمسية

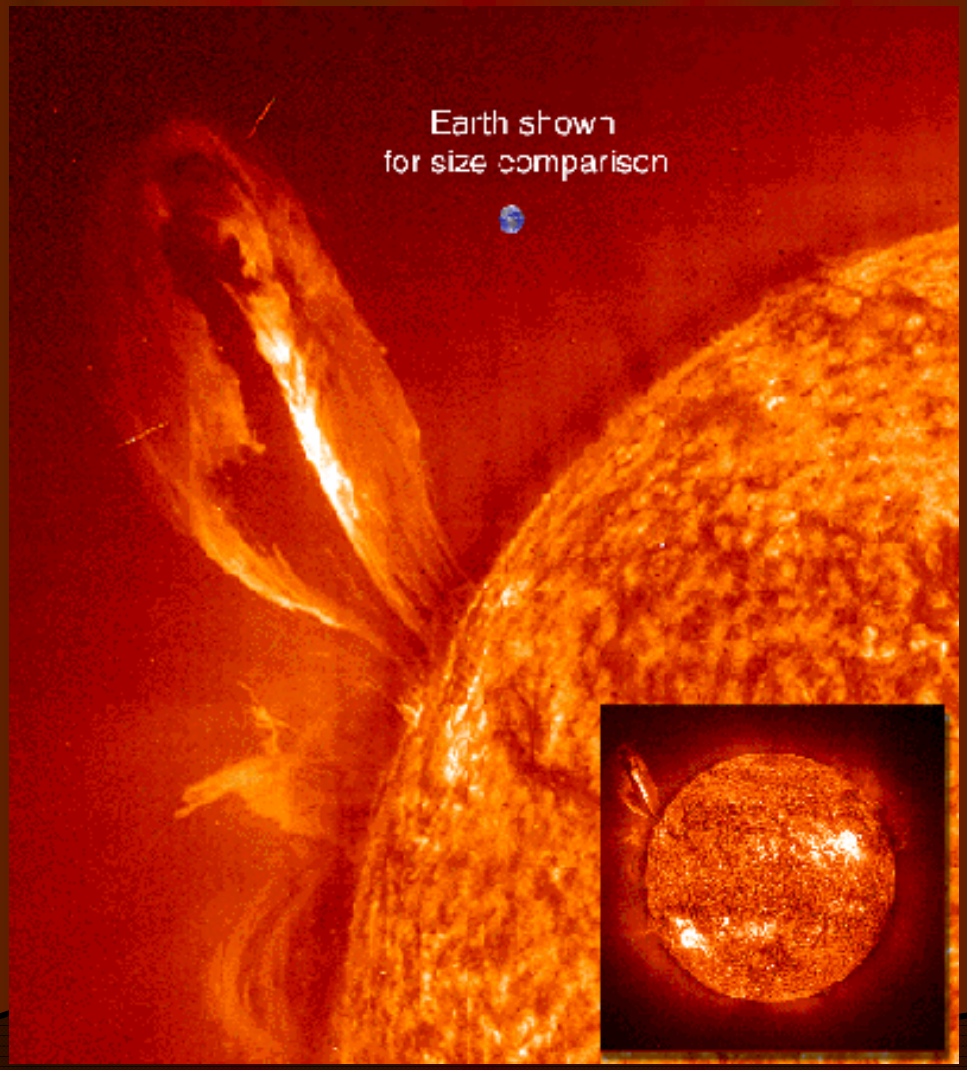
- وهي عبارة عن مساحات لامعة ذات أطراف داكنة اللون، غير منتظمة وذات أقطار مختلفة تتراوح بين ٧٠٠ إلى ١٠٠٠ كم، ولها عمر قصير في حدود الدقائق. درجة حرارة مراكز هذه الحبيبات أكبر من حوافها بحوالي ٤٠٠ درجة، وهي تغطي قرص الشمس، وعند النظر إلى قرص الشمس فسوف يبدو سطحها وكأنه يغلي.

الظواهر الشمسية المختلفة

- **البقع الشمسية** وتظهر كبقع داكنة على سطح الشمس
- . تعتبر البقع الشمسية ظاهرة مؤقته فقد تمكث البقع عدة ساعات فقط على سطح الشمس وقد تستمر عدة أسابيع،
- تبدو البقع الشمسية داكنة وذلك لانخفاض حرارتها التي تقل بحوالي ١٥٠٠ درجة عن ما يجاورها من الفوتوسفير.
- تحتوي البقع على مراكز داكنة تسمى منطقة **الظل** وتحاط بمنطقة أقل عتامة تسمى **شبه الظل**
- يتغير معدل وجود البقع على سطح الشمس أو عددها خلال دورة مدتها حوالي ١١ سنة وتسمى **بدورة البقع الشمسية**
- فإذا كانت الشمس نشطة فسيغطي سطحها عدد كبير من البقع الشمسية ولكن عندما تكون الشمس هادئة فإن سطحها يكون خالياً من البقع.
- وتظهر البقع الشمسية في بداية النشاط الشمسي عند خطوط العرض العليا والسفلي (±٤٠ درجة) ومع تقدم دورة النشاط فإن مواقعها تقترب من خط الاستواء الشمسي، وفي نهاية دورة النشاط فإن وجودها ينحصر في حدود ±٥ درجات.
- وهكذا نلاحظ وجود تماثل في مواقع البقع بالنسبة لخط الاستواء الشمسي وهذا ما ينتج عنه الشكل الذي يشبه الفراشة.



الظواهر الشمسية المختلفة



- **الانفجارت الشمسية:** يحدث بعض الأحيان نشاط قوي قريب من البقع الشمسية على شكل انفجارات هائلة تُدعى التأجُجات الشمسية تنطلق منها جسيمات مشحونة وإشعاعات في كل الأطوال الموجية إلى الفضاء الخارجي، ومتوسط عمرها حوالي ٢٠ دقيقة وتبلغ حرارتها حوالي 107كلفن، ولذلك تبدو ألمع من سطح الشمس بعشرات المرات.

الظواهر الشمسية المختلفة

- **الرياح الشمسية:** عبارة عن تدفق مستمر من الجسيمات المشحونة (معظمها بروتونات وإلكترونات) التي تخرج من الشمس، وتنتشر في الفضاء لتصل إلى كواكب المجموعة الشمسية فهي التي تتسبب في تشكيل ذيل المذنب وتجعل اتجاهه معاكس للشمس مما يدل على المدى الذي تصل إليه الرياح الشمسية.
- تكون سرعتها متدنية بالقرب من سطح الشمس ولكنها تزداد كلما ابتعدت عن الشمس حتى تصل إلى ٤٠٠ كم/ثانية وبعد ذلك تصبح سرعتها ثابتة تقريباً، وتستغرق حوالي عشرة أيام للوصول إلى الأرض وعندها تكون ذات تأثير كبير على طبقة الأيونوسفير الأرضية.
- فإذا قُدّر وكانت الأرض في منطقة انبعاث رياح شمسية فإنها سوف تواجه بكمية كبيرة منها، ونلاحظ بعد ثلاثة أيام تعطل الاتصالات الراديوية وظهور الشفق القطبي بشكل قوي.