

# الفلك - الفصل الثالث

- إسهامات المسلمين في علم الفلك
  - البتاني
  - الصوفي
- الأرض والمجموعة الشمسية في الكون
  - نجوم السماء
  - مجرة درب التبانة
  - المجموعة الشمسية
  - الكويكبات والمذنبات ومادة الشهب والنيازك
  - الكواكب
    - ✓ الكواكب الصخرية
    - ✓ الكواكب الغازية
  - كوكب الأرض
  - القمر
  - الكسوف والخسوف
  - الكسوف الشمسي

# إسهامات المسلمين في علم الفلك

١. البتاني (٣١٧ هـ):

- هو محمد بن سنان بن جابر البتاني أضاف بحوثاً مبتكرة في الفلك و المثلثات والجبر.
- تمكن من إجراء أرصاد لاتزال محل دهشة العلماء و إعجابهم.
- ألف كتاب **الزيج الصابي** الذي يعتبر مرجعاً فلكياً مهم يحتوي علي شرح لدوائر الفلك و ارتفاع القطب الشمالي و معرفة ارتفاع الكواكب و طول السنة الشمسية و أفلاك القمر و الكواكب و معرفة كسوف الشمس و مطالع البروج و غير ذلك من المعلومات المهمة المدعمة بجداول رياضية غاية في الوضوح والدقة.

# إسهامات المسلمين في علم الفلك

٢. أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر الصوفى (٢٩٠ - ٥٣٧٥هـ):-

- ألف كتاباً بعنوان "صور الكواكب الثابتة" عن النجوم الثوابت به خرائط مصورة وبيّن فيه مواضع ألف نجم وكلها رصدها بنفسه ووصفها وصفاً دقيقاً ووضع أقدارها من جديد بدقّة متناهية تقترب من التقديرات الحديثة.
- كتب كتب أخرى منها كتاب "التذكرة ومطرح الشعاعات".
- أول من دون مواقع اللطخات السحابية ومنها التي تقع في كوكبة الثور وهي "مجرة المرأة المسلسلة".

# الأرض والمجموعة الشمسية في الكون

- توجد البلايين من المجرات المنتشرة في الفضاء بعضها معزول عن بعض ولكن الكثير منها موجودة في تجمعات.
- مجرتنا مجرة درب التبانة تقع ضمن مجموعة تضم ٤٠ مجرة نسميها المجموعة المجرية المحلية.
- تحتوي مجرتنا على بلايين من النجوم والشمس تعتبر نجم من النجوم.



# نجوم السماء

- تعتبر النجوم أجراماً غازية كروية عالية الحرارة هائلة الكتلة وعظيمة الحجم. مضيئة بذاتها و متماسكة بقوة جاذبيتها الذاتية. وكثير منها يفوق الشمس حجماً وكتلة و سطوعاً. والسبب في رؤيتها صغيرة الحجم هو بعدها الهائل عنا والذي يقدر بملايين الملايين من الكيلومترات.
- يقدر عدد النجوم التي نستطيع أن نراها بالعين المجردة حوالي ٦٠٠٠ نجم منتشرة على كامل الكرة السماوية وتتفاوت في أحجامها و سطوعها.
- تصنف النجوم على أساس حرارة سطحها إلى نجوم حمراء باردة و نجوم صفراء متوسطة الحرارة و نجوم زرقاء حارة.
- تعتبر الشمس من النجوم الصفراء حيث تبلغ حرارة سطحها حوالي 6000K (درجة مطلقة).



# نجوم السماء

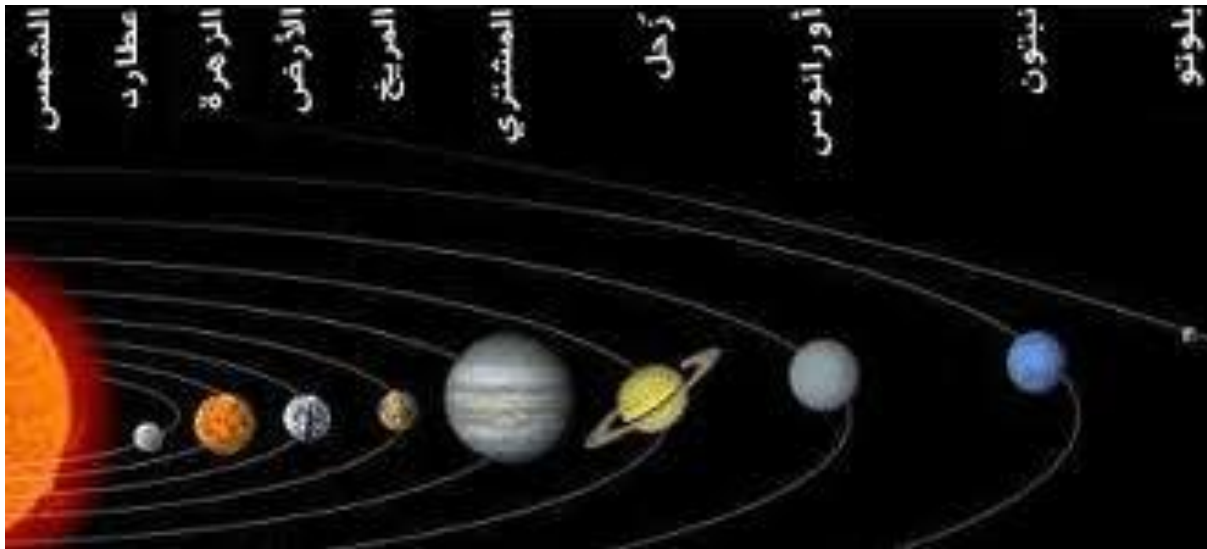
- تتفاوت النجوم في إحصامها فهناك النجوم الأقزام والنجوم العملاقة كما تتفاوت في سطوعها فهناك نجوم يفوق سطوعها سطوع الشمس بحوالي مليون مرة وهناك نجوم يقل سطوعها عن الشمس بألف مرة.
- يعتبر النجم القطبي أهم النجوم على الكرة السماوية وهو نجم خافت ينتمي لكوكبة الدب الأصغر.
- إهمية النجم القطبي أنه يدل على اتجاه الشمال الجغرافي.



الشكل رقم ( 12 )  
النجم القطبي

# المجموعة الشمسية

- تحتوي المجموعة الكوكبية على نجم رئيسي وعدد من الكواكب التي تدور حوله.
- تعتبر المجموعات الكوكبية من المنظومات الفلكية صغيرة الحجم مقارنة بحجم المجرة.
- المجموعة الكوكبية التي تحوي الشمس كنجم رئيسي وعدد من الكواكب (التي منها كوكب الأرض) تدور حول الشمس تسمى بالمجموعة الشمسية.







# الشمس

- تعتبر الشمس نجم متوسط الحجم والكتلة والحرارة مقارنة بالنجوم الأخرى.
- الشمس هي النجم الوحيد الذي يمكن دراسة النشاط الذي يطرأ على سطحه بالتفصيل.
- الشمس كرة غازية متباينة التركيب عند حافتها تكون الغازات ذات كثافة ضئيلة وتزداد الكثافة باتجاه المركز. ويبلغ متوسط كثافتها  $1.4 \text{ gm/cm}^3$ .
- دلت الأرصاد أن الشمس لا تدور حول محورها كجسم صلب بل ككرة 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 لذراتها وانويتها والتي بدورها تولد 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 حوالي ٦٠٠٠ درجة مطلقة عند السطح.
- يقدر قطر الشمس بحوالي ١٠٩ مرة مثل قطر الأرض وتبلغ كتلتها ما تعادل حوالي ٣٣٣ ألف مرة كتلة أرضية تمثل هذه الكتلة حوالي 99.9% من كتلة المجموعة الشمسية.
- حجم الشمس 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 الهيليوم تقريبا ٢٥% والباقي لمختلف العناصر.
- ساعدت الدراسات الطيفية في دراسة الكثير من الظواهر الشمسية ومعرفة العناصر الموجودة في الطبقات الخارجية للشمس.

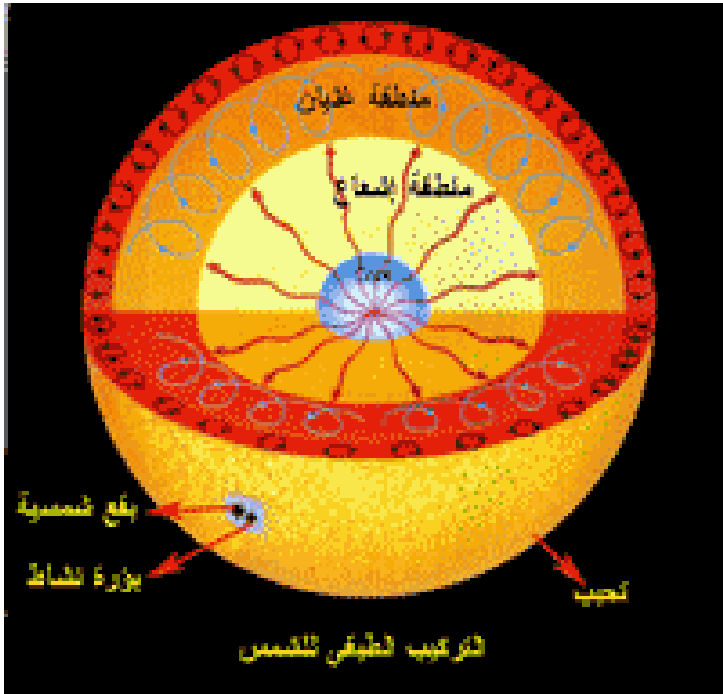
# طبقات الشمس

١. الطبقات الداخلية هي الطبقات الغير مرئية تحت سطح الشمس وتنقسم إلى ثلاثة طبقات:-

١. لب الشمس: يمتد اللب من مركز الشمس إلى حوالي ربع قطر الشمس. تصل الكثافة في مركز الشمس لحوالي  $150g/cm^3$  ودرجة الحرارة لحوالي ١٥ مليون كلفن.

٢. منطقة الاشعاع: هي الطبقة المسؤولة عن نقل الطاقة الحرارية من اللب إلى الخارج، وتمتد هذه الطبقة من اللب وحتى حوالي ثلاثة أرباع قطر الشمس.

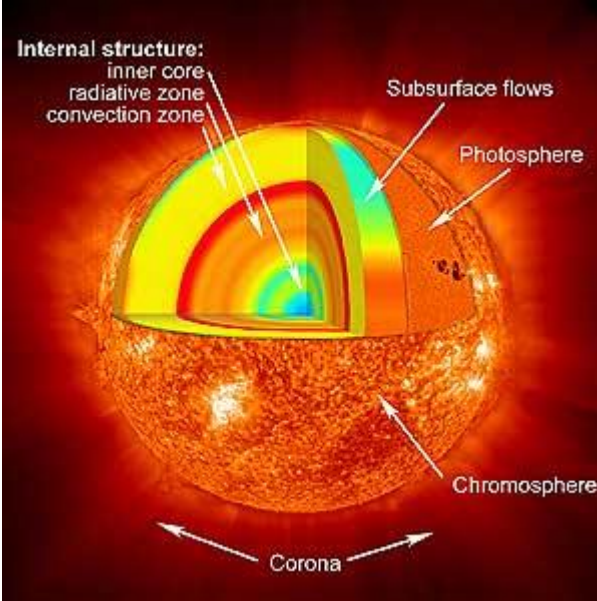
٣. منطقة الحمل سمكها صغير وتغطيها طبقة الفوتوسفير. تنقل هذه الطبقة الحرارة من منطقة الاشعاع إلى سطح الشمس عن طريق تيارات الحمل، يتحرك الغاز الساخن إلى أعلى حيث يبرد وتزداد كثافته فيغوص إلى الداخل حيث يسخن وتقل كثافته فيتصاعد إلى أعلى مرة أخرى ليعاود الدورة من جديد.



# طبقات الشمس

## ٢. الطبقات الخارجية:

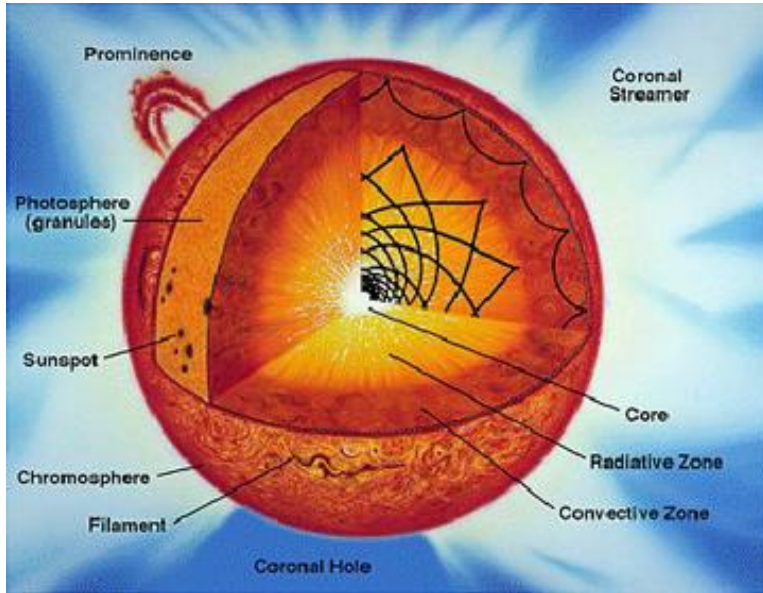
١. طبقة الفوتوسفير تظهر الشمس للعين المجردة كأنها قرص لامع ذو حافة محددة ومنتظمة وتسمى هذه الطبقة المرئية بإسم الفوتوسفير والتي تعبر عن سطح الشمس حيث تحجب عنا رؤية الطبقات الداخلية. يتراوح سُمك هذه الطبقة ما بين ٣٣٠ إلى ٤٠٠ كم.
  - تتراوح درجة حرارة الفوتوسفير ما بين ٤٧٠٠ درجة فوق منطقة الحمل إلى ٤٧٠٠ درجة عند نهايتها أي عند بداية الكروموسفير وهي أدنى درجة حرارة في طبقات الشمس.



# طبقات الشمس

## ٢. الطبقات الخارجية:

٢. طبقة الكروموسفير منها تُشع كل طاقة الشمس إلى الفضاء. تلي الأجزاء العليا من الفوتوسفير وهي بسمك ٢٠٠٠ كم. لا يمكن رؤية طبقة الكروموسفير إلا لعدة دقائق عند حدوث الكسوف الكلي للشمس ويكون لونها مائلاً إلى الاحمرار. درجة حرارة الكروموسفير تكون 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 قمته.



# طبقات الشمس

## ٢. الطبقات الخارجية:

٣. طبقة الكرونا هي آخر طبقات الشمس وتصل حرارتها المتوسطة إلى حوالي مليوني درجة مطلقة وكثافتها ضئيلة جداً. يمكن رؤية الكرونا أثناء الكسوف الكلي للشمس على شكل هالة محيطة بقرص الشمس تمتد ملايين الكيلومترات.

■ تكون لامعة بسبب تشتت إضاءة الفوتوسفير عليها. الكرونا 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

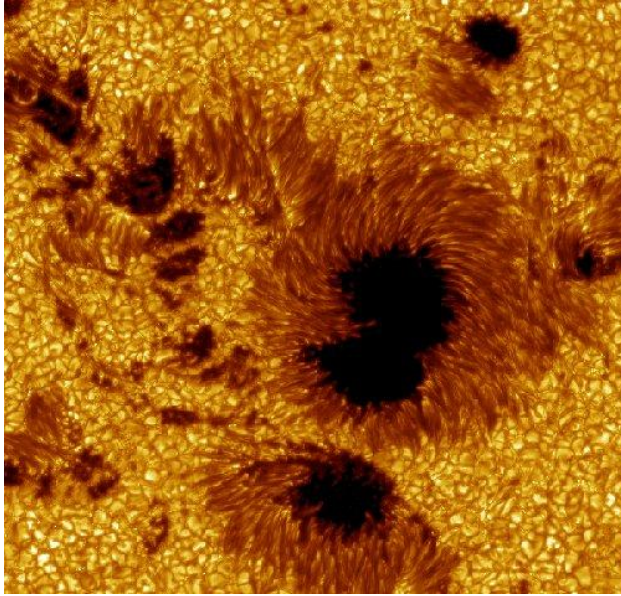
## ١. الحبيبات الشمسية

- هي 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

## ٢. البقع الشمسية



- هي مناطق معتمة على سطح الشمس تتميز بدرجة حرارة منخفضة عن المناطق المحيطة بها.
- تعتبر البقع الشمسية ظاهرة مؤقتة فقد تمكث البقع عدة ساعات فقط على سطح الشمس وقد تستمر عدة أسابيع.
- تبدو البقع الشمسية داكنة وذلك لانخفاض حرارتها التي تقل بحوالي 1500 درجة عن ما يجاورها من الفوتوسفير.

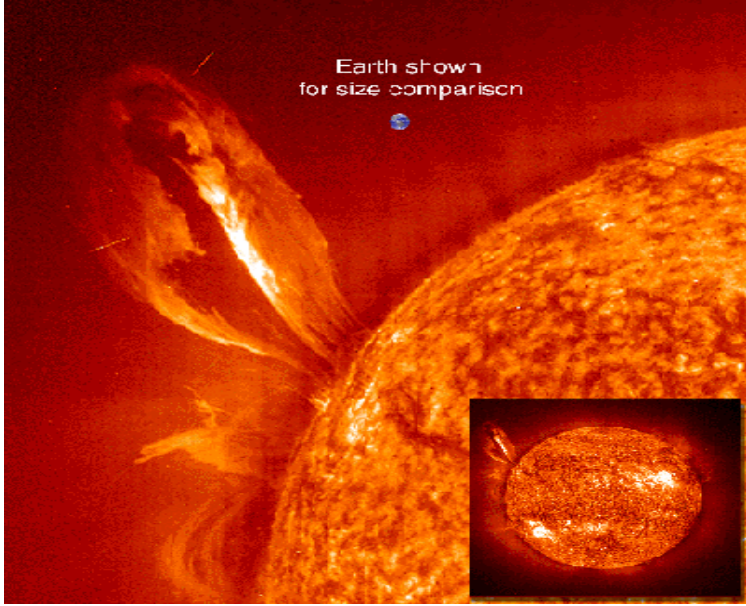
- في فترات النشاط الشمسي تحتوي الشمس على مئات البقع الشمسية بينما يقل ظهورها في فترات هدوء الشمس ومن الممكن ان لاتحتوي الشمس على أي بقعة خلال فترات همود شمسي.
- تتفاوت مساحات وأشكال البقع الشمسية فقد يصل قطرها إلى 6 آلاف كم.
- تتكون البقع من مناطق شبه ظل تتوسطها مناطق ظل معتمة في مركزها.
- تنمو البقعة الواحدة إلى حدها الأقصى من أسبوع إلى عشرة أيام فيما تستغرق حوالي أسبوعين لتتلاشى وتظهر البقع عادة في مجموعات.



# الظواهر الشمسية المختلفة

## ٣. الانفجارات الشمسية:

- الانفجار الشمسي هو انفجار كبير يحدث في الغلاف الجوي للشمس قريب من البقع الشمسية و يصدر طاقة هائلة تقدر بحوالي  $6 \times 10^{25}$  جول.
- يطلق الانفجار الشمسي تيارات هائلة من الإشعاعات كأشعه اكس والاشعه فوق البنفسجية وغازات مشحونة كهربائيا كالبروتونات ذات الشحنات الكهربائية الموجبة والالكترونات ذات



- الشحنات الكهربائية السالبة التي تسير بسرعة الضوء باتجاه الأرض و بعضها يخترق الغلاف المغناطيسي وتؤثر على إحدى طبقات الغلاف الجوي وهي طبقة (الأيونوسفير) خطر الانفجارات الشمسية على الجنس البشري محدود اذ يحمية الغلاف الجوي للأرض ولكن الخطر الحقيقي على رواد الفضاء الذين يقومون برحلاتهم بعيدا عن الأرض وبشكل اقل على المسافرين في الطائرات الأسرع من الصوت .

# الظواهر الشمسية المختلفة

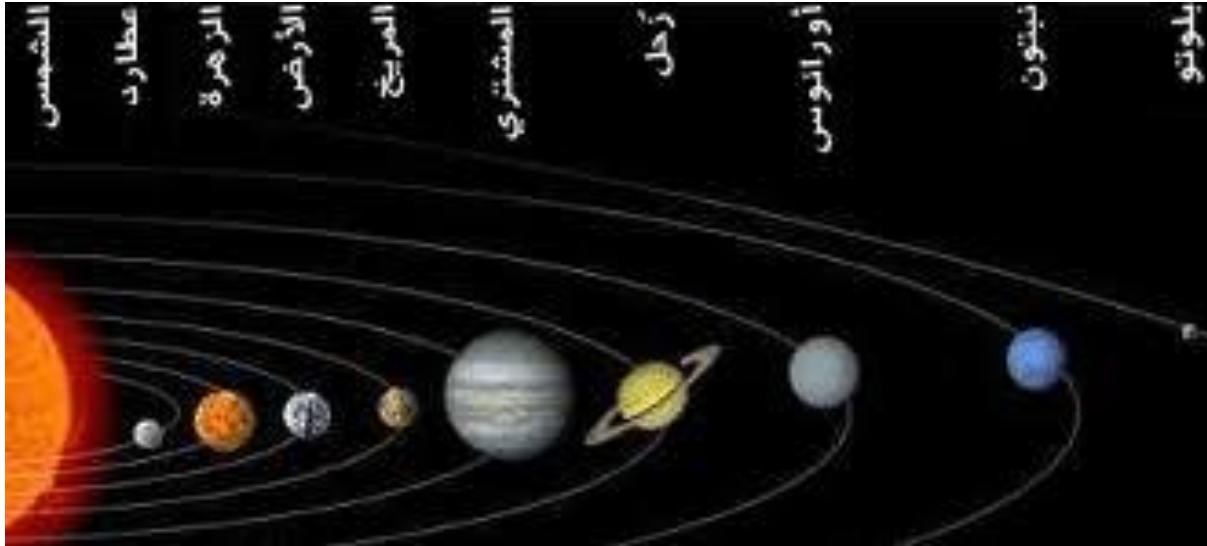
## ٤. الرياح الشمسية:

- عبارة عن تدفق مستمر من الجسيمات المشحونة (بروتونات وإلكترونات) التي تخرج من الشمس أثناء الانفجار الشمسي وتنتشر في الفضاء لتصل إلى كواكب المجموعة الشمسية.
- تكون سرعتها متدنية بالقرب من سطح الشمس ولكنها تزداد كلما ابتعدت عن الشمس حتى تصل إلى ٤٠٠ كم/ثانية بعد ذلك تصبح سرعتها ثابتة تقريباً وتستغرق حوالي عشرة أيام للوصول إلى الأرض وعندها تكون ذات تأثير كبير على طبقة الأيونوسفير الأرضية التي تعمل على حفظ المجال المغناطيسي للأرض مما يؤثر على الاتصالات اللاسلكية على الأرض خاصة وأنها تعتمد على الموجات الكهرومغناطيسية فيحدث بها اضطراب قد يستمر لعدة أيام وهو ما يسمى بالعواصف المغناطيسية.



# 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.
- 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 وسيريز وإيريز.



# الكواكب

الكواكب في المجموعة الشمسية قد تم تقسيمها إلى ثلاثة أنواع :

١. الكواكب الرئيسية وتقسم إلى مجموعتين هما:

## الكواكب شبيهة الأرض (الصخرية) 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.
- تتركب بشكل رئيسي من صخور ومواد معدنية ثقيلة مثل الحديد والنيكل.

## الكواكب شبيهة المشتري (الغازية) أو الكواكب الخارجية:

- المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وهي كواكب متباعدة عن بعضها البعض وذات أحجام وكتل كبيرة وكثافة صغيرة قريبة من كثافة الماء.
- تتركب بشكل رئيسي من غازي الهيدروجين والهليوم (عملاقة غازية).

٢. الكواكب الأقزام: وهي بلوتو وسيريز وإيرز.

٣. أجرام النظام الشمسي الصغيرة: وهي الكويكبات والمذنبات والشهب والنيازك وتقع على شكل حزام يفصل بين الكواكب الداخلية والخارجية.

# الكويكبات والمذنبات و 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 هي أجرام صخرية صغيرة تدور حول الشمس في شريط بين مداري المريخ والمشتري يعرف بحزام الكويكبات ويبعد هذا الحزام عن الشمس بحوالي ٢-٤ وحدة فلكية (الوحدة الفلكية = ١٥٠ مليون كيلومتر).

■ يزيد عددها عن ١٠٠ ألف كويكب كما تتراوح أقطارها بين ١٠٠٠ كم إلى أقل من ١ كم.  
■ المذنبات هي أجسام جليدية ذات أنويه صخرية تدور عادة حول الشمس في مدار بيضاوي طويل 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.

# الشهب والنيازك

- الشهب والنيازك: أجسام صخرية صغيرة (أغلبها سهلة الإحتراق) ناتجة عن بقايا حطام كويكبات اصطدمت مع بعضها البعض ثم انحرفت عن مدارها واقتربت من الأرض.



## ما هو الفرق بين الشهب والنيازك؟

- الشهاب يحترق باكمله في الغلاف الجوي للأرض ولا يصل منه شئ لسطح الارض.



- النيازك يستطيع ان يقاوم درجة الحرارة العاليه أثناء احتكاكه بالغلاف الجوي ليحافظ على كتلته او جزء منها ليصل سليما لسطح الارض.

# خصائص عامة للمجموعة الشمسية

١. تدور كل الكواكب حول الشمس في اتجاه واحد من الغرب إلى الشرق "عكس عقارب الساعة" إذا نظرنا إليها من أعلى القطب الشمالي.
٢. تدور معظم الكواكب حول محورها في اتجاه واحد مماثل لدورانها حول الشمس من الغرب للشرق باستثناء الزهرة وأورانوس وبلوتو.
٣. تدور كل الكواكب باستثناء عطارد وبلوتو في مستوى قريب من مستوى مدار الأرض حول الشمس .
٤. تتحرك كل الكواكب في مدارات بيضاوية ولكنها شبه دائرية باستثناء كوكبي عطارد وبلوتو، فمعامل الاختلاف المركزي لهم أكبر من بقية الكواكب.
٥. يميل مستوى دوران الكواكب حول نفسها على مستوى دورانها حول الشمس (ميل المحور) بزاوية أقل من ٣٠ درجة، فيما عدا كوكبي أورانوس وبلوتو (زاوية الميل تزيد عن ٩٠ درجة).

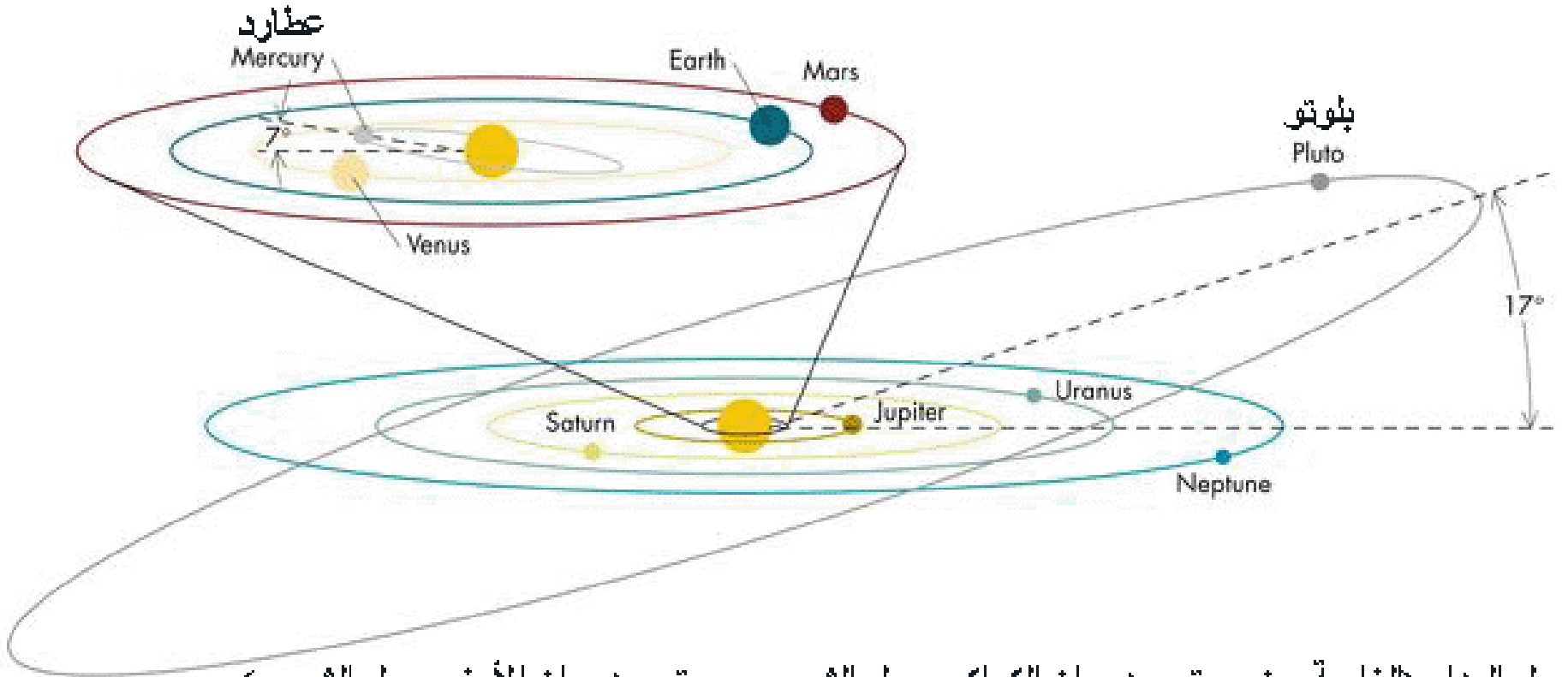
# خصائص عامة للمجموعة الشمسية

٦. تدور غالبية أقمار المجموعة الشمسية حول كواكبها في نفس اتجاه دوران كواكبها حول الشمس، بالإضافة لذلك فهي تدور تقريباً في مستوي استواء كواكبها.
٧. يتضاعف بعد الكواكب عن الشمس تقريبا مع كل كوكب.
٨. التركيب الكيميائي للكواكب متشابه بشكل عام فيما بين الكواكب شبيهة الأرض والكواكب شبيهة المشتري.
٩. أظهرت كل الكواكب والأقمار التي لها أسطح صلبة فوهات تشبه الفوهات الموجودة على سطح القمر.
١٠. كل الكواكب شبيهة المشتري لها حلقات من الصخور الصغيرة تدور حولها.



## ميل المحورين للكواكب

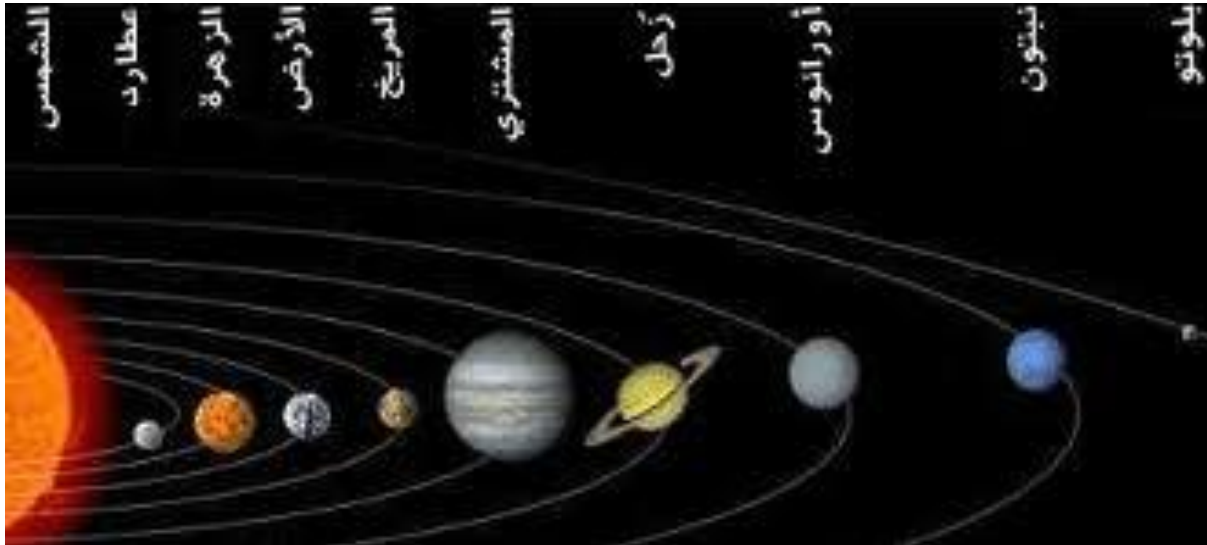
(كوكبي اورانوس وبلوتو لهم أكبر زاوية ميل للمحورين أكثر من 90 درجة بينما بقية الكواكب فلا تزيد عن 30 درجة)



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

# 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.
- كثافته تقترب من كثافة الأرض ويدور عطارد حول نفسه في ٥٩ يوماً بينما يدور حول الشمس في ٨٨ يوماً.
- 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

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

■ يفوق لمعانه ليلاً 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 لم يُستطع رؤيته إلا من خلال الصور التي التقطتها المركبة ماجلان باستخدام الموجات الراديوية التي لها المقدرة على النفاذ من هذه السحب الكثيفة.



# كوكب الزهرة

- كوكب الزهرة داخلي لذا فانه يرى على الأفق الغربي عند غروب الشمس أو على الأفق الشرقي قبل شروق الشمس.
- يُرى خلال المناظير بأطوار قريبة من أطوار القمر.
- يدور 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.
- يدور حوله قمران صغيران ليس لهما 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.
- 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.



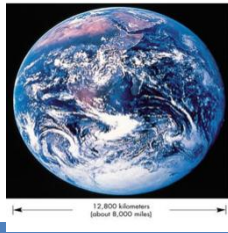
# المريخ



- يتميز سطح المريخ بصحاري شاسعة ذات كثبان رملية تنقلها الرياح من موضع لآخر إلى جانب بعض الفوهات النيزكية والبركانية كما تضمن أعلى قمة جبلية في المجموعة الشمسية (جبل أولمبوس ويبلغ ارتفاعه ٢٥ كم) وهو جبل بركاني.
- هنالك صدع كبير يمتد نحو ٥٠٠٠ كم بالإضافة إلى 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).



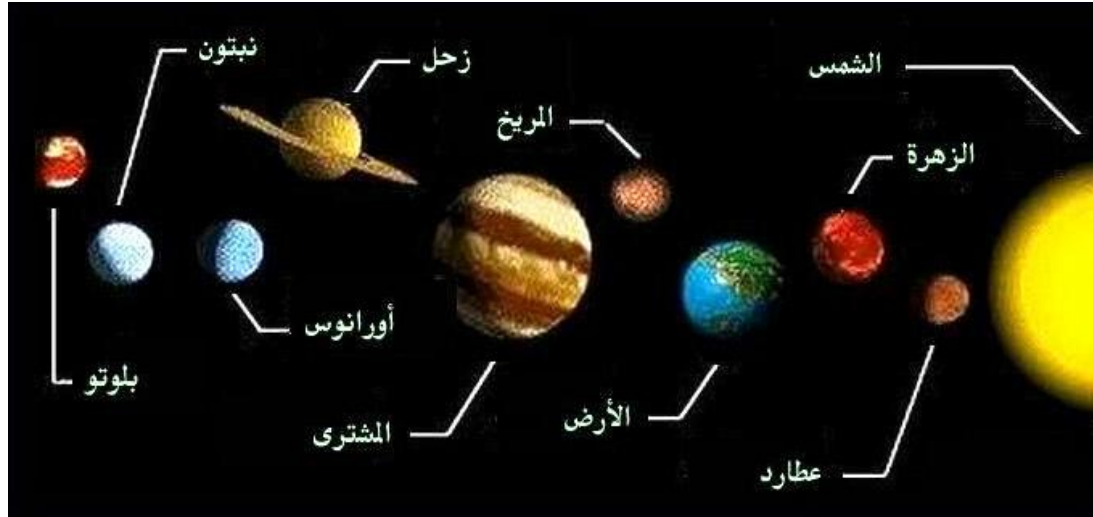
# جدول: مقارنة بين الكواكب الصخرية



المريخ	الأرض	الزهرة	عطارد	
٢	٤	٣	١	ترتيب الأصغر في الحجم
3.93	5.52	5.24	5.43	الكثافة (جم/سم <sup>3</sup> )
من الغرب للشرق	من الغرب للشرق	من الشرق للغرب	من الغرب للشرق	اتجاه دورانه حول نفسه
٢٤ ساعة ٣٧ دقيقة	٢٤ ساعة (١ يوم)	٢٤٣ يوم	٥٩ يوم	زمن دورانه حول نفسه
٦٨٧ يوم	٣٦٥ يوم	٢٢٥ يوم	٨٨ يوم	زمن دورانه حول الشمس
صحاري بها كثبان رملية وفوهات نيزكية وجبال بركانية وصدع كبير	غير مستوي الشكل. هناك الجبال الشاهقة والقارات الممتدة والوديان العميقة و قيعان المحيطات	ثلثي السطح مساحات مستوية كما أن هناك مساحات منخفضة ملساء. ويوجد هضاب ومناطق جبلية عديدة.	رمادي ملئ بالفوهات النيزكية	السطح
يتكون من CO <sub>2</sub> + كميات صغيرة من N و Ar و O و CO و Ne وكميات والكربون والزينون. وكميات ضئيلة من بخار الماء.	النتروجين ٧٨% والأكسجين ٢١% أما الـ ١% الباقية فتشمل ثاني أكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء.	بخار CO <sub>2</sub> 96%, N <sub>2</sub> 3.5% ماء	غلافه المغناطيسي ضعيف لا يحميه من الرياح الشمسية	الغلاف الجوي
لونه ضارب للحمرة لوجود أكسيد الحديد في تربته	عند مشاهدة الأرض من الفضاء الخارجي ستجد لونها يميل إلى الأزرق النيلي مع غطاء من السحب البيضاء يتخللها أجزاء بنية اللون تمثل اليابسة	ظاهرة البيت الزجاجي	لاتحدث فيه الفصول الأربعة	صفة مميزة
٢	١	-	-	الأقمار حوله

# 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.
- لهذه 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) ما عدا كوكب أورانوس.



# كوكب المشتري



صورة تظهر السحب الكثيفة  
التي تغطي كوكب المشتري  
وهي 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.
- يتميز بدورانه السريع حول محوره مما يجعل غلافه الجوي 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

- 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.
- للمشتري حلقات ولكنها ليست متميزة كحلقات زحل، إذ أنها تتكون من مادة غبارية دقيقة يتم تغذيتها (على الأرجح) من قبل بعض أقماره الداخلية الصغيرة.
- يتميز سطح المشتري بأنه 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 الحرارة ببطء إلى السطح في شكل أشعة تحت حمراء. لذلك يشع كوكب المشتري كمية من الطاقة أعلى من التي يستقبلها من الشمس.

# اقمار كوكب المشتري

للمشتري العديد من الأقمار المشهور منها أقمار جاليليو الأربعة:

١. أيو: 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.
٢. أوروبا: له سطح ثلجي مليء بالشقوق، حيث يُعتقد أن تحت سطحه كمية كبيرة من المياه.
٣. جانيميد: أكبر أقمار المجموعة الشمسية، وسطحه مليء بالفوهات النيزكية ويحيط به مجال مغناطيسي، ويبدو أنه كان نشيطاً جيولوجياً في الماضي.
٤. كالستو: سطحه مليء بشكل ملحوظ بالفوهات النيزكية، ولا يبدو أنه كان نشيطاً جيولوجياً في الماضي.



# كوكب زحل



- ثاني أكبر كواكب المجموعة الشمسية.
- أكثر الكواكب تفلطحاً عند استوائه.
- مجاله المغناطيسي أقل من مجال المشتري.
- يتميز بكثافته المتدنية فهي أقل من كثافة الماء وبالتالي فهو يطفو فوق الماء.

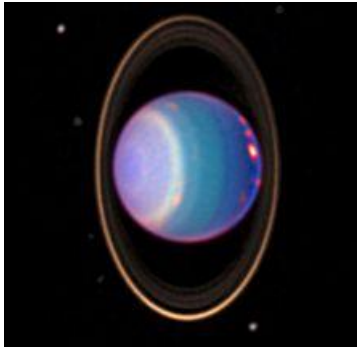
# زحل

- اشتهر بحلقاته الجميلة وتدل الصور التي التقطتها المركبات الفضائية أن بعض أجزاء الحلقات أعم من بعضها مما يعني أن تركيب الحلقات مختلف من مكان لآخر.
- الحلقات ليست مليئة بانتظام فهي تتألف من عدة حلقات منفصلة. وقد شوهدت فجوات كبيرة في الحلقات والسبب في حدوث هذه الفجوات تأثير جاذبية أقمار زحل الكبيرة إلى جانب تأثير جاذبية المشتري.
- هذه 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

- هو أول كوكب يُكتشف بواسطة التلسكوب عام ١٧٨١. غلافه 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 عبارة 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 عالية.
- يدور حوله عددا كبيرا من الأقمار مثل القمر ميرندا الذي يبدو مشوهاً بشكل كبير ويحتمل أن ذلك بسبب بعض تيارات الحمل الداخلية التي ذوبت أجزاءً منه في الماضي ثم عاد لتجمد.

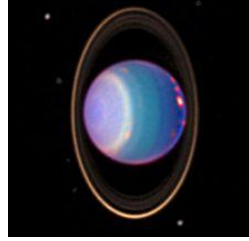


# كوكب نبتون

- يعتبر اكتشافه نصرا لعلم الميكانيكا السماوية وذلك لانها توقعت موقعة على مداره وذلك من التأثيرات 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 و سطح ثلجي و عليه بعض النشاط الجيولوجي المتمثل في مقذوفات من نيتروجين سائل.



# جدول: مقارنة بين الكواكب الغازية



المشتري	زحل	أورانوس	نبتون
٤ (أكبر كواكب المجموعة الشمسية)	٣	٢	١ (الأصغر)
1.33	0.69	1.27	1.64
من الغرب للشرق	من الغرب للشرق	من الشرق للغرب	من الغرب للشرق
السطح: هيدروجين سائل تحته طبقة من الهيدروجين المعدني اللب: مواد صخرية ومعدنية مثل الحديد والصخر والماء	يشبه المشتري لكن طبقة الهيدروجين المعدني ليست سميكة	السطح: هيدروجين سائل تحته طبقة من الثلج اللب: لب صخري	وجود سحب بيضاء من ثلج الميثان
الغلاف الجوي	يشبه المشتري	هيدروجين وهيليوم ووجود الميثان في الطبقات العليا يعطيه لوناً أزرقاً	يشبه أورانوس وتوجد به بعض الأعاصير
سريع في الدوران حول محوره (١٠ ساعات) وينتج عن ذلك تكون أحزمة متوازية من السحب فاتحة وداكنة	اشتهر بحلقاته الجميلة	أول كوكب يكتشف بواسطة التلسكوب (عام ١٧٨١م)	يعتبر اكتشافه نصراً لعلم الميكانيكا السماوية
متعددة أشهرها أقمار جاليليو الأربع	متعددة أكبرها تيتان	متعددة أشهرها ميرندا	متعددة أكبرها تريتون



## الكواكب الأقزام

### ١. كوكب بلوتو

- تم اكتشافه عام ١٩٣٠ وهو أصغر كواكب المجموعة الشمسية بل إنه أصغر من قمرنا حجماً وكتلتاً ويصنف الآن ضمن الكواكب الأقزام.
- سطحه يتكون من ثلج النيتروجين والميثان وغلظه الرقيق نسبياً يتكون من غاز النيتروجين والميثان أيضاً.
- تشير كثافة الكوكب (١.٨ جم/سم<sup>٣</sup>) أي أنه مزيج من الماء والجليد والصخر.
- نتيجة بعده الكبير عن الشمس وحجمه الصغير فإنه يبدو معتماً.
- في عام ٢٠٠٥ تم اكتشاف قمرين جديدين لكوكب بلوتو إلى جانب القمر شارون (Charon) ليصبح هنالك ثلاثة أقمار تدور حول بلوتو.

# الكواكب الأقزام

## ٢. كوكب سيرز

- اكتشف سنة ١٨٠١م. تم تصنيفه وفقاً لقرار الاتحاد الفلكي الدولي بتاريخ ٢٤ أغسطس ٢٠٠٦ م على أنه أحد الكواكب الأقزام.
- يعتبر أصغر الكواكب الأقزام حتى الآن من حيث الحجم والكتلة وهو حتى الآن الوحيد بينهم الذي لا يدور حوله أقمار.
- تشير الأرصاد الحديثة بواسطة التلسكوب أن سيرز يشبه في تركيبته الكواكب الأرضية وهناك تمايز في طبقاته من حيث الكثافة حيث له لب صخري وقشرة سيلكاتية أقل كثافة. كما تشير الدراسات الطيفية للأشعة تحت الحمراء إلى وجود كميات من الماء داخل جسم سيرز وذلك ربما لكثافته الصغيرة.

# الكواكب الأقزام

## ٣- كوكب إيرز

- يعتبر أكبر الأجرام المكتشفة داخل حزام كويبر حتى ٢٠٠٩م، فحجمه وكتلته أكبر من كوكب بلوتو.
- قبل التصنيف الجديد للكواكب كان يعتبر الكوكب العاشر في مجموعتنا الشمسية.
- تم اكتشافه أول مرة سنة ٢٠٠٣م وكان التأكيد في ٢٠٠٥م. ويدور حول إيرز قمر واحد مكن من حساب كتلة وحجم إيرز.
- أبعد الأجرام المعروفة حتى الآن بمجموعتنا الشمسية إذ يقدر بعده بحوالي ثلاثة أضعاف بعد بلوتو.
- 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.

# كوكب الارض

- تبعد عن الشمس في المتوسط ١٥٠ مليون كم.
- تدور الأرض حول الشمس في مدار إهليجي بسرعة متوسطة تساوي ٢٩.٧٩ كم/ث حيث تستكمل دورتها في ٣٦٥.٢٤٢٢ يوماً شمسياً وسطياً.
- تدور الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق في ٢٣ س ٥٦ د ٤.١ ث وينتج عنها تعاقب الليل والنهار.
- كثافة الأرض = ٥.٥٢ جم/سم<sup>٣</sup> وتعتبر أكبر كواكب المجموعة الشمسية كثافةً.
- كتلة كوكب الأرض = ٥.٩٧٤٢ × ١٠<sup>٢٧</sup> جرام وهي تعادل تقريباً كتلة عطارذ والزهرة والمريخ معاً بالإضافة إلى كتلة القمر وكوكب بلوتو.
- درجة حرارة سطح الأرض يتراوح ما بين -٨٨ إلى +٥٨ درجة مئوية. تعتبر سيبيريا والمناطق القطبية من أبرد المناطق و تعتبر الصحراء الليبية ووادي الموت بكاليفورنيا من أحر المناطق على سطح الكرة الأرضية.



# كوكب الارض

- عند مشاهدة الأرض من الفضاء الخارجي ستجد لونها يميل إلى الأزرق النيلي مع غطاء من السحب البيضاء يتخللها أجزاء بنية اللون تمثل اليابسة ويعكس الغلاف الجوي الأرض قدراً كبيراً من أشعة الشمس الساقطة عليه حيث يقدر متوسط العاكسية بـ ٠.٣٩ وهي نسبة كبيرة مقارنة لجسم ليس له غلاف جوي مثل القمر والذي تقدر عاكسيته بـ ٠.٠٧ فقط. يمتاز سطح الأرض بوجود طاقتين ثلجيتين بأقطابه.





# شكل وكروية الأرض

- سطح الكرة الأرضية غير مستوي الشكل. هناك الجبال الشاهقة والقارات الممتدة والوديان العميقة و قيعان المحيطات.
- الأرض ليست مستديرة الشكل تماماً لكنها منبعجة عند خط الاستواء ومفلطحة عند القطبين الشمالي والجنوبي وذلك نتيجة لدوران الأرض حول محورها. قطر الارض الاستوائي = ١٢٧٥٦.٧٨ كم بينما قطرها القطبي = ١٢٧١٣.٨٢ كم أي يقل عن قطرها الاستوائي ب ٤٣ كم تقريباً.



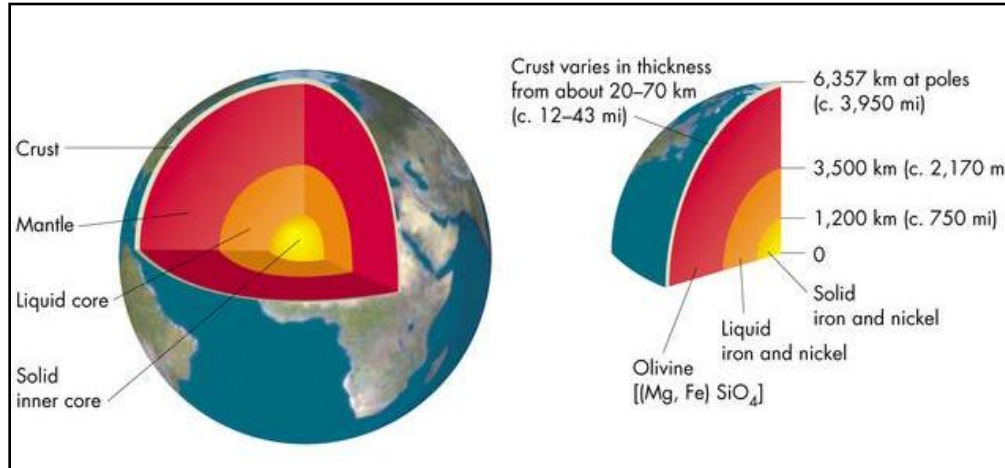
- قام العلماء بعمل القياسات الدقيقة للأرض وُجدو أن الجزء الجنوبي للكرة الأرضية أكثر تفلطحاً من الجزء الشمالي مما يجعل شكلها أقرب إلى شكل فاكهة الكمثري.
- يبلغ محيط الأرض الاستوائي حوالي ٤٠٠٠ كم. فلو أن سيارة تتحرك علي طريق يحيط بها بسرعة ١١٠ كم/ساعة بدون توقف فأنها ستكملها في حوالي خمسة عشر يوماً.

12,800 kilometers  
(about 8,000 miles)

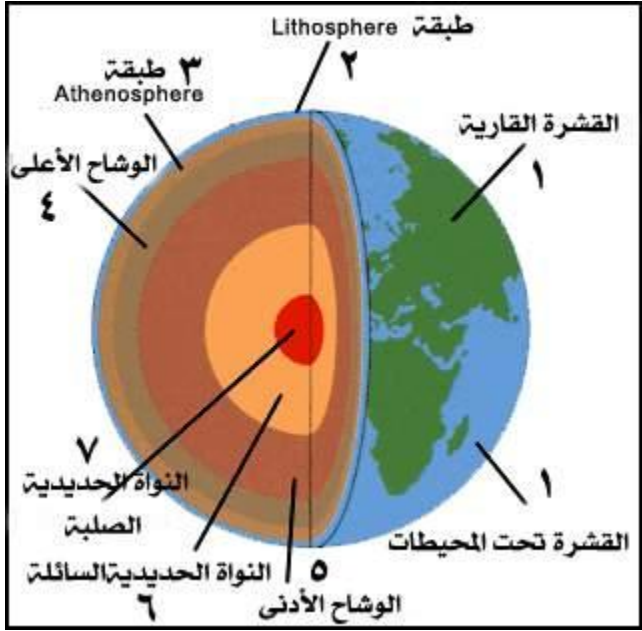
إعداد: د. سامية عبد الحميد كوسة

# أغلفة الأرض الرئيسية

١. الغلاف الصخري: يتكون من ثلاثة طبقات رئيسية هي اللب والوشاح والقشرة.  
(أ) اللب: يبلغ قطره ٣٤٨٥ كم تقريباً وكثافته عالية جداً تتراوح بين ١٣ - ١٢.٧ جم/سم<sup>٣</sup> يتكون من معادن ثقيلة مثل الحديد والنيكل وينقسم إلى جزأين:
  ١. الجزء الصلب يبلغ قطره حوالي ١٢٢٥ كم وتقدر درجة حرارته ما بين ٦٤٠٠ - ٦٠٠٠ درجة مطلقاً أي قريبة من درجة حرارة سطح الشمس والضغط حوالي ثلاث ملايين ضعف الضغط الجوي عند سطح البحر.
  ٢. الجزء المنصهر يبلغ سمكه حوالي ٢٢٥٠ كم وكثافته حوالي ١١ جم/سم<sup>٣</sup> ودرجة حرارته ما بين ٦٠٠٠ - ٤٥٠٠ درجة مطلقاً هذا الجزء المنصهر يتكون من الحديد والنيكل في صورة منصهرة، وهو مصدر المجال المغناطيسي للأرض.



# أغلفة الأرض الرئيسية



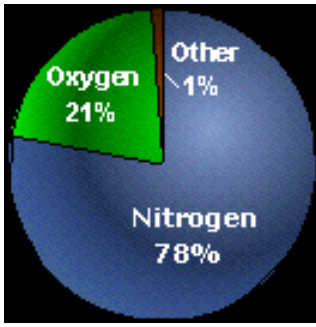
## ١. الغلاف الصخري:

(ب) الوشاح: تبلغ كثافة مادته أربعة أمثال كثافة الماء ويبلغ سمكها حوالي ٢٨٠٠ كم تقريباً وهي تتكون من عدة طبقات من الصخور منها البازلت والسيليكات والأكسيدات ودرجة حرارتها ما بين ٤٥٠٠ - ٧٠٠ درجة مطلقة.

(ج) القشرة: هي الطبقة السطحية الصلبة تتكون من صخور نارية و متحولة ورسوبية. ذات كثافة منخفضة حيث يبلغ سمكها ما بين ٣٥ - ٧٠ كم أسفل القارات وحوالي 10 - 5 كم أسفل المحيطات.

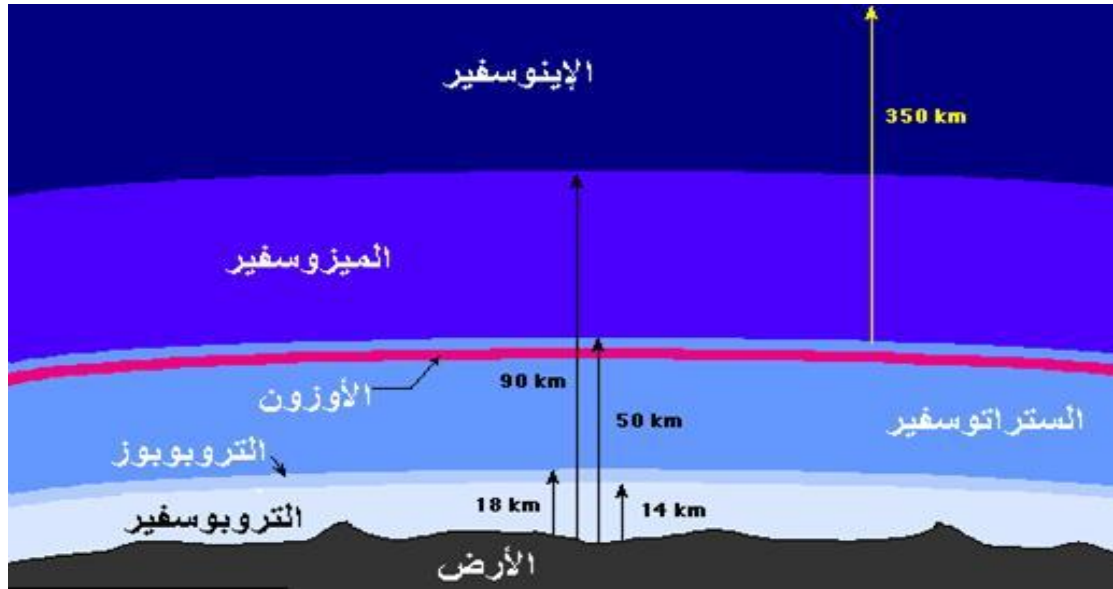
■ درجة الحرارة تزداد بمعدل درجة مئوية واحدة كل مائة متر تقريباً بازدياد العمق.

# أغلفة الأرض الرئيسية



## ٢. الغلاف الجوي للأرض

- يتكون من جزيئات النيتروجين بنسبة ٧٨% والأكسجين بنسبة ٢١% أما الـ ١% الباقية فتشمل ثاني أكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء.
- كلما 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

### ب) طبقة الإستراتوسفير

### ج) طبقة الميزوسفير

### د) طبقة الأيونوسفير

### هـ) طبقة الإكسوسفير

# أغلفة الأرض الرئيسية

## ٢. الغلاف الجوي للأرض

### أ) طبقة التروبوسفير

تحتوي على ٨٠% من كتلة الغلاف الجوي تقريباً وهي الملاصقة لسطح الأرض.

تمتد هذه الطبقة حتى ارتفاع ١٢ كم من سطح الأرض وتنخفض فيها درجة الحرارة بمعدل ٦.٥ درجة للهواء المشبع. تحدث فيها جميع الظواهر الجوية (السحب، الغيوم، الضباب، الأمطار).

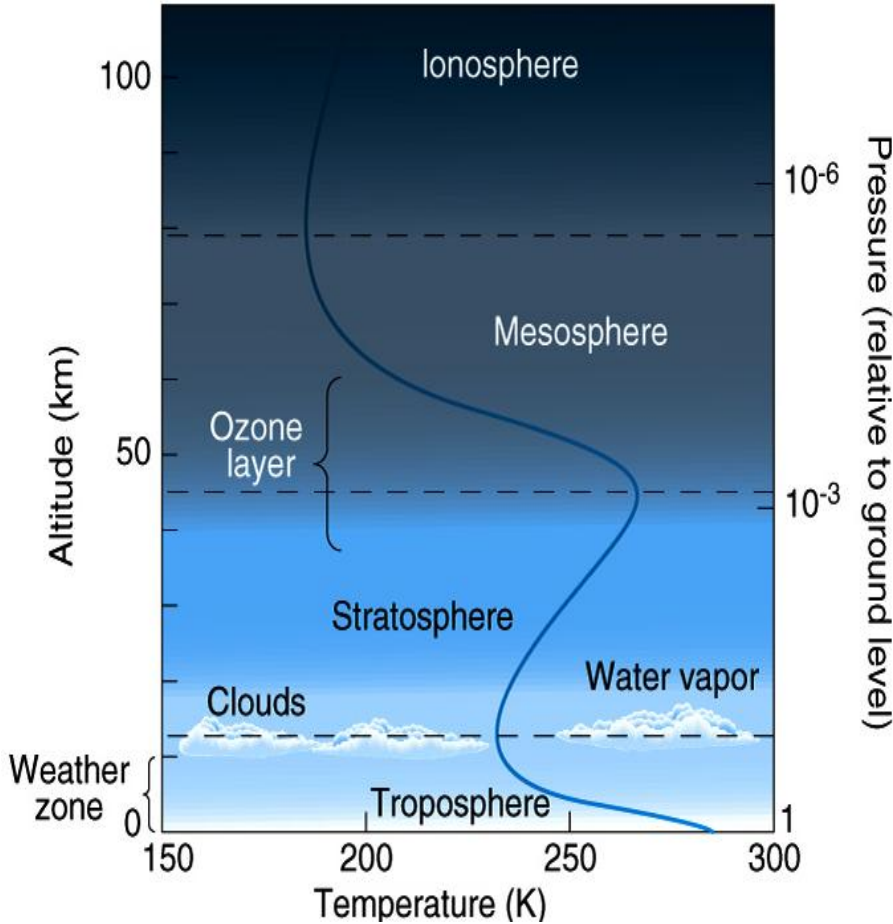
تحتوي هذه الطبقة على معظم مواد الغلاف

الجوي: النيتروجين – الأكسجين –

الأرجون – ثاني أكسيد الكربون –

لهيئة هذبةيل غاز الهافوم الغلاف الجوي تعتبر ثابتة فما تستهلكه الحياة الحيوانية من أكسجين

مثلاً يعوضه ما تفرزه النباتات في عملية التمثيل الضوئي.





# أغلفة الأرض الرئيسية

## ٢. الغلاف الجوي للأرض

### (ب) طبقة الإستراتوسفير

- تمتد هذه الطبقة حتى ارتفاع ٥٠ كم من سطح الأرض.

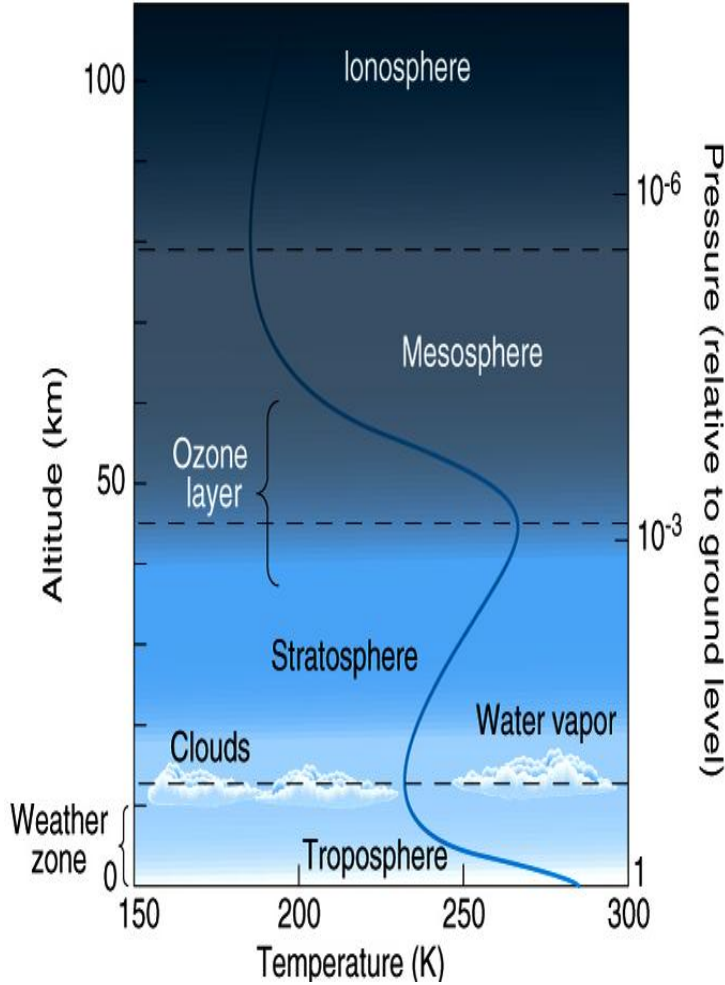
- تتميز هذه الطبقة بالاستقرار في جوها حيث ينعدم بخار الماء ويندر فيها السحاب كما تخلو من الظواهر الجوية.

- وتحتوى هذه الطبقة على غاز الأوزون ( $O_3$ ) الذي له أهمية عظمى في حماية الأحياء على سطح الأرض لأنه يمتص الأشعة فوق البنفسجية القاتلة الصادرة من أشعة الشمس.

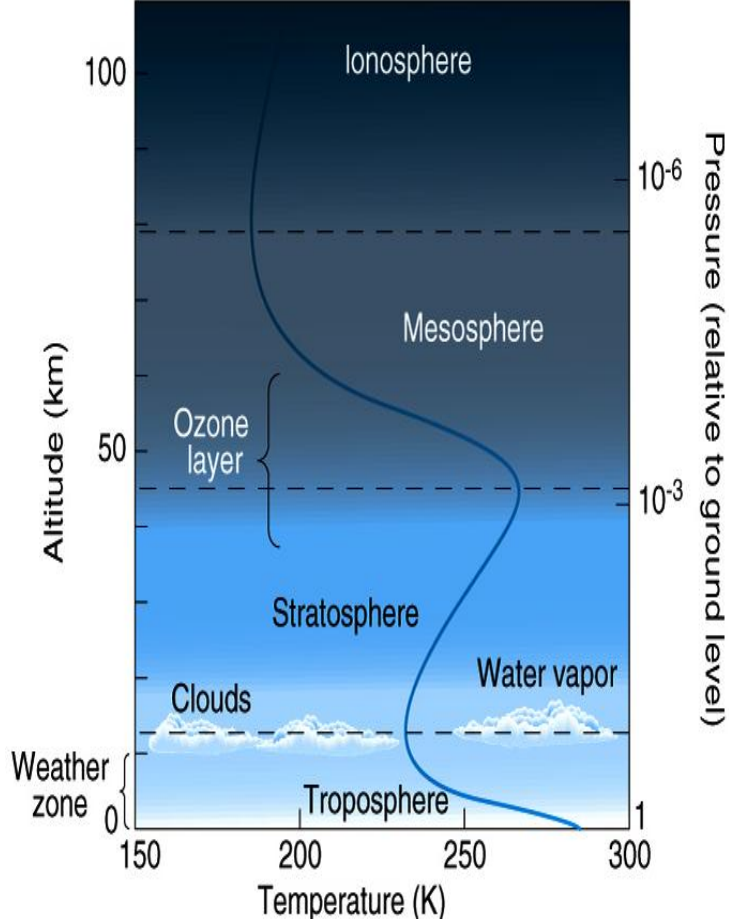
- نتيجة لامتصاص هذه الأشعة فإن درجات الحرارة تزداد بصورة كبيرة خلال هذه الطبقة.

- توجد طبقة الأوزون على ارتفاع تقريباً ٢٥ كم.

- على هذا الارتفاع تكون شدة الأشعة فوق البنفسجية قادرة على شطر جزيء  $O_2$  إلى ذرات أكسجين مستقلة ثم تتحد ذرات الأكسجين مع جزيئات  $O_2$  لتشكل جزيء  $O_3$ .



# أغلفة الأرض الرئيسية



## ٢. الغلاف الجوي للأرض

### (ب) طبقة الإستراتوسفير

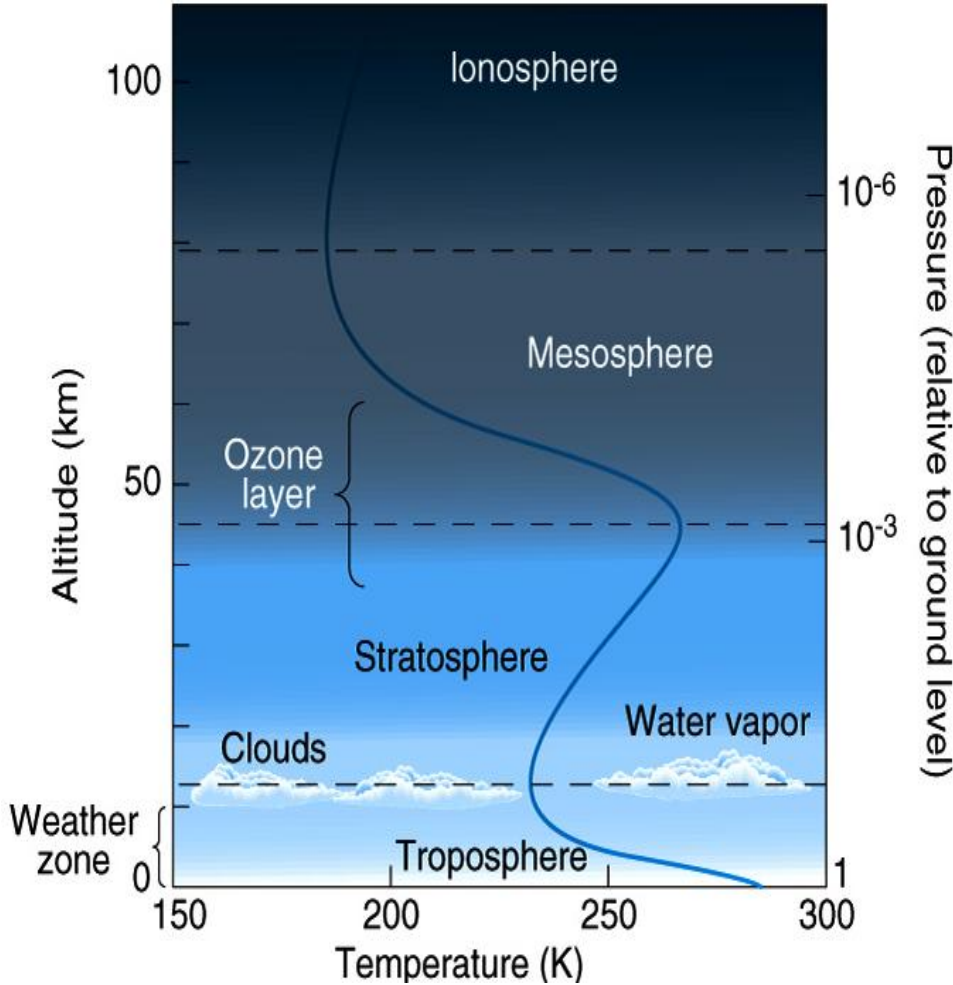
- يمتص ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء الأشعة تحت الحمراء وهما يؤديان دوراً حاسماً في تنظيم درجة الحرارة كوكبنا الأرضي من خلال ظاهرة البيوت الزجاجية.

- 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.

- 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 نعرفها بظاهرة الاحتباس الحراري.

# أغلفة الأرض الرئيسية



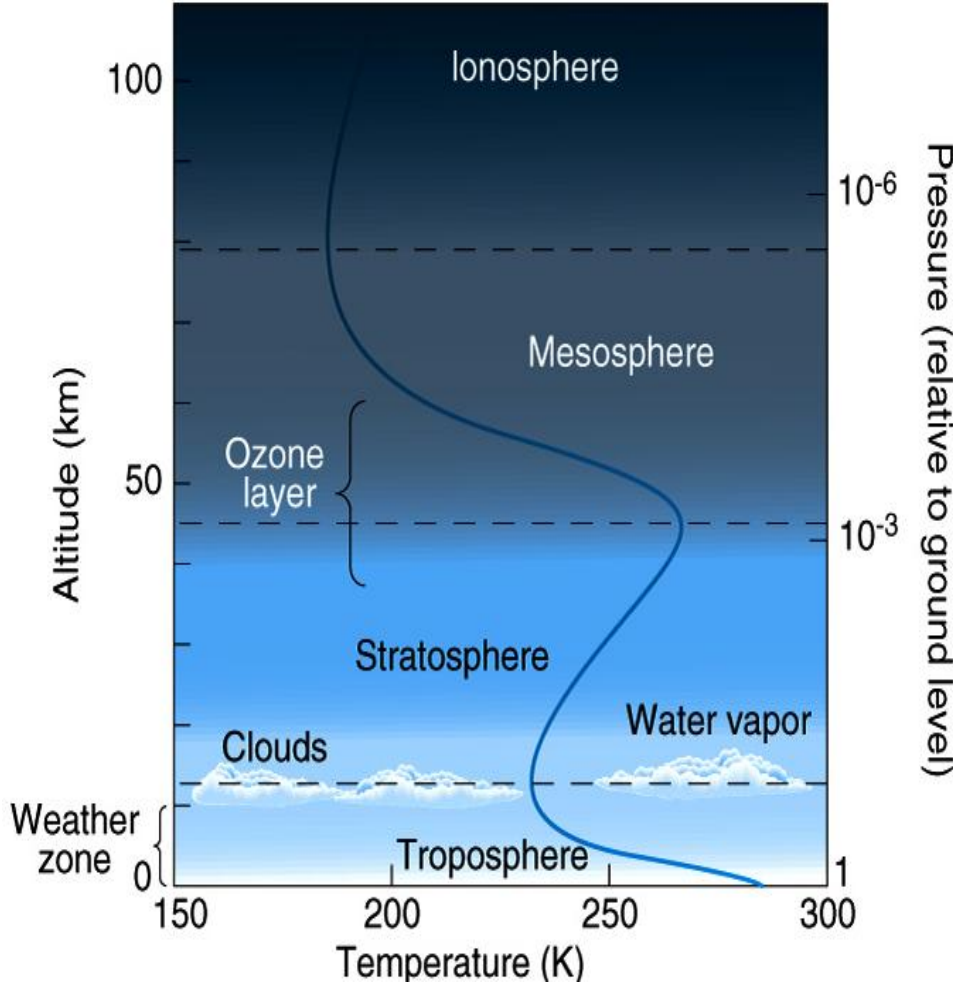
## ٢. الغلاف الجوي للأرض

### ج) طبقة الميزوسفير

- 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.



# أغلفة الأرض الرئيسية



## ٢. الغلاف الجوي للأرض

### د) طبقة الأيونوسفير

• تمتد هذه الطبقة من ٨٥ كم إلى حوالي ٧٠٠ كم

• تحتوي على كميات كبيرة من الأكسجين والنيتروجين المتأين.

• تعتبر طبقة عاكسة لموجات الراديو الطويلة.

• تحتوي هذه الطبقة على طبقة

الثرموسفير والتي تحدث بها ظاهرة الشفق القطبي (الوهج القطبي).

• هذه الطبقة تمتص الجزء الأعظم من الدقائق والجسيمات المشحونة المصاحبة

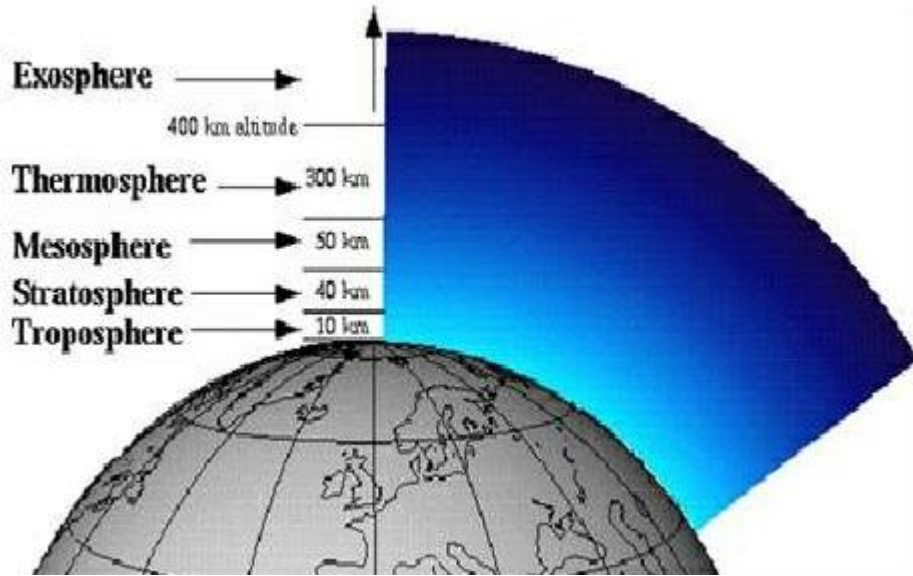
للرياح الشمسية فهي تعمل على الإقلال من تأثير الأشعة الكونية القادمة من الفضاء الخارجي.

# أغلفة الأرض الرئيسية

## ٢. الغلاف الجوي للأرض

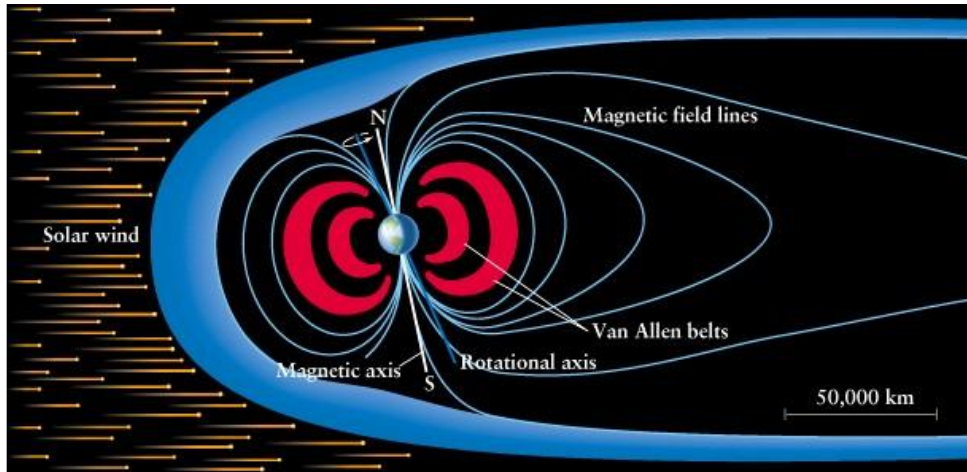
### ٥- طبقة الإكسوسفير

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



# المجال المغناطيسي للأرض

- يشبه المجال المغناطيسي الأرضي المجال المحيط بقطب مغناطيسي.
- يعتقد علماء الجيولوجيا أن الحديد المنصهر في الطبقة الخارجية من لب الأرض ودرجة الحرارة العالية تُسبب وجود شحنات حرة، مع دوران الأرض تُولد تيار كهربائي والذي بدوره يولد مجال مغناطيسي للأرض.
- محور المجال المغناطيسي لا ينطبق على محور دوران الأرض بل يميل عليه بزاوية  $11.3^\circ$ .



- 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.

# القمر

- 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 ١٧.٠% من جاذبية الأرض أي حوالي 1/6 من جاذبية الأرض.
- كثافة القمر تبلغ ٣.٣٤ جم/سم<sup>٣</sup> وهي قريبة من كثافة الصخور المكونة للقشرة الأرضية.
- رغم أن القمر يبدووا واضحاً براقاً في السماء إلا أنه يعكس فقط ٧% من ضوء الشمس الساقط عليه وهي قيمة أقل من عاكسية الأرض (٣٩%) وذلك لافتقار القمر لغلّاف جوي.



# الملاح 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 صخورها أقل كثافة وأقدم عمرا من صخور البحار القمرية.
- الأخاديد القمرية التي يبدو 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 آثار 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 دائريا ما لم يكن التصادم مماسيا.





# التركيب الداخلي للقمر

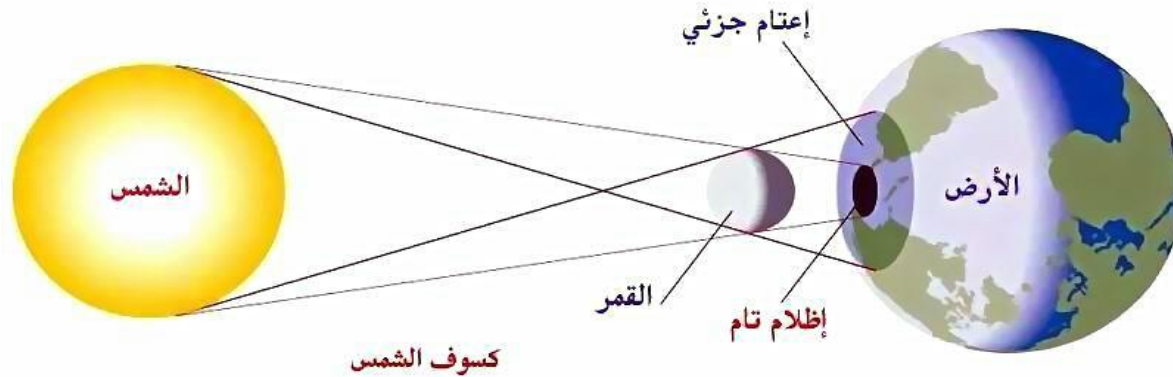
يتكون القمر من ثلاثة طبقات هي :-

١. 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/cm<sup>3</sup>. تدل الدراسات 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.
٢. الوشاح: وهي طبقة يصل سمكها لحوالي 1000 كم مكونة من صخور صلبة غنية بمعدن الأوليفين.
٣. 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 الآخر.

# الكسوف والخسوف

## كسوف الشمس:

- يحدث كسوف الشمس عندما يقع القمر بين الأرض والشمس وهو أمر قليل الحدوث لأن مدار القمر حول الأرض مائل بالنسبة لمدار الأرض حول الشمس ويحدث الكسوف فقط عندما يكون القمر في طوره الجديد بداية الشهر.
- عند مرور القمر بين الأرض والشمس يقع ظلّه على الأرض وهذا الظل يتكون من جزئين قسم معتم يسمى الظل وخارجي أقل عتمه يدعى شبه الظل لذلك فإن المناطق التي يسقط عليها الظل تشاهد كسوف كلي والتي يسقط عليها شبه الظل تشاهد كسوف جزئي.





# الكسوف والخسوف

## أنواع الكسوف:

١. الكسوف الكلي: من أكثر أنواع الكسوف ندرة وهو هام للفلكيين لأنه الفرصة الوحيدة لرؤية هالة الشمس بدون معدات خاصة. لا يرى الكسوف الكلي إلا من بقعه صغيره على الأرض يتغير موقعها كل مرة ويدوم في أطول حالاته ٧ دقائق.

٢. الكسوف الجزئي: يحدث عندما يغطي القمر جزء من الشمس تختلف نسبة الجزء المكسوف جزئياً من منطقة إلى أخرى وعندها يظهر قرص الشمس وكأنه هلال أو قد أنقطع جزء منه.

٣. الكسوف الحلقي: في حاله نادرة لا يحدث كسوف كلي حتى لو كانت الشمس و القمر والأرض على إستقامة واحدة تماماً إنما يحدث كسوف حلقي وهو أن يختفي قرص الشمس ماعدا حلقة رفيعة حول الحافة كلها تظل مضيئة لأمعه وسبب ذلك أن القمر يكون قريب من الأرض.

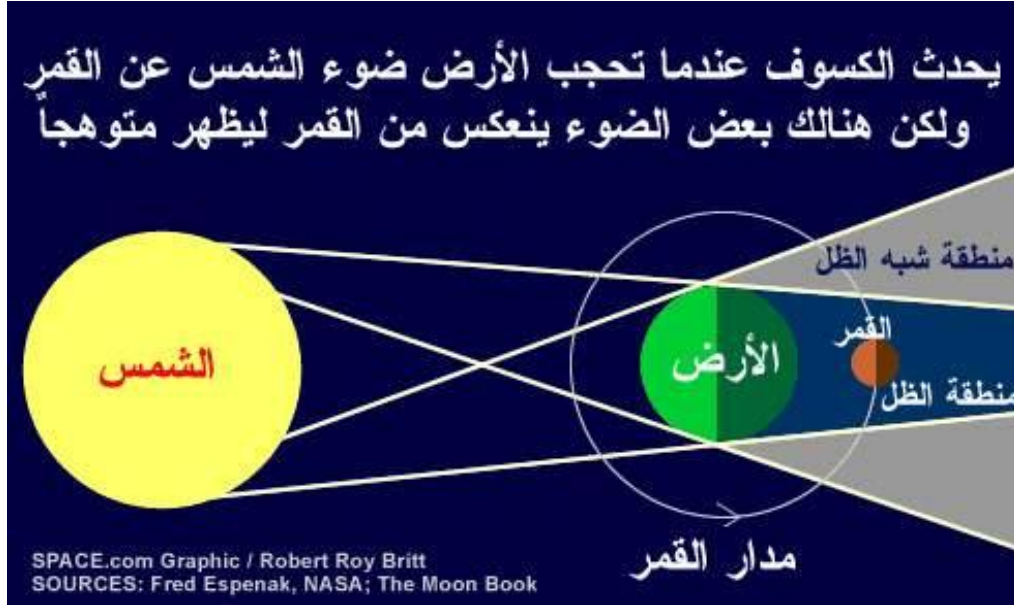




# الكسوف والخسوف

## خسوف القمر:

- تحدث ظاهرة خسوف القمر عندما تحجب الأرض نور الشمس عن القمر.
- يبدأ الخسوف بدخول القمر منطقة ظل الأرض التي ينحجب فيها ضوء الشمس عن القمر بسبب وجود الشمس والقمر على محور واحد تتوسطهم الأرض.



# الكسوف والخسوف

## خسوف القمر:

### ■ تحصل عملية الخسوف على ثلاثة مراحل:

١. المرحلة الأولى: تبدأ بدخول القمر منطقة شبه ظل الأرض التي ينحجب فيها جزء من ضوء الشمس عن القمر فيتحول إلى اللون الأحمر الباهت وهو ما يعرف بخسوف شبه الظل.
  ٢. المرحلة الثانية: تحدث حين يدخل جزء من القمر منطقة ظل الأرض حينها ينخسف جزء منه وتعرف هذه المرحلة بالخسوف الجزئي.
  ٣. المرحلة الثالثة: تبدأ بإكمال دخول القمر منطقة ظل الأرض حينها ينخسف قرص القمر كلياً وينحجب بالكامل عن ضوء الشمس وهو ما يطلق عليه خسوف كلي ويبدو القمر عندها شديد الظلمة.
- قد يستمر الخسوف الكلي حوالي ١٠٠ دقيقة وهي فترة طويلة نسبياً لم تتكرر منذ ١١ عاماً وتنتهي ظاهرة الخسوف بخروج القمر من منطقة شبه ظل الأرض بنفس الألية وتبلغ سرعته حينها كيلومتر واحد في الثانية وتستمر الظاهرة بمجملها نحو ٥ ساعات ونصف الساعة وعلى عكس الكسوف يمكن مشاهدة الخسوف بالعين المجردة ولا تزيد عدد المرات التي يحدث فيها الخسوف خلال العام الواحد عن ثلاث مرات.

# الكسوف والخسوف

## لماذا لا يحدث الخسوف والكسوف كل شهر:

- إن خسوف القمر يحدث عندما يعبر القمر في ظل الأرض ويحدث كسوف الشمس عندما يعبر القمر بين الشمس والأرض. كلا الظاهرتين تحدثان بسبب حركة القمر حول الأرض ولكن بما أن القمر يدور دورة كاملة حول الأرض كل شهر لماذا لا يحدث خسوف القمر وكسوف الشمس كل شهر.
- الأرض تدور حول الشمس والمسار الذي تتحرك فيه يسمى المدار. القمر يدور حول الأرض ولكن في مدار آخر. مدار القمر حول الأرض مائل على مدار الأرض حول الشمس بزاوية  $5.25^\circ$  ونتيجة لذلك الميلان فإن ظل القمر غالباً ما يسقط أعلى أو أسفل الأرض وكذلك ظل الأرض غالباً ما يسقط أعلى أو أسفل القمر.
- لكي يحدث كسوف للشمس أو خسوف للقمر يجب أن يكون القمر عند إحدى العقدين 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.